De: Celeste Estrella Soto uribe
Enviado el: viernes, 12 de julio de 2024 17:15
Para: DS Lista Sitios
Asunto: Solicitud para considerar a la Isla del Rey como un sitio prioritario
Datos adjuntos: Wapi Ñi Tukulpanzugun Reconstrucción Histórica de Isla del Rey.pdf; Oppliger et al 2019 water scarcity.pdf; Heusser 1982 Cordillera pelada.pdf; Trabajo de titulación_Celeste_Soto.pdf; Resumen Público Plan Maestro MAYO 2023.pdf; Alerces.pdf

Estimados,

Junto con saludar, les escribo el presente respecto al procedimiento de determinación de sitios prioritarios de la estrategia nacional de biodiversidad y estrategias regionales de biodiversidad de la macrozona sur. Para proponer a la Isla del Rey como uno de los sitios prioritarios a considerar durante este procedimiento. A continuación, adjunto documentación referente a la importancia de la Isla del Rey.

Específicamente la isla más grande de nuestra región, es el hogar de las poblaciones de alerces (*Fitzroya cupressoides*) más septentrionales de nuestro país, encontrándose también poblaciones de ciprés de las guaitecas (*Pilgerodendron uviferum*) y donde recientemente fue identificada la presencia del musgo pompón (S*phagnum sp*.). Estas poblaciones, no solo tienen una importancia vital respecto a la biogeografía de estas especies, si no también son enclaves fundamentales para las más de 2000 personas que habitan la isla. Ya que la dinámica hidrológica del territorio depende de las zonas de alto valor de conservación y viceversa, considerando la ubicación de estas (en las cabeceras de cuenca y puntos más altos de la isla).
La existencia de las 3 especies anteriormente mencionadas, son herramientas fundamentales para la adaptación y mitigación del cambio climático de la región y específicamente, una oportunidad real para la ciudadanía del territorio.
Actualmente estas poblaciones están directamente amenazadas por la presencia de plantaciones de monocultivo, considerando la alta densidad y superficie (50% aproximado del total de la isla) de plantaciones forestales de eucalipto, pino e incluso aromo australiano (*Acacia melanoxylon*). Cabe mencionar que al no cumplir con las normativas mínimas que la ley de bosque exige respecto a al límite de cursos de agua y las plantaciones, además del inclumplimiento de los estándares internacionales de la certificación FSC, tras la no declaración e identificación de zonas de alto valor de conservación en los planes de manejo de la empresa, ha generado que hasta la fecha la empresa Anchile LTDA no cuente con los permisos de cosecha, hasta subsanar estos puntos (adjunto propuesta elaborada por la empresa, la cual no ha sido llevada a cabo desde su presentación).
A todo lo anteriormente mencionado, se suma el increíble valor patrimonial y cultural que la Isla del Rey significa para la historia de nuestra región y nuestro país, el cual es escasamente conocido.

Finalmente como antecedente, el 11 de enero del año 2022 fue expuesto ante el consejo de medio ambiental de la Gobernación de Los Ríos, la importancia de la Isla del Rey a nivel de conservación de ecosistemas, como herramienta de mitigación del cambio climático para el territorio y el bienestar para la población isleña y regional.

Esperando que la solicitud sea acogida junto a la documentación brindada, me despido.

Quedo atenta a cualquier consulta que tengan y/o a información que pueda brindar.

Saludos cordiales

Celeste Estrella Soto Uribe
Ingeniera en Conservación de Recursos Naturales

Oppliger_2023_PhD.pdf

GA 7 Hauenstein 2001.pdf

_FSC-STD-01-001 V5-2 ES_web_Version.pdf

UNIVERSIDAD CATOLICA
DE TEMUCO

Vicerrectoría de Investigación y Posgrado

Magíster en Estudios Interculturales

Wapi ñi Tukulpanzugu:

Reconstrucción Histórica de Isla del Rey

Estuario del Gran Pueblo de Ainil

(Estuario Río Valdivia)

Autora: Silvana Lamilla Obando

Coautores: Habitantes de Isla del Rey

Profesor Guía: Dr. Matthias Glöel

Profesor Co- Guía: Dr. Pablo Mariman Quemenado

Tesis para optar a Magíster en Estudios Interculturales

FONDECYT N° 11190354 - Pewü, 2022

Folio001255

Índice

Dedicatoria……5

Agradecimientos……...6

Resumen……8

Resumen Mapun Zugun……..9

Prólogo……10

Introducción……12

Capítulo I

Planteamiento de Problema……..15

Preguntas de Investigación……...16

Objetivos de Investigación……17

Universo de Estudio……...17

Relevancia de la Investigación……..19

Marco Teórico Orientador de la Investigación……...22

Definiciones para Comprender las Dinámicas de la Memoria

en Contextos de Violencia Colonial Simbólica y Material…….22

Cartografía Histórica……..27

Metodología de la Investigación: Cualitativa – Interpretativa……..32

Enfoques Metodológicos……...34

Pensamiento Descolonial…..……..34

Pensamiento Intercultural……..38

Mapuche Rakizuam: Tukulpanzugu…….....40

Técnicas de Recolección…….…….42

Fuentes Históricas…….……..42

Memoria Oral…….…….…43

Cartografía de la Memoria de Isla del Rey…….…..45

Mapeo Colectivo…….……..…48

Instrumentos de Recolección…….…….50

Capítulo II

Wapi ñi Tukulpanzugu: Reconstrucción Histórica de Isla del Rey

Estuario del Gran Pueblo de Ainil (Estuario Río Valdivia).....…….…..51

Trayectoria Naval de la Primera Invasión: Pastene, Alderete y

Quiroga llegan al Fütawillimapu y al Estuario del Pueblo de Ainil……....51

Antecedentes Históricos a partir del Primer Desembarco

en la Bahía de San Pedro…….……..53

El Gran Pueblo de Ainilebo. Estuario Río Valdivia…….……...57

Toponimias Circundantes al Estuario y el Mítico Leochengo……..……..…59

Isla de Guiguacabin……..……..59

El Origen de Ainil - Ainilebo y Ainileufü……..……61

Los Nombres de la Gran Isla en el Transcurso de la Historia……..…..66

La Isla de Diego de Ramirez……..……66

La Isla del Rey……..……...69

La Isla de Don Pedro Caritiay……..……73

La Expedición Holandesa de Hendrick Brouwer

a Tierras Mapuche Williche……..……75

El Arribo Holandés al Estuario de Ainil y Guadalafkenmapu……..……81

Folio001257

Aspectos Descriptivos del Willimapu en el Diario de Brouwer……..……84

La Reconquista Española en Valdivia……..….93

La Estrategia Española del Sistema Costero de Fortalezas……..…..94

La Batería de Carbonero……..…….….97

Hallazgo de La Batería de Carbonero…….…....101

La Isla del Rey: Centro de Abastecimiento de Isla de Mancera…….……..103

Resistencias Mapuche Williche…..…….…….....109

Escenario Político y Condiciones Subalternas de Los Mapuche……..109

La Encomienda…….…….109

La Misión de Niebla (1777-1820).....…….…...112

Resistencias Mapuche Williche…….....114

El Cacique Manuel Raywenu y el Alzamiento de 1770……...….117

El Tratado de Las Canoas: El Acuerdo de Paz en Fütawillimapu……...122

El Expolio en Isla del Rey durante la Colonización Alemana……...…….....124

Capítulo III

Historia Oral de Isla del Rey

Habitares Ancestrales y Trashumantes……..……....138

Los Oficios y La Economía Isleña……..…….145

La Pesca Artesanal y La Recolección de Pelillo…….……147

Tejueleras y Tejueleros del Alerce…….…..……152

Los Productos de la Economía Local y el Circuito Comercial……..……155

La Legendaria Feria de Corral…….…..……..156

La Salud Tradicional…….……...158

Los Partos en casa…….……159

Folio001258

La Meica Curguana, La Machi de Temuco y Componedores de Huesos……...160

Celebraciones Religiosas y Comunitarias……...161

La Vírgen de la Candelaria……..161

La Procesión de San Pedro…….…..162

La Venta del Cuero……...162

El Terremoto de 1960 en Isla del Rey……..……163

Capítulo IV

Cartografía de la Memoria de Isla del Rey

Actividad y Resultados Mapeo Colectivo……....169

Cementerios Mapuche…….…….170

Petroglifos……..171

Campamento de Cancahual…….....173

Pococomer…….….174

Cartografía de La Memoria de Isla del Rey…….…..175

Detalle de Simbología Cartografía de La Memoria de Isla del Rey…….....176

Bitácora del Habitar: Diario Visual de Isla del Rey…….....….177

Hallazgos y Reflexiones Finales……...202

Bibliografía……....207

Folio001259

Dedicatoria

A mi amada abuela María Graciela Ojeda Bórquez

A mi tía abuela paterna María Isabel Michillanca.

A Tito Armando Javier Lienlaf Villegas Yem.

A todxs los Ngen Mapu que nos han recibido y protegido en la Wapi,

En memoria de nuestras ancestras abuelas Gertrudis Michillanca Yem,

María Inés Michillanca Yem, Ramona Barría Serón Yem

y para Antonio Michillanca Nancapichun Yem

Dedico esta historia, en especial, a mi padre Julio Lamilla Yem quien me impulsó a seguir con este objetivo y a Maria Isabel Michillanca máxima inspiración y compañía en esta isla.

A todxs lxs hermanxs Mapunche que luchan por sus derechos políticos, espirituales y territoriales al reconstruir su historia, recuperar su territorio

y defender a la Ñuke Mapu.

Agradecimientos

Kiñe, agradecer las relaciones de reciprocidad y solidaridad que nos han acompañado en esta tarea desde el comienzo y que nos permiten abrazar y sentir a nuestra Mapu en la recuperación territorial Sucesión Urbano Michillanca.

Expresar mi agradecimiento al Rukafe ka Kimche Tito Lienlaf, a la familia de Cristóbal y Vilma, a Jorge Huichaman Quilapan y la Familia Michillanca Aguilar.

También a Francisca Flores, Olga Michillanca, Edita Michillanca y Zenaida Loncomilla. *A"Mayito"* Peralta, a Don Nolberto Santana (fallecido en febrero, a pocos días de realizar su entrevista), a su hija Lidia Santana, a Don Sergio *"Checho"* Corona Tamara Corona, Carolina Nauto, Ulises Loncomilla, Cristian Peralta, Mireya Corona, Rigoberto López, Segundo Leiva, Domingo Riesco, Silvia Mesa, y a Don Benjamín Flores.

Además, expresar mis agradecimientos para toda la Comunidad de Isla del Rey, por su confianza y respeto por este trabajo de investigación.

Epu: a Jimena Jerez, antropóloga encargada de Colecciones del Museo de Sitio Castillo de Niebla, por su tiempo dedicado en mi ayuda.

Expresar mi gratitud hacia Annemarijke Van Meurs, Directora del Museo Regional de Ancud, por colaborar con esta historia, a Javier Bravo, Psicólogo Comunitario quien el año 2016, junto con sus estudiantes, realizó una investigación vinculada a nuestra tierra y registró fotográficamente los petroglifos de Venegas.

Con mucho afecto, agradezco a mis kimeltufe de tesis de maestría Matthias Gloël y Pablo Mariman por sus consejos, newen y acompañamiento.

Al equipo de geógrafos Claudia Daute y Richard Troncoso miembros de Geoeduca quienes me han ayudado a elaborar la Cartografía de la Memoria de Isla del Rey.

Nuestro agradecimiento para Celeste Soto, integrante de ONG Nativa, por ser apoyo fundamental en la gestión del mapeo fluvial para la construcción de la Cartografía de la Memoria, en torno de la Isla de “Don Pedro Caritipay” (Isla del Rey), a Catalina Pizarro, periodista quien apoyó el registro audiovisual del mapeo colectivo y para Abigail Merino de Witran Ediciones, por el diseño del díptico, invitación e informativo para el mapeo colectivo.

De manera especial, doy las gracias por su apoyo a mi madre Karina Obando, a mi hijo Lukas y a mis hermanxs, Julio, Katherina y Claudio.

Mañumkuleimun kom pu che de parte de esta habitante trashumante.

Silvana Lamilla Obando (Temuco, 1979).

Resumen

Esta investigación tiene el objetivo de escribir la primera historia sobre la Isla del Rey. La reconstrucción histórica se fundamenta en fuentes documentales escritas y principalmente en la memoria oral de sus habitantes.

En primer lugar, realizamos la revisión de fuentes documentales sobre las historias de Valdivia, entre el siglo XVI hasta la historia reciente, reuniendo así los antecedentes históricos que nos permitieron contextualizar la historia de la Isla del Rey.

En segundo lugar, elaboramos una narrativa histórica, diálogo entre las memorias orales de los habitantes de la Isla y los antecedentes de las fuentes históricas escritas.

Finalmente, elaboramos la Cartografía de la Memoria, representación cartográfica que se construyó por medio del mapeo colectivo fluvial, donde rescatamos las memorias y conocimientos de los habitantes de su territorio.

De esta manera, nuestro estudio busca recuperar y reconocer la importancia de la memoria oral como fuente histórica, porque la memoria porta , registra y salvaguarda la diversidad de saberes y conocimientos en contextos subalternos. Dicho de otra manera, rescata las historias de los pueblos o colectividades negadas por narrativas históricas hegemónicas.

Palabras clave: Kupalme – Tuwün- Tukulpanzugu- Dinámicas de la Memoria -Isla del Rey

Resumen en Mapun Zugun

Feita ina zugun niei ñi wirrintukuael chumlefui ñi mongen guapimeo

Esta investigación se tiene que escribir cómo era la vida en la Isla

Feitachi zugu niefui küifikeyem ka küifike wirrintukufe che

Estos relatos tenían los antiguos mapuche y antiguos hombres historiadores

Inarramtun mew küifike zugu, rupachi siglumeo mari kayu rupachi tripantu

Preguntando la historia antigua, pasado el siglo XVI.

Ka weke zugu wunelche che mew, femechi tukulpan kom Küifike zugu.

Y también en la actual historia, que los mayores y jóvenes no se olvidan.

Chumlefui guapi zugu, petu mulei guneke che guapimeo

Y por eso estamos buscando reconstruir, los antiguos conocimientos de la isla.

Feley, folil zugu kimuan wechekeche, femechi nentumeken ñi nütram kuifikecheyem chumiechi ñi moñekefui.

De esta manera, para que sepan los jóvenes como los antepasados solían vivir.

(Traducción Mapu Zugun Kimche Tito Armando Lienlaf Marilaf, Mehuín Bajo).

Folio001264

Prólogo

Esta investigación tiene un origen y motivación personal porque trata de mi historia familiar, de nuestro tuwün, es decir, de nuestra procedencia territorial y por lo tanto de las características y particularidades que configuran nuestra identidad. Además, es la historia de nuestro kupalme patrilineal, esto significa del origen o linaje mapuche, en este caso, de mi familia paterna: Michillanca Nancapichun.

Al término de mis estudios en Historia y Geografía en la ciudad de Valparaíso en el año 2015 regresé a Valdivia y ese mismo año navegamos por primera vez por el estuario de Ainil con dirección a Isla del Rey. La intención era conocer a María Isabel Michillanca, mi tía abuela, prima hermana de mi abuela paterna, María Gómez Michillanca.

Durante algunos meses, Julio Lamilla Gómez, mi padre, me preparó para el encuentro con algunas indicaciones y referencias que describen a mi tía abuela y también a la Isla, compartiendo sus memorias de niñez y juventud. Además, relató las escasas visitas que realizaba a su familia en la isla y de sus encuentros con algunos de ellos en otros lugares, fuera de la Isla.

De este modo, nos fuimos acercando a estas raíces, al "folil tuwün" y luego a la compleja tarea de comprender las dinámicas de las memorias, con todos los componentes en imaginación, rememoración y narrativas que, en el caso de mi padre, fue la memoria de un niño que recuerda su infancia a los 63 años.

Julio Lamilla, compartió las primeras premisas desde su memoria sobre nuestra familia que aún existe en la Isla. Nos contó que Urbano Michillanca fue de oficio pescador y su esposa Angelina Barría vendedora de tortillas de rescoldo en las lanchas del recorrido Niebla- Corral, tortillas que salía a vender acompañado de su hijo Urbano quien falleció

ahogado a los 22 años en el Río a causa de un malintencionado agujero en su bote. Además, nos narra sobre las dos hermanas Michillanca, Olga residente en el sector de Venegas y María Isabel que hasta hoy, continúa habitando las antiguas tierras Michillanca en Carbonero.

En varias ocasiones, intenté saber de la historia de vida de mi abuela en la Isla, pero ella se molestaba y negaba siempre cualquier recuerdo de este lugar. Así fue despertando la idea de escribir una primera historia de Isla del Rey, entendiendo como fundamental el rescate de la memoria oral e histórica de los habitantes y por supuesto el tukulpanzugu de las familias mapuche del lugar.

Esta investigación se sitúa en este contexto y se enmarca en la intención-motivación que esta primera historia escrita de Isla del Rey, sea un primer impulso y aporte para la transformación social de la Isla. En otras palabras, que la reconstrucción histórica por medio de las memorias de los habitantes, contribuya a escribir su historia propia. De esta manera, aporte a la reflexión y conciencia histórica de los isleños, así, poder pensar con la experiencia de conocimiento histórico del pasado, las proyecciones futuras relacionadas con iniciativas de autodeterminación territorial, resguardo cultural y del Itrofill Mogen (todas las formas de vida naturales y sobrenaturales) desde y para la comunidad de Isla del Rey.

Así comienza nuestra historia.

Introducción

El presente estudio se realizó en Isla de Rey, ínsula localizada en territorio Lafkenche, exactamente en el estuario del Río Ainil (desembocadura Rió Valdivia). Esta isla, se rodea por los afluentes Füta (Tenglen), Collicu (Tornagaleones) y Ainil (Valdivia). Se suma a su territorio la Isla Huapi e Isla Liguiña.

La Isla del Rey, posee una superficie de 52,3 km2 (5230 ha.), después de Chiloé es considerada la isla de mayor longitud de aguas interiores.

Según el Censo del año 2017, la población rural es de 570 pobladores. Los habitantes están conformados principalmente por familias Mapuche preexistentes de la Isla, de descendientes de migrantes mapuche y por colonos chilenos.

Exhaustivo trabajo fue la revisión de fuentes históricas sobre Isla del Rey, dado la escasez de estudios sobre este territorio. Esto deja en evidencia que no ha sido un lugar de interés en la historia regional de Valdivia. No obstante, en el proceso de exploración de las fuentes históricas, fueron hallados antecedentes sobre el "descubrimiento" del pueblo del Estuario del Río de Ainil, antecedentes del sistema jurídico administrativo colonial de realengo y del sistema de fortificación, por nombrar algunas informaciones relevantes.

Por otra parte, de máxima importancia, son las descripciones narradas en el Diario de viaje de Hendrick Brouwer. En el citado diario, se destaca el valioso mapa de 1643, que señala la Isla como la de Don Pedro de Caritipay.

Rescatamos además, información de las resistencias anticoloniales mapuche contra España, cuyos actores, pu Longko y Caciques, conformaron alianzas para las defensas territoriales de Fütawillimapu. En este pasaje de la historia, se inscribe el memorable alzamiento de 1770, encabezado por el cacique Manuel Raywenu de Isla del Rey.

Concluyendo con el relevamiento de fuentes historiográficas, recopilamos documentación del expolio en Isla de Rey durante la colonización alemana, época de la incipiente República de Chile.

Continuando, abordamos la memoria oral de los habitantes de Isla del Rey. Esta indagación se generó primero, por medio de entrevistas biográficas que nos permitió la reconstrucción de la narrativa histórica territorial.

Segundo, a partir del mapeo colectivo fluvial, se posibilitó graficar la Cartografía de la Memoria. Esta práctica colaborativa de ejercicio de la memoria, resignifica los lugares del territorio insular, desde sus historias de vida.

Recapitulando, el análisis crítico de las fuentes, fue un punto de partida para conocer y comenzar a reconstruir la historia subyacente de los habitantes y de su territorio.

La búsqueda en las fuentes históricas coloniales, nos permitió tener una idea desde estos enunciados, sobre el cómo se ha construido la historia. En consecuencia, conocimos algunos cambios y afectaciones en las relaciones socio-históricas del desencuentro, entre los habitantes preexistentes y los distintos grupos foráneos que llegaron a Isla del Rey:

Para Linda Tuhiwai Smith (2015)

La importancia de los cuentos de viajeros y de las aventuras de aventureros radica en que servían para representar al Otro en la audiencia general que estaba en Europa, representaciones que luego iban a asentarse en el ámbito del imaginario cultural. Imágenes

como el jefe “caníbal”, el indio “rojo”, el médico “brujo” (…) Las historias de viajeros generalmente contenían las experiencias y observaciones de hombres blancos, cuya interacción con las “sociedades” o “pueblos indígenas” se construyó a partir de las perspectivas que ellos mismos tenían sobre género y sexualidad. Por ejemplo, las observaciones sobre las mujeres indígenas eran un eco del rol de la mujer en las sociedades europeas, basadas en nociones occidentales de cultura, religión y clase. (p. 29)

Respecto a nuestro interés por la memoria oral, esta nos reafirma su importancia como mecanismo de conservación y transmisión del conocimiento.

En esta línea, Peter Burke (1993) argumenta sobre valor histórico de las memorias orales “se reivindica el valor de las fuentes orales en la moderna historia social, como una forma de proporcionar presencia histórica a aquellos cuyos puntos de vista y valores han sido oscurecidos por “la historia desde arriba”. (p.146).

Entonces, nos propusimos además una reconstrucción del pasado desde una visión holística. Es así, que desde la perspectiva de la memoria mapuche, invocamos nuestras fuentes orales a partir del *Kupalme*, que trata del origen familiar y desde el *Tuwün*, origen territorial. Este acto de recordar partiendo de estas categorías, constituyen en parte el tukulpanzugu*:* el hacer memoria de la gente mapuche.

Finalmente, nuestro trabajo se organiza, en cuatro capítulos.Capítulo uno: estructura de la Investigación. Capítulo dos: narración de la primera historia escrita de Isla del Rey, desde antecedentes historiográficos desde el siglo XVI. Capítulo tres: narrativa histórica en base a las memorias orales de habitantes de Isla del Rey, y capítulo cuarto: mapeo colectivo fluvial que dió como resultado una Cartografía de la Memoria.

Para concluir, presentamos los resultados de la investigación y las reflexiones finales.

Folio001269

Capítulo I

Planteamiento del Problema de investigación

La Isla del Rey ha sido escasamente estudiada, como mencionamos, prácticamente es un territorio ausente en el contenido de las historias sobre Valdivia. Sin embargo, tuvo un protagonismo histórico estratégico para el desarrollo de las diversas intervenciones de empresas coloniales.

En primer lugar, el análisis histórico de las fuentes nos evidencia cómo este territorio fue sometido al sistema administrativo y jurídico del realengo, efecto del cual cambia al nombre de Isla de Rey.

Gabriel Guarda (2001)

Carvallo refiere que en 1645 el Gobernador Francisco Gil de Negrete manda "partidas de caballerías sobre las parcialidades de Chumpulli y Mamahuala" [dejando] libre los ejidos de la ciudad; los nombres de las islas del Rey y Realejo acusan su carácter comunitario; el principal bien común es la isla de Valenzuela, encomienda de la familia de este apellido, lo que no se opone a su calidad de bien común, que conserva hasta 1850 (p.47).

De igual forma, generó beneficios en la época de invasión militar del Estado de Chile, proceso de ocupación por medio del despojo de tierras mapuche, período en que se consolidó la propiedad privada entre los años 1850 y 1930

Fabián Almonacid (2009) argumenta

> El conflicto por la tierra se desarrolla entre el Estado chileno y extranjeros frente a la presencia de comunidades mapuche. Por medio de leyes y un ministerio especial, se creó una política estatal, para amparar legalmente la violencia colonial hacia las comunidades mapuche. El Estado consolidó la propiedad rural privada, agilizando

> los procesos otorgando títulos y ocupaciones efectivas con el fin de liquidar las comunidades mapuches. Pese a toda esta usurpación legal que fortaleció la propiedad privada, no se logró acabar con la propiedad comunitaria. (p.5).

En consecuencia, la Isla del Rey no estuvo exenta de expolios como constatamos en la reconstrucción histórica, estas abarcaron usurpaciones hasta la historia reciente. Son despojos y usurpaciones caracterizadas por la violencia colonial simbólica y material, primero a comunidades mapuche, luego a colonos de origen humilde.

Este estudio se origina a partir de estas ideas preliminares, pero, además, desde una propuesta metodológica de cómo reconstruir esta historia, desde la disputa y diálogo inter-epistémico.

Preguntas de investigación

- ¿Cuáles son los hechos y acontecimientos históricos que configuran la historia de Isla del Rey?
- ¿Cuáles son las implicancias socio-históricas de las transformaciones y continuidades en los procesos históricos de colonización?

Objetivo de Investigación.

Elaborar la primera historia escrita de Isla del Rey, indagando antecedentes historiográficos a partir del siglo XVI, y por medio de la memoria oral de los habitantes de Isla del Rey.

Objetivos Específicos.

OE1- Documentar hechos y acontecimientos desde el período colonial, que aporten a la reconstrucción histórica de Isla del Rey.

OE2- Recuperar y documentar la memoria oral de los habitantes de Isla del Rey , a partir de entrevistas biográficas y una Cartografía de la Memoria, elaborada por medio de un mapeo colectivo fluvial.

OE3- Investigar el expolio territorial en Isla del Rey.

Universo de Estudio

El universo de las y los actores que han participado compartiendo sus memorias en entrevistas, comprenden un colectivo de 12 habitantes. Sus edades son entre 56 y 101 años.

Los participantes son gente mapuche pertenecientes a las familias más antiguas del lugar y otras provenientes de distintas migraciones, que se enraizan finalmente en este territorio insular. Sus residencias se sitúan principalmente en los sectores de la isla de Carboneros y Las Coloradas.

El colectivo de experiencias de vida y de memorias históricas se conformó con los siguientes participantes: Nolberto Santana (Q.E.P.D) 101 años, Lidia Santana 68 años, Sergio Corona 73 años , Zenaida Loncomilla 68 años, Maria Michillanca 75 años , Jun Aguilar 70, Edita Michillanca 88 años , Mayito Peralta 92 años, Domingo Risco 73 años , Benjamin Flores 72 años, Silvia Mesa 64 años y Rigoberto López de 56 años.

A través de este conjunto de preciadas entrevistas, logramos conocer actividades cotidianas, teniendo la posibilidad de rescatar algunas que desarrollaron antiguamente, como otras que perduran en el tiempo, tales como: labores domésticas y servicios a fundos, agricultura, crianza de animales, la recolección de plantas medicinales, alimentos del bosque, cosechas de manzanas, elaboración de chicha y vinagre, crianzas de aves, uso del borde costero para la recolección de choritos y pelillo, pesca artesanal, secado y comercialización de pelillo, ahumados de pescado, fabricación de redes y otras artes de pesca, trabajo en recorrido de lanchas de pasajeros, tejidos en lana, fibras vegetales, tallados y fabricación en utensilios de madera, comidas tradicionales de origen mapuche, recolección de leña, aserraderos, carpintería de ribera, oficios de talabartería, fabricación de monturas y estribos, fabricación de toneles o zunchos de chicha. Algunos de los productos mencionados son parte de la alimentación y de la economía antigua y presente de las y los isleños.

Finalmente, los participantes del mapeo colectivo sumaron siete habitantes: Mireya Corona, Cristian Peralta y Rigoberto López en compañía del equipo de apoyo coordinado por la investigadora Silvana Lamilla, conformado por los geógrafos de Geoeduca Richard Troncoso y Claudia Dauré, y por la investigadora y miembro de ONG Nativa ingeniera en Conservación en Recursos Naturales, Celeste Soto.

Relevancia de la investigación

Esta indagación adquiere relevancia para la historia regional de Valdivia porque involucra un territorio, omitido en los estudios históricos y etnohistóricos. En otras palabras, un territorio invisibilizado por metarrelatos históricos.

Por otro lado, propone un marco conceptual y metodológico cualitativo, incorporando principios éticos y políticos de investigación intercultural.

Primero, reconoce y pone en valor saberes y conocimientos desde el pluralismo epistémico, resultado de las relaciones interculturales interepistémicas.

Segundo, metodológicamente el estudio se desarrolla mediante un proceso participativo, colaborativo y horizontal de investigación.

Marco teórico orientador de la investigación

"Los Mapuche no podemos hablar de nosotros mismos desapegados de la raíz o la identidad tuwün que nos origina y da sentido a nuestra vida, a nuestro presente y futuro, no sólo como seres individuales, sino como pertenecientes a un territorio con sus propias características". María Isabel Lara Millapan.[1]

El conocimiento o epistemología mapuche es construido por medio de la transmisión oral a través de una diversidad de enunciados tales como: Nütram, Piam, Epew,[2] discursos que configuran un sistema de enseñanza y aprendizaje o inarumen,

1 Doctora en Didáctica de la Lengua y Literatura U.C. Revista Diálogos, Nº 12. Tuwün:Familia e identidad en el mundo mapuche. Universidad Católica. 2017.

2 Para profundizar en las narrativas de tradición oral mapuche en cuanto a Piam y Epew en: "Kuifike Zugu. Un acercamiento al Fillke tripa zugu. Ñanculef, A. Cayupan, C.2016

significando que a partir de la observación y escucha del entorno natural y de su comprensión, se conoce y se aprende. Las narrativas mapuches tienen en el inarumen, su origen.

De este modo, proponemos pensar este trabajo, acudiendo al sentido y forma de reconstruir y hacer historia mapuche, es decir "Tukulpanzugu". Para Pablo Marimán (2019), nos introduce a esta categoría histórica mapuche señalando que "Asumiendo la preexistencia y la contemporaneidad de una memoria oral y colectiva, nombrada como Tukulpanzugu, se pretende explicar, en la transición de una condición de independencia a otra de tipo dependiente y colonial, cómo esos fenómenos tienen continuidad y cambio, cómo se explican a sí mismo y cómo dialogan o son vistos desde otras epistemes. Por último, cómo las memorias no historiográficas construyen su propia historia e historiografía.

Otra definición la encontramos en el análisis crítico de la poética de La Araucana por Bernardo Colipán Filgueira (2007) define "En la cultura mapuche el ejercicio de la memoria es referido en un registro variado de palabras: "tukulpanzugu", por ejemplo, vendría a ser el ejercicio de traer a los antepasados al presente y "kuifikezungun" sería traer los hechos tanto comunes como significativos al momento en que nuestro corazón los quiere oír" .

El tukulpanzugu, nos invita a aspirar y co-laborar en liberarnos del velo colonial que cubre y oculta nuestras memorias y en esta acción descubrir y entender el sentido de los enunciados situados develados, en el tránsito de las memorias en reconstrucción.

Nuestro punto de partida, para esta misión es desde el Kupalme y Tuwün, de la genealogía de la memoria familiar y desde el territorio de origen.

El Tuwün y Kupalme**,** son dos categorías, que constituyen por una parte la historia genealógica de las familias mapuche y al mismo tiempo la identidad territorial de estas.

Las historias de vidas que narramos en este estudio las abordamos desde esta propuesta. Este acto de hacer memoria o de recordar el pasado a partir de estas dos categorías constituye, en parte El *Tukulpanzugu Mapunche: "del Mapun como construcción propia, sentido de la tierra y vidas- che gente".*[3]

En conclusión, podemos conocer y reconstruir nuestra historia como define Juan Ñanculef Huaiquinao (2016), desde nuestro Kupalme (patrilineal), que es el origen de nuestra kiñe mollfüñ (una misma sangre) o adn, conocer nuestra Llalli (familia nuclear), la identidad territorial del Kupalme que otorga el nombre original al Lof y desde el Tuwün o Tuwülpan (matrilineal) que es el lugar de donde se nace, crece. Este Tuwün posee los rasgos de identidad territorial y constituye la identidad e identificación del Lof y Lofche (miembros de la comunidad) por medio de la biodiversidad y características del territorio. En la cosmovisión mapuche, la importancia del LLegñen (donde se nace), se explica desde la concepción del mapuchegen que crece como el Choyün (brote) desde la tierra en convergencia con el agua, es decir, la idea cíclica de la vida.

Creemos pertinente añadir la aclaración, que el rakizuam o pensamiento Mapuche de lo Kuifi, en el sentido de abordar la historia del pasado (pasado ancestral, antes de la colonización), y en relación al origen mapuche de los Lofmapu, no niega a quienes por diversas circunstancias han vivido en desarraigo a causa de diversos factores históricos lejos de su Tuwün.

---

3 Llanquinao, Gabriel. Cátedra de Ética de la investigación intercultural. Magíster en estudios interculturales. UCT. Temuco, 2020.

Breves definiciones para comprender dinámicas de la memoria en contextos de violencia colonial simbólica y material

"Sembrar memoria par que no crezca el olvido" Poema Visual Opus 1/96

Para comenzar, debemos dar a conocer algunas definiciones para comprender qué es la memoria, situadas en experiencias de vida de contextos de violencia colonial simbólica y material o dicho de otra manera, en contexto subalternos.

Estas categorías de violencia colonial se definen en el libro Mapu Chillkantukun Zugu: descolonizando el mapa del wallmapu, construyendo cartografía cultural en territorio mapuche

Sus autores Miguel Melin; Pablo Mansilla y Manuela Royo (2017) nos dicen

> Así, sobre un colonialismo interno se ha sustentado toda la estructura de poder de las elites políticas y económicas de los Estados- Nación Chileno y argentino, quienes asumieron como condición fundamental, la imposición de un sistema de clasificación social sustentado en la idea de raza, con la que se niega la existencia de los pueblos originarios y, por supuesto de sus territorios. Este ejercicio de poder generó consecuencias materiales y simbólicas sobre la vida mapuche y de todos los pueblos del Abya- Yala, las que pueden ser enumeradas como 1) La colonialidad del "Ser": es decir, las consecuencias de la colonialidad sobre la experiencia vivida y sus expresiones en el transitar por el que los sujetos se constituyen como personas en relación con sus territorios. 2) "La colonialidad del saber": que niega y reniega de los saberes y las formas de hacer que surgen desde el conocimiento propio mapuche,reemplazándolas por el supuesto discurso único del conocimiento

científico; y 3) “La colonialidad del estar” referido a las implicaciones de la colonialidad sobre el vínculo entre el ser humano y su territorio o, entre el ser humano y la naturaleza luego de ser desterritorializada. (p.7).

Ahora bien, una primera definición es entender por memoria el hecho de traer el pasado al presente, para así, comprenderlo.

Cristian Suazo (2012) plantea

> La memoria es la reconstrucción que desde el presente se hace en un momento determinado de acuerdo a intereses concretos (...) la memoria es un relato, narración del presente con fines de interpretación del pasado a partir de criterios normativos y valorativos, seleccionando por su significación los recuerdos de hechos vividos (...) la memoria histórica la subjetividad es una de sus principales características. No es estática sino dinámica, se resuelve en la subjetividad de los individuos (en la experiencia de vida de los actores) y en la intersubjetividad de los grupos afectados por el sistema fáctico (...) son recreaciones fundamentadas en la experiencia misma (p. 113-116).

Las dinámicas de la memoria son sistemas de selección de recuerdos, también de omisión y silencios que, en algunos casos son efecto de traumas experiencia que puede determinar qué contar y qué no. En conclusión, la producción de memoria puede ser determinada por algunos acontecimientos.

Para demostrar los efectos de procesos traumáticos en la memoria, citamos el trabajo de Cristian Antümilla (2020). Este aborda la modernización del Estado chileno (burocracia gubernamental) y la incorporación del pueblo nación mapuche al proyecto nacional republicano a través de la educación de la infancia mapuche de finales del siglo XIX, aquí explica el “trauma en la memoria y el heredar el trauma generacionalmente”.

Señala que existe en los testimonios de jóvenes universitarios un “trauma histórico” (Heart,1995) “generación tras generación de mapuche debieron adaptarse por más de un siglo a las nuevas imposiciones y particular violencia provocada por el colonialismo” (p. 2).

La memoria está vinculada a experiencias de vida, a imágenes, sentidos, emociones, a un entramado de subjetividades (experiencias) que se desarrollan en un tiempo y espacio definido. Entonces la memoria la entendemos como la selección de recuerdos significativos que construyen historia e identidad desde la propia experiencia de las personas

Ana Maria Peppino (2004) define

> La memoria es todo aquello que una persona recuerda o, también, se refiere a la capacidad de recordar. Se relaciona con el proceso de aprender, de almacenar la información y de recordarla. (…) La verbalización de la memoria individual y colectiva en su forma primordial pero referida a una selección de recuerdos de experiencias pasadas, para reformular una narrativa histórica acerca de su trayectoria”. (p. 7).

La memoria, son dinámicas de rememorar y está condicionada según los contextos del pasado y del presente, por otra parte también establecen expectativas de futuro, que conlleva, por ejemplo, agenciamientos solidarios y reivindicativos como ocurre en la contingencia de los conflictos territoriales.

En estos mismos contextos, sobreviene además la reproducción de relaciones sociales asimétricas configuradas por los distintos mecanismos - dispositivos de colonización que norman, difunden e internalizan relaciones sociales de subordinación-represión- racismo- patriarcado y, por consiguiente constituyen también relaciones sociales de micro-poder en espacios cotidianos, como la vecindad, el trabajo, la familia o los espacios domésticos.

Por ejemplo, en nuestras entrevistas, que detallaremos más adelante, conocimos algunos de estos efectos e implicancias, así es que pudimos corroborar que ciertas dinámicas de la memoria, no sólo rememoran hechos históricos en sí mismos. Referente a esta observación la siguiente cita nos ayuda a reflexionar sobre la memoria en tiempos y espacios más bien íntimos:

Joel Candau (2006)

Así mismo podemos deducir de muchos datos etnográficos que la memoria genealógica o familiar participa de la estructuración del tiempo doméstico e incluso, en ciertas sociedades rurales o exóticas, del tiempo de colectividad, que no se organiza en función de los hechos históricos, sino del recuerdo de los momentos fuertes de la historia familiar (nacimientos, alianzas, muertes, adquisición de tierras o de una casa, etc.). (p. 39).

En nuestra opinión la memoria la definimos, en su papel como mecanismo de reparación de la autoestima dañada por la violencia colonial simbólica y material que en la mayoría de los casos es heredada transgeneracional.

Desde esta visión, reflexionamos sobre su función política o del campo político de la memoria, al ser la memoria un lugar en disputa en el escenario del conocimiento. Con esto queremos decir, que la memoria de las y los oprimidos es disidente, es antagónica frente a la construcción hegemónica de discursos históricos monoculturalistas, de identidad nacional y contra la reproducción de otros discursos que configuran enunciados colonizadores.

Desde esta comprensión, destacamos el aporte de Héctor Nahuelpan (2013) al teorizar sobre la construcción de discursos y narrativas históricas de reproducción colonial, incorporando el analisis de narrativas y representaciones mapuche en la historia, que

Folio001280

excluyen a quienes no catalogan a ciertas representaciones o esteriotipos construidos por la historia oficial, la historia indigenista e historia nacionalista mapuche.

Siguiendo con Héctor Nahuelpan, menciona y rescata la existencia y legitimidad de los espacios cotidianos, los espacios de la vida privada, como espacios históricos donde confluyen historias e identidades mapuche.

Estas identidades e historias mapuche emergentes de contextos subalternos, son portadoras de memorias históricas que han sobrevivido agenciando las resistencias, resiliencias y solidaridad, por lo tanto, son espacios y actores legítimos de las historias mapuche.

Héctor Nahuelpan (2013) conceptualiza

> Son espacios cotidianos en que se desarrollan complejas interacciones sociales e intersubjetivas que forman parte de experiencias de sufrimiento social, modos de sobrevivencia, resiliencia y resistencia, desplegados por hombres y mujeres mapuche en condiciones de marginalidad social y violencia colonial. Estos espacios, interacciones y experiencias son constituyentes de las historias familiares, de las heterogéneas y contradictorias identidades mapuche, pero se hallan subalternizadas dentro de las narrativas históricas oficiales, indigenistas y nacionalistas mapuche. (p.13)

Folio001281

Cartografía Histórica

La interpretación de la trayectoria de producción cartográfica a través de la historia, nos permite conocer por una parte, el imaginario geográfico de la época y en segundo lugar conocer las ideologías hegemónicas proyectadas en dichas representaciones gráficas. Estos mapas evidencian el sentido, intención y forma de uso de los mapas en un determinado espacio - tiempo o contexto histórico.

Para Jesus Varela (2008) la Cartografía histórica es

> la ciencia que estudia los acontecimientos humanos a través de su representación en el teatro de operaciones donde ocurrieron, o su plasmación en esquemas comprensibles, caso de los mapas, retratos literarios, pinturas o esquemas, que empleando imágenes o signos, reseñan una realidad sucedida (...) [la cartografía histórica es] la ciencia que emplea como base fundamental para la reconstrucción de los hechos históricos la cartografía. (p.2).

Continuando, el imaginario geográfico lo explica Perla Zusman (2012), a partir de los cambios de paradigmas en los estudios geográficos. A continuación seleccionamos tres orientaciones desde su articulo: enfoque humanista, enfoque marxista y poscolonial.

Resumiendo, el enfoque humanista de carácter fenomenológico de 1960, "toma en cuenta la subjetividad en el conocimiento del entorno y reconoce la proximidad entre la Geografía y el arte o la poesía. La Geografía humanista procuraba otorgar protagonismo al sujeto en un momento en que la racionalidad económica y cuantitativa era hegemónica en la disciplina" (p.52).

Folio001282

Dicho de otra forma, se considera en el análisis e interpretación de la cartografía histórica, la experiencia de los diferentes sujetos y sus contextos históricos como por ejemplo, las influencias socio culturales, políticas, económicas, artísticas, religiosas, el tiempo y espacio donde se situaban inmersos los sujetos al momento de la creación cartográfica. Así pues, se toma en relevancia el espíritu de la época que pudo influir en su imaginación geográfica y por lo tanto en su experiencia de vida.

Perla Zusman (2012) continúa indicando que la perspectiva geográfica marxista en particular de David Harvey, alude a la importancia de la imaginación geográfica y la noción histórica del espacio porque se debe "recurrir a la imaginación para incorporar los procesos sociales en el análisis disciplinar" (p.55). En este sentido, la imaginación de los sujetos en su realidad vivida "imaginación personal" como la imaginación que se crea en interrelación con el contexto social o procesos sociales, o en el espacio y tiempo histórico experienciado, son aspectos imprescindibles para el análisis histórico. En este mismo sentido, Perla Zusman (2012) prosigue mencionando a David Harvey "la imaginación geográfica contribuye a que el sujeto comprenda su vínculo con acontecimientos y lugares próximos o más distantes. A su vez, puede hacer un uso creativo del espacio y "apreciar el significado de las formas espaciales creadas por otros" (p.56).

En lo que concierne al enfoque poscolonial, Perla Zusman (2012) analiza la perspectiva de Edward Said. En razón a los imaginarios geográficos, explica que el autor interpela a la ciencia geográfica como disciplina que estuvo al servicio de las empresas imperiales modernas y de la invasión - expansión y establecimiento del orden colonial, en diferentes territorios de la tierra.

Edward Said destaca, que la geografía aportó en la construcción , internalización y legitimación de imaginarios, contenedores de discursos y de metarrelatos dominantes. Los mapas fueron una herramienta, que colaboró en la difusión del despliegue del poder hegemónico por parte de las potencias imperiales modernas.

Desde esta perspectiva, se entiende que este saber disciplinar contribuyó a la dominación colonial tanto a través de sus intervenciones materiales como también a través de sus conceptualizaciones y discursos. Estos discursos vehiculizaron ciertos imaginarios sobre aquellos espacios de ultramar que legitimaron y promovieron las acciones imperiales. (p.56).

Recogiendo lo más importante según Perla Zusman (2012) en relación a los aportes de Edward Said, rescata la incorporación al análisis histórico de la comprensión de imaginarios geográficos y sucesivamente la configuración de relaciones de poder asimétrico.

En la misma secuencia, añade el análisis de las representaciones de la otredad. Por ejemplo, los efectos que produce en los imaginarios geográficos, lo desconocido. Consecuentemente, a partir de lo incógnito se crean constructos de estereotipos como arquetipos que promueven la imposición de un orden civilizatorio , a los procesos de desterritorialización por medio de la representación ideológica a través del dispositivo mapa.

En su opinión, estos imaginarios geográficos respectivamente influyen en incorporar, integrar o neutralizar a los “otros" en los espacios de interacción o en los espacios donde se crean nuevas formas de subjetividades.

Teniendo en cuenta estas orientaciones, identificamos el mapa en su función de dispositivo o herramienta táctica que integra parte de la estrategia de un tipo de mecanismo de poder. En nuestro estudio, la interpretación de mapas grafican el imperialismo de las potencias europeas y el intento de colonización holandesa. No obstante, en el mismo momento espacial temporal suceden agenciamientos de resistencias, resultado de enfrentamientos anticoloniales, como además situaciones de resiliencia entre sujetos subalternos.

Los puntos de resistencia están presentes en todas partes dentro de la red de poder. Respecto del poder no existe, pues un lugar del gran Rechazo –alma de la revuelta, foco de todas las rebeliones, ley pura del revolucionario… Las resistencias también, pues, están distribuidas de manera irregular: los puntos, los nudos, los focos de resistencia se hallan diseminados con más o menos densidad en el tiempo y en el espacio…así como la red de las relaciones de poder concluye por construir un espeso tejido que atraviesa los aparatos y las instituciones sin localizarse exactamente en ellos, así también la formación de enjambre de los puntos de resistencia surca las estratificaciones sociales las unidades individuales. (Michel Foucault, 2002, pp.116-117).

Para completar, planteamos brevemente las definiciones de ideología hegemónica y mecanismos de poder.

La ideología hegemónica, se configura por una idea y valores que ejercen supremacía de poder. Esta idea, se impone e inserta en un orden político, social basado en un conocimiento, en una sola cultura, un único sistema económico, en un sistema de creencias, por mencionar ciertos aspectos elementales. El objetivo principal de la ideología hegemónica, es ejercer superioridad ante la existencia de otros valores u órdenes

Folio001285

sociales, llegando incluso esta práctica al hecho de neutralizar y eliminar a grupos o sociedades distintas con motivo de dominar, controlar y subordinar simultáneamente territorios y habitantes.

Para que una ideología sea hegemónica, debe crearse una estrategia y tácticas con la finalidad de divulgación, difusión y propagación de la idea para legitimarla.

Por su parte, Michel Foucault, teorizó sobre los mecanismos de poder, y su funcionamiento por medio de dispositivos. Los dispositivos, a nuestro entender son las herramientas o instrumentos que contiene la máquina siniestra que constituye el mecanismo de poder. Como lo resume Agamben (2014) en relación a Foucault "[El dispositivo] se trata de un conjunto heterogéneo que incluye virtualmente cada cosa, sea discursiva o no: discursos, instituciones, edificios, leyes, medidas policíacas, proposiciones filosóficas. El dispositivo, tomado en sí mismo, es la red que se tiende entre estos elementos" (P.8)

En definitiva, Michel Foucault (1977-1978) señala los mecanismos del poder como "un conjunto de mecanismos y procedimientos cuyo papel o función y tema, aun cuando no lo logren, consisten precisamente en asegurar el poder" (p.16).

Metodología de la investigación: Cualitativa - Interpretativa

La metodología cualitativa - interpretativa en la noción de Donatella Dellaporta y Michael Keating (2013) señala que se compone en primer lugar por una raíz ontológica "lo que estudiamos, el objeto de investigación (...) cómo se ensambla ese mundo y cómo lo interpretamos "y en segundo lugar una raíz epistemológica esto quiere decir "cómo conocemos las cosas".

La idea central de esta metodología cualitativa interpretativa, es que existe una realidad social objetiva y subjetiva intrínsecamente asociadas, que permite a la investigadora conocer la realidad de los sujetos y sus contextos históricos de manera más cercana. Entonces al tratar la raíz epistemológica, la relación entre el investigador y el objeto de investigación, aspira a entender el conocimiento subjetivo, comprendiendo que la forma de conocimiento es contextual.

Así pues, Donatella Dellaporta y Michael Keating (2013) remite a la cuestión metodológica "instrumentos y técnicas que utilizamos para adquirir conocimiento (..) en los enfoques más interpretativos recurren a métodos más suaves en los que tienen cabida la ambigüedad y la contingencia, y reconocen la interacción entre investigador y el objeto de estudio". (p.38)

En resumen, el paradigma interpretativo, busca la comprensión de los contextos históricos, sobre la base de la ontología o construcción-visión de mundo de las y los sujetos históricos y sus formas de conocer por medio de la aplicación de métodos (instrumentos y técnicas) flexibles- dinámicas-reflexivas, para facilitar la interacción y reciprocidad entre el "sujeto conocedor y la investigadora". Como resultado, es una relación de

interdependencia, de interacción en sintonía- empatía, gracias a una relación participativa y horizontal, basada en una relación dialógica partiendo desde la intercomunicación entre los sujetos e investigadora.

Para terminar, ampliamos la definición incorporando la clasificación de Yvonna Lincoln & Egon Guba (1994) del paradigma interpretativo, el cual se compone en tres niveles:

1. Nivel Ontológico: realidad social "construida" a través de significados que otorgan actores.
2. Nivel Epistemológico: estudia el proceso de interpretación desde el punto de vista de las personas a fin de lograr la "comprensión" de los fenómenos.
3. Nivel Metodológico: busca acceder a los significados con una metodología que podríamos definir como interpretativa-participante.

Enfoques Metodológicos

Pensamiento Descolonial

El pensamiento descolonial, es un enfoque que se funda en una praxis contrahegemónica. Mejor dicho, es una praxis que tensiona e interpela la construcción y reproducción de conocimientos fundados por discursos e ideologías de poder hegemónico, como es el pensamiento moderno que sustenta el eurocentrismo y establece el orden colonial en distintos lugares del mundo.

Estos regímenes de poder colonial, se han compuesto históricamente en base a relaciones asimétricas de poder, las cuales son responsables de la opresión, desigualdad, exclusión, subordinación, inclusive del exterminio de diversas sociedades y culturas.

Es por esto, que el pensamiento descolonial es una práctica cuyo principio es visibilizar a aquellas personas que han sufrido este tipo de sometimiento, poniendo de manifiesto los contextos subalternos silenciados, omitidos por la historia universal.

El pensamiento descolonial como práctica contrahegemónica, se fundamenta en la idea de transformación social, puesto que al rescatar estas historias subalternas apoyan la reconstrucción de la historicidad de los grupos o sociedades subyugadas.

En definición de Romina Conti (2020)

> En términos Lingüísticos “Hablar de descolonialidad implicaría entonces una oposición a la colonialidad del poder, o pugnar por la privación de las lógicas que en términos del ser, del saber y del poder, se instrumentan, para bregar por el desprendimiento y la apertura que el giro descolonial proponen (…) en términos gramaticales el adjetivo descolonial nos acerca a otras que este lexema puede

> asumir (como sustantivo- descolonización, descolonialidad- como verbo- descolonizar), homogeneizando nuestra opción léxica. Luego en términos teóricos – epistémicos (…) procesos y práctica de resistencia y construcción social-cultural y académica" (p. 20).

Respecto a los procesos descolonizadores del conocimiento en el área de la investigación histórica, sostenemos la importancia de la memoria oral como fuente histórica para procesos de reconstrucción, revitalización y fortalecimiento de identidades territoriales en contextos de violencia epistémica. En tal sentido, esta praxis pone de relieve la historización de voces y experiencias de actores sociales negados por los metarrelatos dominantes.

A modo de explicación, los procesos descolonizadores del conocimiento, son aquellas praxis contrahegemónicas que reivindican la diversidad de saberes y conocimientos que han sido subalternizados por un conocimiento dominante en distintos contextos históricos de colonización.

En el caso de los pueblos preexistentes de Abya Yala y en Chile, esto ocurre con la colonización europea y luego con la creación de los Estados nacionales. Respaldando esta aseveración, José Millalen Paillal (2006) plantea varios hechos de violencia epistémica al referirse al periodo de invasión y conquista española. Señala, reconociendo los sesgos que contienen estos enunciados, la importancia de la revisión historiográfica del periodo colonial en Chile "algunos datos etnohistóricos que provienen de la aguda mirada y registro de algunos hispanos e hispanos criollos de las décadas inmediatamente posteriores a la invasión, constituyen parte importante de nuestro soporte de fuentes para afirmar nuestro planteamiento" (p.19).

Es decir, los sesgos deben ser identificados y tomados en cuenta rigurosamente para una reconstrucción histórica que involucra, por ejemplo, a personas mapuche. Estos sesgos, están basados desde la ideología occidental, en parámetros de medición, comprensión y categorización.

Por lo tanto, según Millalen (2006), de niveles de desarrollo cultural, elementos de subordinación y centralización del poder, medición y conformación del horizonte cultural, que se contraponen a la Mapuche, una cultura y sociedad horizontal.

Se evidencia además, al proceso de colonización como epistemicidio, al imponer, someter, oprimir e internalizar un solo tipo de conocimiento en desmedro de otros. El propósito es configurar un único orden social, por medio de la invasión de un país o Estado a otros pueblos, naciones u otras formas territoriales

Boaventura De Sousa (2004)

> La nacionalización de la identidad cultural se asentó sobre el etnocidio y el epistemicidio: todos aquellos conocimientos, universos simbólicos, tradiciones y memorias colectivas que difieren de los escogidos para ser incluidos y erigirse en nacionales fueron suprimidos, marginados o desnaturalizados, y con ellos los grupos sociales que los encarnaba. (pp. 8-9).

Estos "pueblos sin historia", son marginados y subordinados por la historia nacional o narrativas oficiales, que reproducen discursos que borran al Otro.

Pero ¿quién es ese Otro?

Enrique Dussel (1995) "El Otro es El no- Ser, la exterioridad, la barbarie, misterio, epifanía, el rostro del otro, el "cara a cara" la viuda, el pobre, el pobre pueblo, el pueblo pobre (…) cultura periférica, indio, negro africano esclavo (…)" hombre" como epifanía del otro absoluto" (p. 106)

Eric R. Wolf (1982) en su obra “Europa y la gente sin historia” profundiza que aquellos pueblos que no ocupan un lugar en la historia de Europa, son negados y categorizados como ahistóricos, estáticos, primitivos, etcétera. Siguiendo esta reflexión, señala que no forman parte de la evolución de la modernidad y del capitalismo. Son considerados grupos humanos aislados de los contextos históricos y/o paralelamente son descompuestos por categorías como “nación, cultura, sociedad” por las ciencias sociales y sus disciplinas, creando abstracciones, lejanías y representaciones de los pueblos en los diversos contextos globales, regionales y locales.

Su crítica plantea, cómo las ciencias sociales descontextualizan realidades, experiencias, subjetividades, intersubjetividades y hasta las propias representaciones de los pueblos. Estipulando que las disciplinas no estudian sociedades y sujetos históricos con un enfoque holístico, contextual e interdisciplinario, sino con una visión dislocada de unos a otros, separados de procesos históricos demográficos, económicos , políticos y ecológicos.

Eric R. Wolf (1982) afirma

> La tesis central de esta obra es que el mundo de la humanidad constituye un total de procesos múltiples interconectados y que los empeños por descomponer en sus partes a esta totalidad, que luego no pueden rearmarla, falsean la realidad. Conceptos tales como “nación, “sociedad” y “cultura” designan porciones y pueden llevarnos a convertir nombres en cosas. Sólo entendiendo estos nombres como hatos de relaciones y colocándose de nuevo en el terreno del que fueron abstraídos, podremos esperar evitar interferencias engañosas y acrecentar nuestra comprensión” (p.15).

Pensamiento Intercultural

Por otra parte, nos situamos metodológicamente a partir del pensamiento intercultural. Nos parece fundamental enfatizar en la distinción entre multiculturalismo e interculturalidad que define Matthias Glöel (2015) este plantea que "mientras el multiculturalismo establece una oposición entre culturas mayoritarias y minoritarias, en la interculturalidad se habla de culturas dominantes y subalterna" (p.129).

Los principios éticos y políticos de la investigación intercultural implican reconocer e incubar el diálogo y la complementariedad epistémica en la investigación, reconociendo la multiplicidad de maneras de conocer–construir o producir saberes y conocimientos, con el objetivo de incentivar transformaciones sociales en contextos de opresión.

Entendemos el enfoque intercultural, como un ejercicio metodológico descolonizador del conocimiento, porque implica una postura política, una visión de la alteridad que valora la diversidad, que adhiere y solidariza como postura, con los procesos de resistencia, emancipatorios y de autodeterminación que buscan revertir el colonialismo.

Raúl Fornet (2013) argumenta

> Se trata de encaminar una crítica intercultural de la constelación de saberes dominante, como condición para un verdadero encuentro de las culturas del saber en el que la pluralidad epistemológica de la humanidad no se reprima, sino que, al contrario, se potencie. (p.97).

Prosigue la idea Raúl Fornet (2013), sobre el encuentro de saberes a partir del respeto, del reconocimiento de la diversidad, donde los conocimientos, se potencian unos con otros.

> Hay que empezar la tarea, pues, con la descolonización de los procesos de intercambio cognitivo. Esto supone que el encuentro de las culturas del saber debe servir para contextualizar la constelación de los saberes dominante, por una parte; y, por otra, para que aquellas otras culturas del saber que han sido marginadas por la constelación dominante y que como secuela de la lucha por el reconocimiento a que han sido sometidas– están acaso heridas en su autoestima, revisen sus relaciones consigo mismas y hagan un balance de las consecuencias que ha tenido para su propia auto comprensión actual la violencia epistemológica (…) solo culturas del saber que tomen conciencia de que su saber no se ha convertido en un "europeísmo oculto" (Scheler,1960:91) pueden contribuir al equilibrio de las epistemologías en el mundo. (p.103).

Otro punto de nuestra investigación, es que colabora con la reconstrucción de las historias mapuche ancestrales, memorias vivas en Isla del Rey. En relación a lo anterior, consideramos importante citar un extracto del prólogo de "A descolonizar las metodologías" en relación a la relevancia y aportes que reúne estos tipos de enfoques metodológicos

Linda Tuhiwai (2015) dice

> El libro ha servido para estimular debates de largo alcance dentro de contextos indígenas, instituciones académicas, organizaciones no gubernamentales y otros grupos de bases comunitarias sobre la reivindicación que hacen las disciplinas y enfoques del conocimiento que producen, sobre el contenido del conocimiento, sobre las ausencias, silencios e invisibilidades de otros pueblos, sobre prácticas y éticas, y sobre las implicancias para las comunidades de investigación (…) cuando

> se publicó el libro hace quince años, los mundos de los pueblos indígenas y de la investigación se entrecruzan tan sólo hasta el punto de que las comunidades indígenas eran con frecuencia objetos o sujetos de estudio por parte de investigadores no indígenas. No se consideraban ellos mismos agentes capaces o interesados de la investigación, o poseedores de un conocimiento especializado sobre ellos mismos y sus condiciones. (…) no es método para la revolución en el sentido político, pero provoca cierto pensamiento revolucionario sobre los papeles que juegan en la descolonización y en la transformación social del conocimiento, la producción del conocimiento, las jerarquías del conocimiento y las instituciones del conocimiento". (p.12).

Mapuche Rakizuam: Tukulpanzugu

El tukulpanzugu es la práctica o disposición de recordar. El ejercicio de hacer memoria en el mundo mapuche, es una actividad constante que remite a hechos y acontecimientos históricos pasados, entendidos como historia viva.

De esta manera, se producen diálogos con los seres y fuerzas trascendentales, como también sucede, la invocación de los ancestros, de parte de miembros de algún kupalme y tuwün por ejemplo.

Este diálogo con la historia ancestral, además se origina por medio de la transmisión de distintos enunciados o narrativas orales. Transferencias las cuales son custodias de saberes, conocimientos, valores y normativas del mundo mapuche.

El tukulpanzugun, es un ejercicio que propaga la conciencia histórica mapuche, porque al transmitir la oralidad transgeneracionalmente, reconstruye, recupera y conserva en el tiempo las identidades territoriales que el poder colonial ha intentado desaparecer tanto en Wallmapu, como en los espacios de vida cotidiana de supervivencia de las y los desplazados de origen mapuche.

Continuando con otro aspecto, la comprensión del tiempo histórico mapuche, se determina en el sentido de lo Küifi, esto es pensar y situarse en el tiempo antiguo o lo ancestral. Dicho de otro modo, se piensa e imagina la historia, en un tiempo anterior al sometimiento de los procesos de colonización.

> Miguel Melín, Patricio Coliqueo, Elsy Curihuinca, Elsy y Manuela Royo (2016) El concepto de Kuyfi", constituye el referente obligado para abordar el pasado en la sociedad y cultura mapuche. Al mismo tiempo, se presenta como modelo en que se deposita el legado cultural y la construcción histórica mapuche que trasciende a los individuos y al cual se recurre cotidiana y formalmente, sea para apelar a la norma (Azmapu) sea para aplicar mecanismos de control. Se traduce entonces en un modelo espejo que refleja la situación actual a partir del pasado. Desde el kuyfi se ha construido y mantenido la historia mapuche y sus correspondientes mecanismos de enunciación como el Ül (canto) o el Nutran (conversación); se han construido las redes parentales y linajes, las disposiciones éticas de la conducta y actualmente se erigen las reivindicaciones territoriales". (p.23)

Técnicas de recolección

Fuentes Históricas

Como punto de partida en nuestro estudio, efectuamos la revisión sistemática de la historiografía colonial, buscando fuentes sobre la historia de Valdivia, extrayendo hechos y acontecimientos vinculados a Isla del Rey. Para esta tarea, destacamos la revisión de los tomos de La Colección de Historiadores de Chile de Documentos Relativos a la Historia Nacional, publicados durante el siglo diecinueve y también la Colección de Historiadores de Documentos Inéditos para la historia de Chile, compilados y publicados por José Toribio Medina. En aquellos tomos se recopilan documentos de cronistas, diarios de viaje, cartas, memorias, descripciones geográficas, entre otros aspectos, que abarcan los periodos históricos desde la invasión colonial hasta la independencia de Chile.

A continuación, abordamos una revisión de fuentes históricas en relación con la excursión holandesa. En esta área de exploración, contamos con la asesoría de la antropóloga Jimena Jerez, encargada de Colecciones del Museo de Sitio Castillo de Niebla, quien nos posibilitó la visita a la biblioteca del museo, donde encontramos información valiosa en cartografía histórica e ilustraciones, como la bibliografía de Gabriel Guarda en relación a la historia de Valdivia.

Por otra parte, tuvimos la oportunidad de ser asesoradas a través de conversaciones telefónicas y vía correo electrónico, por la directora del Museo Regional de Ancud, Annemarijke van Meurs, quien aportó a nuestro estudio la precisada cartografía histórica holandesa de Isla del Rey, donde se señala el nombre para esta isla, como la Isla de Don Pedro Caritipay.

En cuanto a los expolios en la Isla, complementamos la búsqueda, por medio de la revisión bibliográfica, para evidenciar el proceso de desterritorialización a causa de la colonización del estado de Chile, y la indagación en los archivos, Nacional, del Conservador de Bienes Raíces y de Bienes Nacionales, los dos últimos de la ciudad de Valdivia.

Memoria Oral

Nuestra investigación abarcó un trabajo de campo entre los años 2016 hasta el 2022, tiempo que realizamos las entrevistas, notas de campo y el mapeo colectivo fluvial.

Debemos mencionar, que en noviembre del año 2021 hasta el día de hoy, habitamos en una Ruka perteneciente a la Recuperación Territorial Sucesión Urbano Michillanca. Este hecho involucra que nuestra investigación tenga la característica de investigación situada. Esta experiencia, significó conocer en profundidad e intimidad diversas actividades, formas de vida, pensamientos y expectativas de la gente del lugar.

Para la documentación de las fuentes orales, nos orientamos en el Diseño Narrativo por medio de la entrevista biográfica. En nuestra opinión, este diseño es pertinente, porque consideramos que el *rapport* desarrollado en el trayecto de este estudio, adquirió la confianza necesaria para este tipo de registros tan íntimos.

Roberto Hernandez-Sampieri (2014) cita a Bárbara Czarniawska (2004) quien señala que el diseño narrativo Pretende entender la sucesión de hechos, situaciones, fenómenos, procesos y eventos donde se involucran pensamientos, emociones e interacciones, a través de vivencias contadas por quienes la experimentaron. Se centran en

"narrativas", entendidas como historias de participantes relatadas o proyectadas y registradas en diversos medios que describen un evento o un conjunto de eventos conectados cronológicamente. (p.488).

En este orden, las narrativas pueden referirse a:

a) Biografías o historias de vida o grupos.

b) Pasajes o épocas de su vida.

c) Uno o varios episodios, experiencias o situaciones vinculadas cronológicamente (historias de diferentes individuos respecto al planteamiento del problema). Por ejemplo, como plantean Hernández; Fernández; Baptista (2006) "cómo vivenciaron y evolucionó el proceso de duelo de ciertas mujeres que perdieron a un hijo y el efecto que tuvo en su vida (secuelas)". (p. 486-493).

En palabras simples, el objetivo del diseño narrativo por medio de las entrevistas biográficas es crear un orden cronológico de las experiencias de vida, sistematizar y contextualizar en una narrativa histórica de acuerdo a los objetivos de la investigación.

De esta forma, nos centramos en:

- Recopilar historias o narraciones de experiencias de los participantes en función del planteamiento del problema.
- Armar una historia general entretejiendo las narrativas individuales.

A modo de cierre, los autores recalcan, son "Interacciones del participante o participantes: personal "consigo mismo" condiciones internas, sentimientos, emociones, deseos, expectativas, valores, considerando su relación con el ambiente físico, social, cultural, económico, político, religioso, etcétera. Finalmente, en relación de la continuidad del pasado -presente y futuro". (p. 486-493).

Cartografía de la Memoria de Isla del Rey

La Cartografía de la Memoria de Isla del Rey, es un mapa que recoge y representa las memorias orales en el sentido de sus trayectorias y dinámicas vinculadas a los tiempos, espacios geográficos y lugares significativos recordados e identificados en esta actividad. En este viaje fluvial, las memorias orales, rememoran espacios y temporalidades, posibilitando conocer las nociones geográficas, históricas y culturales de los habitantes, quienes al mapear desde sus experiencias, recuperaron y afirmaron sus propias formas de conocer y resignificar sus lugares en su territorialidad.

Esta propuesta metodológica, rescata las memorias orales, basándose en un proceso creativo y colectivo de selección de información para la elaboración del mapa. La Cartografía es construida a partir de las memorias heredadas, así también por las memorias vivas.

Es evidente que mapear desde las memorias orales a través del mapeo colectivo, demuestra, que se puede revertir la función histórica de los mapas como dispositivo del poder hegemónico.

Para Julia Risler y Pablo Ares (2013)

> Los mapas son representaciones ideológicas. La confección de mapas es uno de los principales instrumentos que el poder dominante ha utilizado históricamente para la apropiación utilitaria de los territorios. Este modo de operar supone no sólo una forma de ordenamiento territorial sino también la demarcación de nuevas fronteras para señalar los ocupamientos y planificar las estrategias de invasión, saqueo y apropiación de los bienes comunes. De esta manera, los mapas que habitualmente circulan son el resultado de la mirada que el poder dominante recrea sobre el

> territorio produciendo representaciones hegemónicas funcionales al desarrollo del modelo capitalista, decodificando el territorio de manera racional, clasificando los recursos naturales y las características poblacionales, e identificando el tipo de producción más efectiva para convertir la fuerza de trabajo y los recursos en ganancia. (p.5).

Desde el punto de vista contrahegemónico, el uso del mapa contribuye a los procesos descolonizadores de las representaciones geográficas de los territorios. Primero, porque se gráfica en el momento colectivo de mapear, procesos subjetivos e intersubjetivos. Estos procesos, se manifiestan desde los imaginarios y percepciones geográficos, osea por las experiencias, las emociones, los sentidos, luego por el debate, la deliberación y el consenso colectivo que definen la representación de los espacios geográficos, los hitos o acontecimientos históricos u otros aspectos o elementos significativos a representar, seleccionados y legitimados posteriormente por la colectividad.

Segundo, es una metodología descolonial que apoya los procesos de apropiación y resignificación del territorio. Consecuentemente, coopera en el desarrollo de la comprensión y conciencia de los tiempos históricos, al ser un método que invita a observar y reconocer las implicancias en el propio territorio, efecto de los cambios, transformaciones y continuidades en el transcurso de los movimientos de los tiempos históricos.

En concreto, se trata de descolonizar el mapa. Para aquello, el mapa está a disposición para la realización de un mapeo donde dialogan los conocimientos propios de los habitantes, en relación a sus memorias vinculadas a la pertenencia con su territorio y en co-labor entre las y los actores y la investigadora. Entonces, la elaboración del mapa

contiene los conocimientos locales, complementados con los conocimientos técnicos adquiridos en la academia para proyectar gráficamente la reconstrucción histórica a través de la cartografía participativa.

> Miguel Melín , Pablo Mansilla , Manuela Royo (2017) se refieren a esta praxis
>
> Surge del compromiso activo de la comunidad en el proceso de investigación en la producción de conocimiento y del compromiso científico- político. A través de esta metodología se busca poner en valor el conocimiento propio, los saberes, sentires y pensares que se construyen desde la perspectiva de las comunidades. De esta forma, la investigación acción participativa cuestiona el formato tradicional de la investigación científica de carácter vertical promoviendo la construcción horizontal del conocimiento, promoviendo el diálogo entre los saberes de las comunidades y el saber científico (...) cuestiona los objetivos detrás de la producción de conocimientos aspirando a que los resultados de la investigación permitan aportar a la emancipación frente a las formas de poder que afectan a las comunidades. Este enfoque, también cuestiona el colonialismo y el eurocentrismo científico promoviendo la construcción del conocimiento situado en lo local. (p.9).

Mapeo Colectivo

Para mapear las memorias fluviales que se desplazan bogando por las confluencias del Estuario de Ainil, acudimos al Manual de Mapeo Colectivo: recursos cartográficos para procesos territoriales de creación colaborativa de Julia Risler y Pablo Ares (2013). Este destacado trabajo, nos sirvió como guía metodológica y conceptual, además para incentivar ideas creativas en relación a recursos didácticos para el mapeo colectivo.

Los autores definen el mapeo como

> (...) una práctica, una acción de reflexión en la cual el mapa es sólo una de las herramientas que facilita el abordaje y la problematización de territorios sociales, subjetivos, geográficos (...) el mapeo es un medio, no un fin. Debe formar parte de un proceso mayor, ser una "estrategia más", un "medio para" la reflexión, la socialización de saberes y prácticas, el impulso a la participación colectiva, el trabajo con personas desconocidas, el intercambio de saberes, la disputa de espacios hegemónicos, el impulso a la creación e imaginación, la problematización de nudos clave, la visualización de las resistencias, el señalamiento de las relaciones de poder, entre muchos otros. (p.7).

Realización Mapeo Colectivo Fluvial

Antes que nada, se llevó a cabo un trabajo previo, que consistió en la etapa de invitación y explicación sobre este tipo de actividad. Visitamos hogares, informando en qué consiste el mapeo colectivo fluvial. Además reforzamos el contenido y explicación del mapeo por medio de la elaboración de un díptico expositivo sobre de qué trata el mapeo colectivo fluvial, de cómo se ejecutará y mostrar la importancia de la participación de habitantes en este evento.

Concluyendo, la creación de la representación de la Cartografía de la Memoria fue construida en colaboración con los geógrafos de la Uach, Claudia Dauré y Richard Troncoso, perteneciente al Centro de Estudios Comunitarios Geoeduca, quienes, en esta etapa, nos orientaron con la experiencia y praxis de su trabajo realizado en conjunto con comunidades desplazadas de Panguipulli: Metodología participativas y procesos de memorias colectivas en territorios invisibilizados (2020).

Instrumentos de Recolección

- Archivos Históricos.
- Bibliografía.
- Entrevistas Radiofónicas abiertas y semi- estructuradas.
- Notas de Campo.
- Fotografías.
- Registro audiovisual de actividades comunitarias: mateadas, recorrido fluvial, llellipun, rukan, cosechas de manzana, elaboración de chicha, invitaciones a comer en hogares, recolección de mariscos y hierbas medicinales, reuniones con autoridades de gobierno en sede vecinal de Carbonero
- GPS
- Mapa de Isla del Rey, para mapear colectivamente lugares significativos desde las memorias participantes.

Capítulo II

Wapi ñi Tukulpanzugu: Reconstrucción Histórica de Isla del Rey. Estuario del Gran Pueblo de Ainil (Estuario Río Valdivia)

Trayectoria Naval de la Primera Invasión: Pastene, Alderete y Quiroga llegan a Fütawillimapu y al Estuario de Ainil

La primera parte de la historia de Isla del Rey, se contextualiza en un acontecimiento histórico que transformó la historia y cultura de los mapuche williche, debido a la invasión del Imperio Español en territorio Mapuche.

En 1544, zarpó una expedición española hacia el territorio del Fütawillimapu, la gran tierra del sur. En nombre del Emperador Carlos V y al mando de esta empresa colonial, el Gobernador Pedro de Valdivia, destinó dos embarcaciones a dicha excursión.

Gobernando las calaberas Santiaguillo y San Pedro, llegó el Adelantado Gerónimo de Alderete, Pastene y Quiroga. El primer desembarco en Fütawillimapu, fue en la costa de Purranque o Bahía de San Pedro. Enseguida, rumbo al norte, avistaron otros dos destinos de interés, el estuario de Ainil (desembocadura del Río Valdivia) y la bahía de Cullamó (Puerto de Corral).

> En el Puerto de Valparaíso (…) a tres días del mes de septiembre de 1544 años, el muy magnífico señor Pedro de Valdivia, electo gobernador y capitán general (…) dio poder ante Antonio de Valderrama, escribano mayor de S. M., a Juan Bautista de Pastene, su teniente de general en la mar, y piloto de su navío llamado San

Pedro, y a Jerónimo de Alderete, tesorero de S. M., é A Rodrigo de Quiroga, e á mi Juan de Cárdenas, escribano mayor del juzgado, en estos reinos de la Nueva Extremadura (…) . [4]

El interés que condujo la expedición, fue navegar hasta los mares australes de Magallanes, por ser una ruta de importancia geopolítica para la expansión imperial. Dicho de otra forma, los condujo a descubrir y reconocer las rutas navegables, las rutas comerciales, explorar las particularidades de la geografía costera y los recursos naturales de estos desconocidos parajes.

La nave arribó a la Bahía de San Pedro el 17 de septiembre. Luego de reconocer el lugar y levar anclas, regresaron en dirección al norte, encontrando la Bahía de Cullamó (Corral), el 22 de septiembre de 1544, lugar que renombraron Puerto de Valdivia.

Posteriormente, surcan las olas del Lafkenmapu acompañados de mapuche secuestrados y con incierto final hacia el puerto de Valparaíso. La empresa colonial, retorna 8 años más tarde a este territorio.

4 Medina, José Toribio (Comp). (1889). Poder que dió Pedro de Valdivia, gobernador de la Nueva Extremadura, á Juan Bautista Pastene, su teniente de capitán general en la mar, para el viaje á que le enviaba a descubrir la costa desde el Puerto de Valparaíso hasta el Estrecho de Magallanes; y a continuación la instrucción, y la relación del suceso del viaje desde 4 hasta el 30 de septiembre. Colección de documentos inéditos de la historia de Chile. Tomo XVIII. Santiago: Imprenta Elzeviriana. Santiago,

Ruta de navegación entre el 4 y 30 de septiembre de la expedición de Juan Bautista Pastene.[5]

Antecedentes históricos a partir del primer desembarco en la Bahía de San Pedro

José Toribio Medina (1889) nos narra

Aquí pusimos nombre a este puerto, el puerto de San Pedro, por llamarse Pedro el gobernador y San Pedro el navío que lo descubrió; estuvimos quedos aquella noche, habiendo visto cuando llegamos indios é indias a la costa, y buhíos, que son sus casas, y muchas sementeras, y tierra apacible y de buen temple: este puerto tiene de abrigo de norte y de sur, y de travesía (…) Aquí salimos en tierra el capitán y Jerónimo de Alderete, y yo y otros siete soldados (…) llegando a tierra estaban

5 Cartografía realizada por M. Mansilla.CC BY-SA 4.0, File File: ExploracionPastene.png, Creado el: 1 de enero de 2008.

> cerca del agua hasta doce indios é indias, algunos de ellos con unas tiraderas en las manos, hablando soberviosamente, lo que no le entendimos: y mostrándoles alguna chaquira, y haciéndoles señas nos dejaron llegar a ellos: llegados, tomados dos indios y dos indias, y teniéndoles cuatro soldados por las manos, sacó el dicho capitán la instrucción arriba contenida del dicho señor gobernador, y dio el poder al tesorero Jerónimo de Alderete, é díjole que tomase posesión en aquellos indios é indias de aquella tierra (…) Jerónimo de Alderete, tesorero de S.M., armado de todas sus armas, con una daga en su brazo izquierdo, teniendo sus espada desnuda en la mano derecha, dijo que tomaba é tomó, aprehendía y aprehendió posesión en aquellos indios e indias, y en el cacique dellos, que se llamaba Melillán, y en toda aquella tierra y provincia, y las comarcas a ellas.(p.77-78).

Este primer relato, describe la preexistencia del pueblo mapuche williche, también algunas características de la vida mapuche, como son la vivienda y la agricultura.

Jose Toribio Medina rescata en su compilación (1889) “habiendo visto cuando llegamos indios é indias a la costa, y buhíos, que son sus casas, y muchas sementeras”. (p.82).

En cuanto a las viviendas mapuche ruka, las llamaron *buhíos,* por su semejanza a las *Bohío* de origen Taíno, las cuales conocieron en el trayecto de la invasión. La estructura de los *buhíos* es semejante a la ruka, por su arquitectura circular, el revestimiento de fibra vegetal y entramado de madera.

A parte de ello, nombran sementeras, aludiendo las tierras sembradas de los levo y además describen la muchulla o familia mapuche, designación particular en willimapu.

Gabriel Guarda (2001) escribe

> Más ricos que los de otras partes, se agrupan en Muchullas, organización social sólo conocida en Valdivia: en 1565", a raíz de un pleito por un repartimiento, se indica que el de Panpalén "es cavi grande, e tiene debajo de sí otras muchas parcialidades o cavíes pequeños, que en lengua de los naturales se llaman pichicavíes o muchullas", agregando que en el distrito de Valdivia hay muchos cavíes grandes que tienen debajo de si otros pequeños", contando la encomienda de Baltasar de León 4 o 5 "pichicavíes o muchullas".(p. 26).

En base a estos relatos, se demuestra la gran organización social del territorio y a la vez se pone de manifiesto, la capacidad productiva de esta época, por medio del cultivo de la tierra, y como veremos más adelante, en relación a la autonomía alimentaria, en las descripciones de copiosas crianza de ovejas y camélidos llamados entonces, como chiliweke.

En este primer encuentro, conocemos además, cómo se constituye la violencia colonial simbólica y material. Nadie puede ignorar, que el engaño y el secuestro de mapuche de los lebos, significó un intento de desarticulación de la organización política. Conjuntamente, ocurren los primeros despojos territoriales y el comienzo de la conquista espiritual por medio de las armas y la cruz.

A saber mejor, estas prácticas se inauguran el mismo día jueves 18 de septiembre, en un lugar que figura como dice José Toribio Medina (1889) la *"*provincia de Lepil, donde existe un poblezuelo que se dice en aquella tierra Lepilmapo, y pasa junto a él un riachuelo pequeño que se dice Lepileubo". (p. 82).

Inclusive, en este mismo informe o diario de viaje, observamos los sentimientos de miedo y terror vivenciados por los mapuche, explicitados el día 21 de septiembre, cuando son secuestrados nuevamente mujeres, hombres y caciques, en un lugar que llamaron San Mateo (Punta Galera, en el presente reivindicado como Füta Paliwe por el Lof Pablo Nauco) "Medina (1889) nos dice " legua de tierra en una punta muy señalada que sale mucho a la mar, y pusímosle nombre la punta de San Mateo, porque en su día estuvimos cabe en ella: está punta está en 40 grados largos en altura". (p,79).

La crónica de la primera compañía de conquista a cargo de Pastene, Alderete y Quiroga, describe también la existencia de una numerosa población Mapuche y la estructura de organización política mapuche, donde se reconoce el cacique principal o Ñizol Longko de este territorio Lafkenche, el longko mayor LeuboManique. Los detalles son expuestos en circunstancias del desembarco de los días domingo 21 y lunes 22 de septiembre de 1544.

Así lo destaca Medina

(…) el capitán en tierra con veinte y dos soldados para tomar lenguas, y salimos tantos porque había más de trescientos indios é indias á la lengua del agua, dejando cuatro soldados á ala guarda del barco. Tomamos dos caciques, cuatro mancebos y dos mozas; y los demás, viendo esto, dieron á huir, escondiéndose por unas malezas que estaban por allí cerca Y puestos los caciques é indios é indias, en medios de nosotros el tesorero Jerónimo de Alderete, armado como estaba, con su adarga embrazada y la espada desnuda, dijo que tomaba y tomó, aprehendía y aprehendió posesión de aquella tierra y provincia que se llama en lengua de aquella tierra Lepilloa, en aquellos dos caciques, que se llaman Turiocula

y Perquinande, y en los demás indios é indias, y en su principal cacique á quien son sugeto, que se llama Leubomanique (p.79).

El Gran Pueblo de Ainilebo. Estuario del Río Valdivia

Siguiendo con la travesía de la empresa expansionista, desde la bahía de Corral se dirigieron río arriba, el 22 de septiembre de 1544. Desde los navíos divisaron a un gran pueblo que habita las confluencias de los ríos que se encuentran y dan vida al estuario de Ainileufü o el río de los Ainil (Estuario del Río Valdivia).

Testigos de este acontecimiento, fueron los caciques, indios e indias cautivos a bordo de los galeones. Sin lugar a dudas son ellos quienes dan a conocer el nombre de este pueblo y su territorialidad

José Toribio Medina (1896) menciona el testimonio de Jerónimo de Alderete

(…) vinimos navegando de costa á costa hasta un río grande llamado Ainilebo, y á la boca dél está un gran pueblo que se llama Ainil, y está en la altura en 39 grados dos tercios[6] (…) Aquí pusimos nombre á este río, el río y puerto de Valdivia: no saltamos a tierra porque era tarde. Desde la mar, el dicho Jerónimo de Alderete dijo que tomaba y tomó posesión de aquella tierra y provincia (…) y de la isla que cerca de allí vimos, que se llama Guiguacabin, á la boca de un río grande llamado

6 Respecto a la localización de la isla, la georeferenciación de un estudio del año 2001# Se localiza a Isla del Rey a 10 km en dirección S-W de la ciudad de Valdivia en los 39°54´ S y 73°18´ W. Debemos tener en consideración, que en esta época existieron márgenes de error en precisión de instrumentos, pero lo cierto es que no influiría del todo en localizar la isla, como el lugar donde habitan los descendientes de Ainilebo (el pueblo de Ainil).

> Collecu, donde tiene su casa y guaca[7], que es su adoratorio, el cacique y gran señor llamado Leochongo, y del dicho cacique é indios de aquella provincia (…) Pusimos nombre desta isla, la isla Imperial; y al río, el río de Santa Inés. (p.85).

En correspondencia, José Bengoa (2003) explica que "Alderete recorre el río y ve que en la Isla del Rey, como hasta el presente se le conoce, "había más de trescientos vecinos", un buen número de personas. Podemos suponer que, en algunas ocasiones, toda esa población ribereña se reunía en el aliwen. La presencia de canoas era evidente y masiva hasta hace muy poco tiempo". (p.141).

Diego de Rosales (1674) [1989], ante este precedente, añade el efecto perjudicial para el Pueblo de Ainil en el tiempo consecuencia de la colonización

> En los primeros años de la conquista deste Reyno estaba poblada de tres mil indios con sus familias, governadas por un corregidor español, y era corregimiento de mucha estima; sembraban y cogian en ella cuanto era menester para el sustento; y aora no ay un indio tan solo y se ha convertido en un eriazo y espesa selva. [p.272].

---

7 Huaco. (Tb. guaco, Ec. y Perú. Del quechua waca 'dios de la casa'). m. Chile, Ec. y Perú. Objeto de cerámica u otra materia que se encuentra en las guacas (sepulcros de los antiguos indios). Comentario. Ubicación errónea de variante de lema (guaco) y glosa errónea. Debe ser "huaco o guaco. (Del quechua waku 'recipiente de cerámica'). m. Chile, Ec. y Perú. Recipiente de cerámica u otro objeto de este material que se encuentra en las guacas (sepulcros de los antiguos indios)." En: Observaciones de palabras aimaras, quechuas y puquinas en el Diccionario de la lengua española de la Real Academia Española de la 23a. edición, 2014.

Las toponimias mapuche circundantes al estuario y el mítico Leochengo

Isla de Guiguacabin

Vamos a ver ahora, cómo las toponímicas que registraron los cronistas, dan a conocer los nombres propios de la geografía mapuche.

Acerca de Guiguacabin o Guiguacawin, su origen etimológico proviene del mapudungun cabi o kawin, o sea lugar de encuentro. Esta isla corresponde a lo que hoy es Isla de Mancera.

Respecto a la expresión de Güiguacabin, Mario Bernales (1984) señala su origen como "La Güiguacabin (de ühueñn, de "silbar" o "ühua", maíz y cahuin de "fiesta"), como llamaban los indios"(p. 7).

Acto seguido a la posesión de la ínsula, por Alderete en 1544, es renombrada como Isla Imperial. Posteriormente, hasta 1645 pasa a llamarse Isla de Constantino. En definitiva, desde ese mismo año al presente, se llama Isla de Mancera, en reconocimiento del Márquez de Mancera.

No obstante, Jimena Jerez (2013) exhibe lo examinado en dos cartografías, con respecto a Isla de Mancera y además para el río de Valdivia "Queda registrada la isla con el nombre de Lucengo en Orbis Terrae compendiosa descriptio de Mercator 1582 y en el mapa de Diego de Gutiérrez de 1560 se identifica el río como Ainiledos". (p. 90).

En lo referido a Leochengo [en la cartografía citada aparece como Lucengo], Diego de Rosales (1674) [1877-1878], describe la mítica figura, representando a la perfección el imaginario de la época hacía la otredad de los habitantes preexistentes mapuche. De otra manera, pudo influir en esta apreciación, el poder o conexión sobrenatural de Leochengo. “El principal adivino y el más afamado que consultaron, fué un Leuchengo gurú, indio que tenía trato con el demonio y que por arte de mágica y con su aiuda se transformaba en tigre, león, ballena y otras formas espantables” (p.497).

Orbis Terrae compendiosa descriptio de Mercator 1582.

Mapa de América, Diego de Gutiérrez. Año 1560. Museo Naval. Madrid, donde se observa el Río Aniledos.

El origen de Ainil, Ainilebo y de Ainileufü

Sobre el significado de ***Ainil***, podemos decir que no existe certeza de su origen o etimología. En algunas notas de campo, hemos anotado expresiones como la de una jóven[8] habitante de la costa de Valdivia

Cuando era pichi, unos de mis antiguos me habían dicho que Ainil era encuentros, y como leufü es río, era el encuentro de los ríos, como se ve geográficamente en los

8 Nota de campo, Wunelejo Paineñamku, habitante de la costa Valdiviana. Su padre proveniente de Mariquina y su Madre de Mafil viven en la costa de Valdivia hace más de 30 años “cuando Niebla era solo manzanos”. Febrero del 2022).

> mapas. Pero Ainil podría ser, encuentro de pueblos si lo vemos de forma más profunda, porque para küifikeche ti kewün era más unificado siempre, nos juntábamos como se juntan los ríos.

En otros términos, Ainil podría ser un préstamo lingüístico, de "*aini*" de los mitimaes Inca.

Ahora desde el punto de vista académico, en la investigación de Mario Bernales (1984), titulada Aspectos diacrónicos de la toponimia de Valdivia, acota que "Primitivamente, el Río Valdivia, designación dada por Pastene en 1544, fue denominado por los indios de la tribu de "Ainil" (de anül (en), "haberse establecido"), "Ainileufü o Ainilebu", que quiere decir "el río de los Ainil"(p.8).

En tanto que, el Museo de Sitio de Niebla, señala el probable origen lingüístico de Ainil y de Ainiledo del "*che-zugun*, del habla de la gente del sur, así *ainil* se traduce como "resplandeciente" y *ledos* (o lebos), son las unidades político-territoriales que organizaban socialmente a los mapunche, parcialidad o agrupación de *cavís*, que agrupaban a su vez las *reguas* (rewe)".

> En lo que concierne a Lebo, José Toribio Medina (1966) cita a Jerónimo de Vivar
>
> Estos indios de esta provincia tienen esta orden: que tienen un señor que es un lebo, siete u ocho cabis que son principales, y esos obedecen a un señor principal. Ciertas veces del año se juntan en una parte que ellos tienen señalado para aquel efecto que se llama regua, que es tanto como decir "parte donde se ayuntan" y sitio señalado cómo en nuestra España tienen donde hacen cabildo. (p.161).

Otro punto es, la confusión constante, es revisar algunas interpretaciones para diferenciar "*lebo"* de *"leubu"* o "*leufü",* así mismo la localización del Pueblo de Anil y de Guadalafken.

La idea central de esta aclaración, es comprender y mencionar adecuadamente las categorías de la organización social, política y administrativa mapuche de este territorio, y saber localizar los nombres propios preexistentes de la geografía mapuche, entre el estuario y río arriba.

Acerca de este punto en cuestión, la confusión, Leonor Adán Alfaro, Simón Urbina Araya y Margarita Alvarado Pérez. (2017), citan a Boccara (2007) "A su vez el análisis de la voz lebo con el cual se designa a una unidad básica de la estructura político-territorial mapuche ha sido relacionada con la de leufü o río"(p.83).

En primer lugar y pertinentemente, acudimos al mapuche kimün para comprender el significado de Lebo como categoría socio-política recurriendo a Juan Ñanculef Huaiquinao (2006) quien explica de la siguiente manera

> Esta base social fue lo que los cronistas que llegaron de España y luego historiadores no indígenas, antropólogos y arqueólogos wigka habrían de llamar "tribus" salvajes. Después de un tiempo de choque cultural, estos cronistas fanáticos del catolicismo imperial se dieron cuenta, como Marino de Lovera lo afirma, de estas estructuras se trataban de tribus mapuche ya organizadas, a la que algunos le decían "lov" o "levo", nomenclatura confundida del lof original se encuentra en muchos museos, que explican la organización socio política del Pueblo Mapuche entre los siglos XV y XVI. Estos lof con una gran identidad del küpan o kupalme, linaje patrilineal, y luego del tuwün, linaje matrilineal, se estructuran siguiendo sus raíces a través del mollfüñ o sangre y generaban el árbol familiar. Esto supone un

> protocolo, una forma íntima de comprenderse, de relacionarse, de normar sus relaciones, lo que la sociedad occidental llamará relaciones familiares y sociales. Esas normas primarias, esas relaciones básicas, es lo que llamaremos la cultura mapuche (p.36-37)

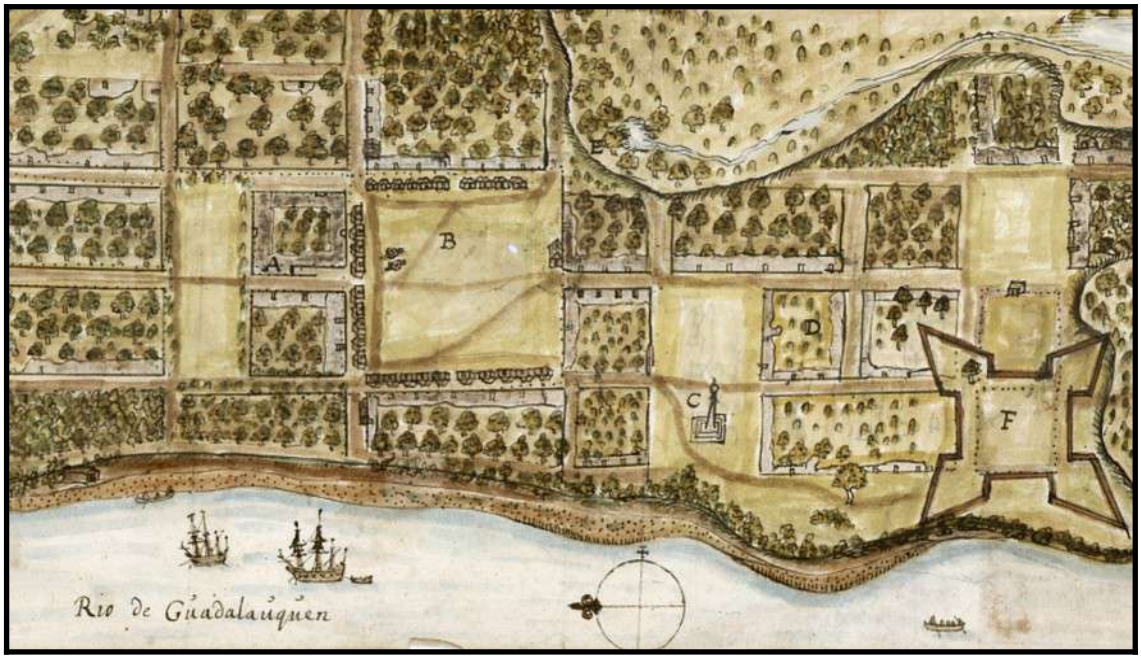
Luego, en la página *web* del Museo de Sitio Castillo de Niebla, encontramos algunas acepciones "Ledos (o *lebos)*, son las unidades político-territoriales que organizaban socialmente a los mapunche, parcialidad o agrupación de *cavís*, que agrupaban a su vez las *reguas* (rewe)".

El cronista Jerónimo de Vivar (1966) indica

> Tienen esta orden entre ellos que cada lebo, que es una parcialidad, tienen un señor, y estos principales obedecen a aquella cabeza". Cada lebo sumaba entre mil quinientas a dos mil personas y algunos más. Cada lebo tenía a su vez siete u ocho Cabí, o castellanizado cabíes, durante el año se reunían en un lugar específico denominado rewe (p.160).

Interpretativamente, Ainil no es Valdivia, es el pueblo que se encuentra en la desembocadura del río Valdivia el Guadalafken. Interpretativamente, "Guada" proviene de zapallo, o "instrumento musical mapuche", y de"lafken", por la gran inmensidad del río, como si fuera mar.

En resumen, las confluencias fluviales que se reúnen en el estuario de Ainilebo son, primero, Ainileufü, que significa el río de los Ainil, segundo, el Guadalafken o Valdivia y tercero, el Collicu o Tornagaleones.



Plano Holandés de Valdivia, 1643 donde aparece el Río Guadalauquen. Universidad de Goettinger. En: Museo de Niebla.

Plano Holandés de Valdivia, 1643 donde aparece el Río Guadalauquen. Universidad de Goettinger. En: Museo de Sitio Castillo de Niebla.

Los Nombres de la Gran Isla en el transcurso de la Historia

La Isla de Diego de Ramírez

En relación a los hallazgos sobre el nombre de Diego de Ramirez, encontramos que pese a no estar permitida la encomienda como sistema esclavista para la provincia de Valdivia, lo cierto es que sí existió. La isla pasó a llamarse de Diego de Ramirez, por ser una de sus encomiendas, la segunda fue la Isla de Constantito (Mancera) "En los primeros tiempos de la conquista se llamó por un vecino que la poseía, la Isla de Diego de Ramírez, pero desde mediados del siglo 17 siguió denominándose Isla del Rey"[9]

Esta encomienda la adjudicó Diego de Ramirez, luego del deceso de Pedro de Valdivia muerto en Tucapel un 25 de diciembre de 1553.

En palabras de Pedro Mariño de Lobera [1580], Valdivia mandó a registrar todos los cabís que existían, a los que llamaron repartimientos, pero no "encomendó ninguno". Su idea fue establecer un trato sin régimen esclavo de encomienda e intentar por otros tratos la sumisión y civilización hacia los mapuche de esta zona.

Pedro Mariño de Lobera (1865) [1580] detalla

> De todos estos repartimientos no encomendó ninguna Don Pedro de Valdivia por entonces a los vecinos excepto una principal encomienda que dió al licenciado Julian Guitierres Altamirano a quien dejó por capitán y justicia mayor de la ciudad, difiriendo la distribución de los demás repartimientos. Más en lugar de encomenderos señalo personas, que atendiesen al bien de los indios, las cuales le

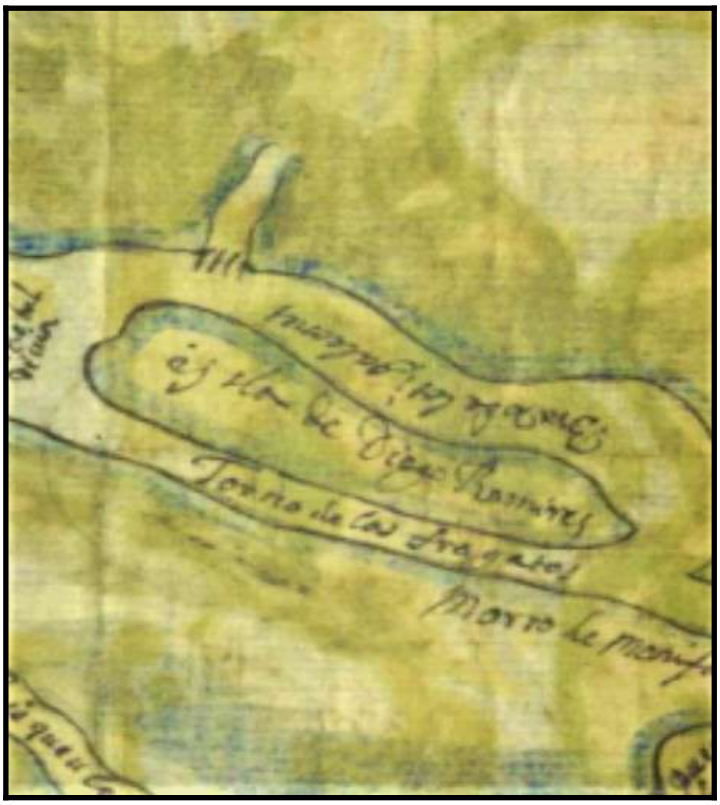
9 Diccionario Geográfico de la República de Chile. (1899). Segunda edición corregida y empastada. New York. (p. 658)

> doctrinasen, y sosegase en la paz, y quietud, dejó aparte los indios que venían a la ciudad, y todos los del contorno, y lugares marítimos, a los cuales aplicó al servicio de su casa, y ciudad, por ser parte de los pescadores, y los que estaban más cercanos y eran aptos para ello, los ocupo en la fábrica de la ciudad. (p.140).

Para más claridad Gabriel Guarda (2001) sostiene que " la fundación, Pedro de Valdivia, en lugar de encomenderos, señaló personas respetables que atendieran a la paz y quietud de los naturales, aplicando a los del contorno al servicio de su casa "y los que eran aptos para ello los ocupó en la fábrica de la ciudad": suponemos que la expresa mención hecha en las concesiones, de indios para el servicio de las casas, debió ser para su construcción. (p.91).

Para concluir con la encomienda de La Isla de Diego de Ramirez del año 1555, nuevamente Gabriel Guarda (2001) explica

> Hubo tres distribuciones de encomiendas., fuera de las hecha por el propio Valdivia, sólo "un entretenimiento de servicio de casa"; la primera la hace Francisco de Villagra en obedecimiento a una orden del Cabildo, el 13 y 14 de octubre de 1555; especie de concreción del proyecto del fundador, fue desaprobada por la audiencia de Lima, por lo que el Cabildo, en vista del bien común y haciendo uso de sus prerrogativas, suspende la ejecución de esa resolución y delega en los Alcaldes Benítez y Ramírez la distribución "por vía encomienda". (p. 86-89).



Carta de la costa de Chile del 41° al 46° lat.Sur con la bahía e l´isola di Chiloe; sul fondo, la cordiglieracon alcuni volcani. Alonso de Ovalle s.j ¨(1603-1651). Archivum romanum societatis iesu. Fuente: Monumenta Cartographica Valdiviensae. Gabriel Guarda y Rodrigo Moreno. (2010).

La Isla del Rey

La Isla del Rey comenzó a nombrarse de este modo, al ser despojada su gente de su territorio, mediante el dominio y la explotación a consecuencia de la imposición del sistema jurídico y administrativo de realengo. Esto quiere decir, que la isla se transformó jurisdiccionalmente en potestad o dominio del Rey.

Dicho de otra manera, la isla en su totalidad, es tierra común a la corona, no puede ser de propiedad particular.

La particularidad del realengo de Isla del Rey, fue la explotación de su gente y de su tierra para servir como abasto para la manutención de la administración jurídica de la Corona y de los primeros vecinos, que se instalaron en Guiguaicabin (Isla de Mancera).

Gabriel Guarda (2001) expone que Carvallo refiere que en 1645 el Gobernador Francisco Gil de Negrete manda "partidas de caballería sobre las parcialidades de Chumpulli y Mamahuala" [dejando] libre los ejidos de la ciudad; los nombres de las Islas del Rey y Realejo acusan su carácter comunitario; el principal bien común es la Isla de Valenzuela, encomienda de la familia de este apellido, lo que no se opone a su calidad de bien común, que conserva hasta 1850. (p.47).

> La gran Isla del Rey, como lo indica su nombre, era un realengo, destinado al pastoreo de las reses necesarias para el sustento de la población de la isla de Mancera, donde, como es sabido, habían sido trasladadas desde 1760 autoridades y guarnición de la ciudad. Como en el caso de la de Valenzuela, siempre habían existido propietarios, si bien sus títulos nunca habían sido del todo claros, aunque tampoco negados; cuando en 1779 se abandonó la idea de traslado de la ciudad a

> Mancera asentaron ya sin disputa su dominio. En el testamento otorgado por el Capitán Vicente de Agüero en 1784 después del fallecimiento de su primera esposa, Eulalia de la Sal, es inventariada en gran parte como de su propiedad, con un avalúo de 125 pesos; después del fallecimiento de su viuda y segunda mujer, Ramona Henriquez, fue apartada de la masa de bienes por acuerdo común de sus herederos, que la conservaban, aún, por lo menos en parte, en 1860. Tal vez fue la porción mayor que vendió Manuela Agüero Henriquez a José Justo Flores, quien a su vez otorgó en 1842 escritura de compraventa al citado ingeniero alemán Guillermo Frick, quien en agosto de 1845 daba poder al ex intendente de la provincia, José Joaquín de la Cavareda, para que solitase del gobierno, en la capital la sesión a su favor de las demás tierras baldías de la isla en cuestión". (Gabriel Guarda, 1973, p.220).

En otra perspectiva, sobre la base de la tradición oral mapuche, conocimos relatos en torno al origen del nombre de Isla del Rey.

El primero de ellos, es que "existió un Rey Michillanca. Este Rey poseía grandes tierras, numerosos animales y varias mujeres". (Beatriz Flores Michillanca, entrevista mes de Julio del 2019).

Hipotéticamente, la figura de "Rey" pudo ser una percepción de la gente mapuche que se transfirió a través de la tradicional oral, y esta memoria oral asimiló desde el punto de vista del estatus social asemejando la figura del Rey a el mapuche Michillanca, considerando los aspectos de riqueza en tierras, ganado y la poligamia, cualidades propias de un "Apo Ülmen".

En definición de Escribano Rodrigo, (2016)

> El término Ülmen o Guilmen es el más común en las crónicas e informes y hace referencia a los jefes de los Rehues, que ejercían cierta autoridad en función de varios caracteres diversos. Su cargo estaba asociado a la ancianidad (sabiduría), e implicaba la posesión de riqueza, clientelas y un buen número de esposas (p. 3).

Quisiéramos agregar, otra mención sobre el Apo Ülmen. Consideremos esta cita también para pensar en la figura de Don Pedro de Caritipay, que leeremos a continuación

Gabriel Guarda (2001) dice

> Así como el Rey los equipara legalmente a los nobles de Castilla, para los cronistas los caciques son "príncipes y señores de vasallos", o como los señores de título en España; "presumen entre ellos de linajes o descendencias y de apellidos, porque hay casas que se nombran del Sol, otras de leones, raposas, ranas y cosas semejantes[...] y es tanto lo que se precian de estos apellidos, que sólo les falta usar de escudos y armas. (p.380).

Continuando, con el relato de Beatris Flores Michillanca, el Rey Michillanca pudo habitar en el sector de la Escuela de Carboneros, precisamente detrás de ella.

En ese lugar, observamos que sobrevive un Triwe (laurel) muy anciano a pesar que lo han lastimado, cortando parte de sus brazos. En la cultura mapuche, el Triwe es anümka püllü, una planta sagrada, porque el triwe representa el espíritu de algún antiguo o küifikecheyem.

También es parte esencial en ceremonias y como lawen (de uso medicinal). Por ejemplo, para tratar el alwekon (tristeza por duelo). Otra forma de uso, es para la protección y contra. Se utiliza la Anümka (planta), la trolüf triwe (corteza), la tapül (las hojas) y las folil triwe (raíces).

Para terminar, la segunda narración es un “piam” (relato) transmitido en la familia Antillanca Huechante, del sector las Minas más allá de Curiñanco alto.

El relato trata de un hombre mapuche que “nació con corona de oro", por eso se llama Isla del Rey. “La reina de España, al enterarse de aquel mapuche de corona de oro, envió a un súbdito a cerciorarse de este acontecimiento. El español, fue a la isla y cortó la cabeza del mapuche que nació con corona de oro y trasladó su cabeza hasta donde se encontraba la reina”. (Comunicación personal con Gabriel Antillanca Huechante, marzo del 2022).

La Isla de Don Pedro Caritipay

Entre el 23 de agosto y el 28 de octubre de 1643, la excursión holandesa permaneció entre el estuario del gran pueblo de Anil y en Guadalafkenmapu. Las relaciones entre mapuche y holandeses se llevaron a cabo bajo una serie de parlamentos, alianzas políticas, comercio e intercambios de artefactos y alimentos entre ambos pueblos. En este contexto acotado brevemente, apareció el reconocimiento del dominio de Don Pedro Caritipai (del mapuzugun llegó verde). Este registro, se inscribe en una Cartografía del Diario de Viaje de Hendrick Brouwer de 1643.

En este sentido, recabando información sobre Don Pedro de Caritipay, Gabriel Guarda (2001) cita a este Longko o probablemente Apo Ülmen, en el contexto de la construcción truncada de tres fortificaciones holandesas "Se descarta el costado norte de la bahía- el morro Bonifacio y Niebla- por ser demasiado elevado, y si es en la playa, por estar dominado por cerros, la punta de la isla de Don Pedro Caritipay- del- Rey-, de óptima posición, se desecha por no defender el fondeadero de Corral; la actual isla de Mancera, finalmente, también es descartada por ser muy alta"(p.130).

Cartografía en Logbook de Brower, 1643. Algemeen Rijksarchief, La Haya.

La Expedición Holandesa de Hendrick Brouwer a Tierras Mapuche Williche.

Fueron dos los acontecimientos claves que facilitaron la excursión holandesa.

En primer lugar, la destrucción de las 7 colonias españolas por parte de la resistencia mapuche y, en segundo lugar, la tregua entre la guerra de España y las luchas independentistas de los Países Bajos.

A mediados del siglo XVI, regresan los colonizadores fundando la Ciudad de la Serena, la Provincia del Mapocho, y la ciudad de Santiago en 1541 . Poco después, Pedro de Valdivia se trasladó por tierra hasta Concepción, ciudad fundada en 1550.

La insaciable ambición de Pedro de Valdivia, motivó la inversión de grandes sumas de oro, para abastecer a sus huestes para la campaña militar, que abarcó desde Arauco al Fütawillimapu.

Aprovechando los factores favorables del clima estival, evitó el duro invierno, usufructuando igualmente de saquear las cosechas de los habitantes mapuche. De este modo, continuó su avanzada por tierras mapuche:

Gerónimo Bibar (1558) dice

> Viendo que era tiempo convenible para ir a poblar adelante por tener los indios entonces sementeras ya grandes y, cuando allá llegasen, estarían sazón para coger[10], y estando ansí no padecerían detrimento, ansí los naturales como los pobladores". (p. 290).

10 Referente a los saqueos de alimentos efectuados por los conquistadores, en conversación con el Kimche Tito Lienlaf Marilaf, de la Comunidad Wichan Mapu de Mehuín Bajo, compartiendo en su Ruka, una tradicional preparación de papas buna en la celebración del presente We txipantu (renovación de un nuevo ciclo de vida), nos señaló que el origen de esta conservación y preparación de la papa, surge a causa de los saqueos. Los mapuche antiguos, escondían las papas en las aguas de los witrinko (esteros) semienterradas en el fondo de sus aguas, aplastadas por piedras, con el fin de poder alimentarse del tubérculo, cuando era constante el robo de las cosechas. La poñi buna, significa papas podridas, se prepara cociendo en agua, convirtiéndo la papa, en un nutritivo plato almidonado.

Continuando con la campaña de conquista, Valdivia cabalgó decidido a enfrentar, ocupar y someter estos vastos lugares habitados por guerreros y guerreras mapuche, lugares donde encontró desplegadas distintas y valerosas defensas, como fue la de Andalién.

La resistencia y derrota en la Batalla de Andalién, posibilitó el tránsito y cruce del río Bio Bio. Este hecho permitió la avanzada del Capitán General de Conquista y consigo la construcción de los Fuertes de Tucapel, Purén, Angol e Imperial.

El cronista Gerónimo de Bibar (1558) detalló que

> en la batalla de Andalién fueron trescientos mapuches muertos trescientos en el llano que eran admiración verlos, hirieron caballos [caballeros] y más de cien caballos españoles a flechas y botes de lanzas "y cuando regresa Aynavillo a remeter al fuerte "tres escuadrones, y que era tanta cantidad que pasaban de sesenta mil indios, y que venían la gente de las Riberas del gran río Itata con los del Reynoguelen (...) en este encuentro murieron trescientos indios y prendiéronse más de doscientos. De aquéstos el gobernador mandó castigar, que fue cortallas las narices y manos derechas. (p. 302).

Gerónimo Bibar (1558), prosigue el relato "El Gobernador Valdivia luego del castigo, les señala a los mapuches cautivos que serán reprimidos de la misma forma, quienes no se sometan, sirvan y se subordinan como pueblo ante los representantes de Dios y el rey "de esta suerte se enviaron estos indios a sus casas para castigo de ellos y en ejemplo para los demás (p. 330).

Poblada la ciudad de Concepción (octubre de 1551) el Gobernador Valdivia, se dirigió acompañado de ciento cincuenta jinetes a Txaitxaico, lugar que renombraron Imperial (marzo de 1551) “pusósele este nombre, porque en aquella provincia y en esta, en la mayor parte de las casas los naturales, se hallaron de madera hechas águilas con dos cabezas” (p.330).

Prosigue su arremetida militar con 120 jinetes armados, enfrentando resistencias camino al sur, logrando invadir y fundar Mallolafken (Villarrica). Acto seguido, Pedro Valdivia y prontamente Francisco de Villagra se asientan en las fértiles tierras de Mariquina, preparando la exploración hacia el valle de Guadalafken.

Como ya hemos dicho, ocho años después del reconocimiento del Pueblo de Ainilebo (1544), ocurre la fundación y poblamiento de la ciudad de Valdivia en el año 1552.

En esta hermosa y rica tierra, se instaló Pedro de Valdivia para desarrollar su proyecto de colonización y civilización, sueño que se trunca, por su ajusticiamiento a manos de su ex mocito, él “joven Felipe” Toqui Leftxaru" (Lautaro).

La fundación de la ciudad de Valdivia, se concretó el 12 de febrero de 1552. La travesía comienza al cruzar el río Valdivia, no sin antes, lidiar con la resistencia mapuche.

El capitán Valdivia, decidió el sitio para partir con la urbanización de la futura ciudad en tierra de Guadalafkenmapu, el cual será sobre la cancha de palín o chueca, lugar que desde entonces, se encuentra superpuesta la catedral y plaza de Valdivia.

Mariño de Lobera, narra que se construyó ahí la Iglesia Matriz Santa María la Blanca, convirtiendo este importante espacio de significación cultural, política y espiritual mapuche, en un lugar central de la urbanización colonial y de la colonización espiritual.

Pedro Mariño de Lobera (1580) nos dice

En medio desta tierra estaba una larguísima carrera de cuatrocientos pasos donde los indios jugaban a la chueca, y entrando el gobernador en ella, siguiéndole los suyos comenzó a pasar la carrera diciendo a voces con gran regocijo, aquí se construirá la ciudad de Valdivia. (p. 138).

Juego de Palín Ilustración de Alonso de Ovalle, 1646.

Otro punto a destacar, es la impresión en torno a la riqueza del territorio e inconmensurable belleza que observó y resalta Mariño de Lobera, además entrega información sobre la densidad de población mapuche, al momento de la primera fundación

> "Tenía su comarca al tiempo desta fundación más de quinientos mil indios en espacio de diez leguas, y estaba mui bastecido de maíz, legumbres y frutas de la tierra (...) hay también muchas ovejas, vacas, puercos, y cabras: y no es menos la abundancia de trigo, y cebada que se cojen con maravilloso multiplo. La tierra es algo montuosa, pero de grandes recreaciones; porque tiene cipreses pequeños, y otros muchos árboles deleitables; sacase della mucha madera estremada para edificios, y gran fuerza de tablas anchas como de cedro, del que van al Perú navíos cargados. Es una ciudad muy regalada de pescado; y no menos de muchos mariscos, que sacan los indios entrando doce brazadas debajo del agua. Es también de grande recreación el ver muchos brazos de ríos que vienen corriendo de diversas partes y llegan a la ciudad; que, aunque son pequeños todavía andan a placer las canoas por ellos, lo cual es causa de que esté la ciudad mui bien servida, y proveída, porque en las canoas traen los indios todo lo necesario, como es yerba, leña, y muchos mantenimientos". (p.138).

Prontamente, Pedro de Valdivia envió a Jerónimo de Alderete río abajo a reconocer la geografía del lugar. Debemos recordar, que Alderete y compañía en 1544 entraron por mar al estuario del Gran Pueblo de Ainil y de la Bahía de Cullamó (Corral), tomando posesión de estas tierras sobre cubierta, sin pisar tierra.

El próximo relato de Mariño de Lobera, se sitúa en la desembocadura o confluencia de los ríos en el estuario del Pueblo de Ainil, actual rivera de Isla del Rey y Niebla:

> A dos tiros de arcabuz que anduvo, dió en una grande anchura donde se junta un hermoso río con este de Guadalauquen de modo que ambos juntos parecen una mar, y luego tornan a dividirse saliendo un brazo, por una parte, y otro por otra, haciendo una isla en medio donde entonces había más de trescientos vecinos, que vivían allí apaciblemente. Desde allí corre uno destos ríos hasta la mar por espacios de dos leguas, y el otro va por un rodeo de cuatro leguas, y al fin vienen a juntarse cerca de la mar donde hacen una gran boca de más de dos tiros de arcabuz. I es en todo este río tan aventajado, que se puede contar entre los mejores que en el mundo se saben . (p.129).

La colonia de Valdivia prosperó hasta los sucesos que la convirtieron en cenizas, consecuencia de la gran campaña de la Guerra de Arauco, entre los años 1598-1599. Por esta razón, la colonia de Valdivia, fue una de las siete ciudades avasalladas por las fuerzas militares mapuche del Triunfo de Curalaba, dirigida por los caciques Ancanamun y Pelantaru.

En el contexto de este hito histórico del Pueblo Nación Mapuche, se ejecuta la muerte por decapitación del gobernador Martin Garcia Oñez de Loyola, la destrucción de las siete colonias españolas en territorio mapuche, por lo tanto la derrota del ejército español y la independencia del Wallmapu.

José Bengoa (1996) cuenta “Valdivia fue incendiada, se despoblaron Angol e Imperial y Villarrica fue destruida y olvidada por 283 años. Cuando el ejército chileno encontró las ruinas de Villarrica, ya la selva había cubierto todo vestigio de vida humana. Las ciudades fundadas al interior del territorio no volvieron a construirse hasta la ocupación de la Araucanía en el siglo XIX”. (p.37).

En último lugar, infructuoso fue el intento de repoblar la ciudad en el Fuerte de la Santísima Trinidad, entre los años 1602 y febrero de 1603, siendo luego abandonada.

A consecuencia de este trascendental acontecimiento, en el año 1641, se realizó el Koyang (parlamento) de Quilin, así lo narra Bengoa (1996) “91 años después de comenzada la guerra de “paz inestable” se reunieron españoles y mapuche por primera vez en la paz de Quilín. Se reconoce la independencia del territorio mapuche entre la frontera Toltén y el Río Bio”. (p.37).

El arribo holandés al estuario de Ainil y a Guadalafkenmapu

Holanda y España mantuvieron un largo litigio, “La Guerra de los Ochenta años” (1568-1648). Esta disputa tiene su origen en la ambición de España por poseer siete provincias de los Países Bajos. En el año 1609, se acuerda una tregua de 12 años, pactada en el tratado de Amberes. Este cese de guerra, provocó que España quedase desposeída de esta pretensión geopolítica.

Por su parte, en el curso de los años, Holanda comienza su campaña de expansión en búsqueda de rutas comerciales y de oro, proyectándose hacia el Caribe y Brasil, con el

fin de disputar, controlar y desestabilizar las pretensiones imperialistas de España y Portugal en América.

En 1614, zarpa la primera escuadra holandesa hacia Molucas. Años después, en 1624 atacan el Puerto del Collao y en 1627 conquistan Bahía, Guarda (2001) describe la ciudad: "capital de las posesiones portuguesas en Brasil, dependiente de la corona española" (p.124).

Poco después, el plan holandes era canalizarse hacia Chile , rumbo a Chiloé, para luego estratégicamente navegar a Valdivia, con el fin de colonizar las ruinas de la ciudad.

Gabriel Guarda (2001) cuenta

> El proyecto era llegar a Chiloé, atraer a los isleños, conocer qué producían y determinar con quién estarían en una eventual oferta de alianza, declararles la admiración por sus glorias guerreras contra los españoles; participarles la conquista de Brasil y el propósito de unir sus tierras aquellas por medio de un tratado de comercio; ofrecerles armas para defenderse y atacar a los españoles; invitar algún cacique a visitar los Países Bajos y conocer su gobierno, técnicas de guerra, defensas y comercio, establecer contactos con los habitantes del lugar; los de Arauco, Tucapel y Purén; darles la esperanza de la conquista de Valdivia y el establecimiento de un fuerte; averiguar donde había oro, puesto que ello era el fin principal del viaje. (p.125).

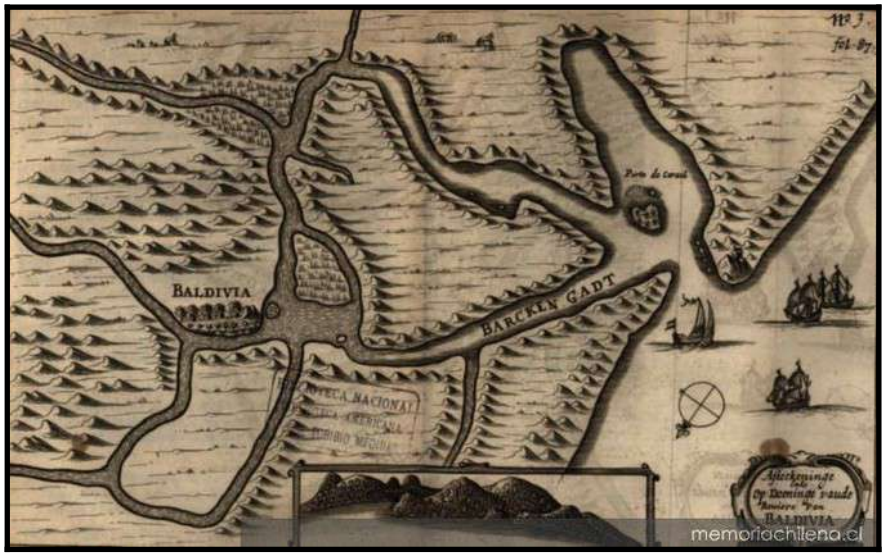
En suma, el prestigio de esta tierra a nivel mundial hacía soñar a todo tipo de navegantes y despertar sus ambiciones. La codicia principal de los holandeses fue la exploración de las minas y lavaderos de oro, siendo la ciudad de Valdivia un lugar renombrado por la abundancia de este metal. Asimismo, era un lugar estratégico por sus

circuitos fluviales y de mar abierto, facilitando la navegación y traslado de los recursos naturales. para el abastecimiento y comercialización En concreto, las rutas fluviales y el puerto de Valdivia configuraban la ruta comercial expedita hacia sus establecimientos coloniales, uniendo el Mar Pacífico y Atlántico por el estrecho de Le Maire.

Además, este territorio cumplía con las condiciones para fundar una colonia, porque poseía agua dulce, mano de obra (población mapuche), bosques para extraer madera para la construcción de viviendas y embarcaciones, por mencionar algunas posibilidades.

En otro aspecto, la compañía se organizó con el apoyo del Príncipe de Orange, la Compañía Holandesa de Las Indias Occidentales y el Conde Mauricio Gobernador de Brasil. Hendrick Brouwer, será el general encargado de liderar esta expedición.

Para esta misión se le encargó, la toma de Isla Mocha y celebrar acuerdos y alianzas con los Mapuche del Fütawillimapu. El objetivo era aliarse para vencer a los españoles, también efectuar tratos de comercio e intercambio a cambio de armas y lo más importante, el acceso a los lavaderos y minas de oro.



La escuadra holandesa en Valdivia. Grabado de 1646, en el Journael ende Historia Colección particular, Santiago. En Guarda, 2001 y Memoria Chilena.

Aspectos descriptivos del Willimapu en el Diario de Brouwer

Recogiendo lo más importante para nuestro estudio, a partir de este documento histórico destacamos una Cartografía, que atribuye la propiedad de la isla, a Don Pedro Caritipay.

Igualmente, seleccionamos detalladas ilustraciones sobre los habitantes mapuche, antecedentes relacionados con las relaciones interculturales y descripciones y representaciones del territorio entre Chiloé y Valdivia.

Tan breve fue la estancia holandesa, como la efímera estadía del Comodoro Hendrick Brouwer, quien falleció consumado por la extenuación al poco tiempo de llegar a Chiloé, un 30 de abril. Brouwer fue trasladado desde Chiloé, para ser enterrado con honores en la Iglesia San Francisco de la destruida ciudad de Valdivia el 16 de septiembre. Su cuerpo años después, fue profanado y quemado por el Gobernador Alonso de Mujica, por ser considerado un hereje.

Recapitulando, la travesía holandesa comenzó cuando zarparon tres navíos desde la Isla de Texel, Países Bajos en el año 1642, llegando a Pernambuco en Brasil el 22 de diciembre. Continuando la navegación el 15 de enero de 1643 con una flota de cinco buques y un yate: Amsterdam, Flisingen, Concord, Orange Tree y el Yacht (yate) Dolphin, avistando las costas huilliche el 30 de abril.

El 9 de mayo de 1643, logran fondear en la bahía en Chiloé que llamaron Brouwerhaven. Sucesivas escaramuzas, batallas, toma de prisioneros *"chilenos"*(como llamaron al mapuche), españoles e hispano criollos acontecieron en Chiloé. Transcurrido un corto tiempo, tomaron el fuerte español de Carelmapu, prontamente avanzaron hacia Castro, Ancud, y Calbuco.

Hendrick Brouwer (1643) narra “El 21 (junio) se resolvió en consejo de guerra despachar al buque Concord y a1 yacht Dolphin para que se adelantasen hasta Valdivia, y que este último regresara para comunicar a1 General la situación de la bahía y estado de 1os habitantes, su gobierno y que enemigos eran 1os que allí habríamos de encontrar”. (p.20).

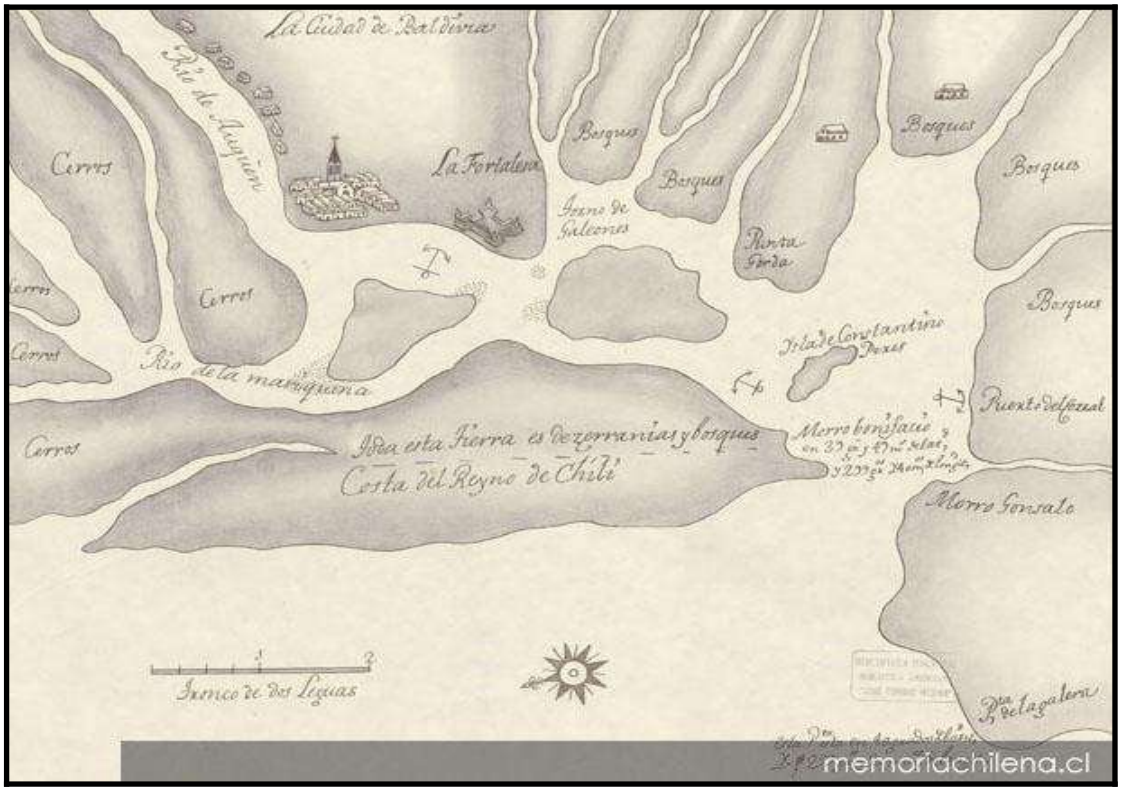
Después de superar algunas batallas con los súbditos de la corona española, lograron la confianza y alianza con los williche de Chiloé, estos mismos se aventuraron junto a sus familias en un viaje con la esperanza de la liberación del yugo español

Por este tiempo, como hubiera ya gran número de chilenos listos para embarcarse para Valdivia, se le distribuyó a bordo de los buques. Don Diego y Don Felipe [caciques] se habían preparado para marchar por tierra con todos sus séquitos; pero habiendo sabido que los españoles tenían apostadas guardias en todos los pasos. solicitaron también permiso para seguir su viaje embarcados, lo que les fue otorgado a entera satisfacción suya; y así, sumaron entre todos 470 chilenos, que se habían provisto de cuanto necesitaban, como ser, cebada, guisantes, arvejas, papas, ovejas y cerdos. (p. 30).

Por esta razón, se trasladó un contingente huilliche de 470 personas. El conglomerado zarpó el 21 de agosto, arribando el 23 del mismo mes al estuario del pueblo Ainil.

El Diario del General Hendrick Brouwer (1643) cuenta “y después de haber penetrado como media legua en la boca del río, dejamos caer las anclas, a causa de haber tres brazos que nos hacían trepidar cual deberíamos seguir” (p. 34). En el mismo momento, se accidentaron encallando en el río, es ahí cuando se presentan el día 26 de agosto, habitantes del estuario en sus canoas, produciéndose el primer encuentro

“A bordo diez habitantes de Valdivia, en tres canoas (labradas de troncos de árboles) y su caudillo trajo consigo una pequeña embarcación cargada con toda suerte de mercaderías para cambiarlas por las nuestras, manifestándose sumamente sorprendidos a1 ver nuestras naves y de que tuviéramos tal cantidad de armas y hombres a bordo”. (p.34).



Puerto de Valdivia plano anónimo del Siglo XVII. Al fuerte holandés se le designa como La fortaleza, Biblioteca Nacional, Santiago. En Guarda, 2001.

El día 28 de agosto, lograron desencallar el buque Concord y el Dolphin, navegando río arriba avistando las ruinas de Valdivia

Todas las naves saludaron la plaza con seis cañonazos; los indios se precipitaron a bordo en grandes tropas y se manifestaron muy sorprendidos con la vista de las naves (...) Al mismo

tiempo, se vieron como unos trescientos en la orilla, todos bien armados con picas de 18 pies de largo, tanto a caballo como a pie. (p.35).

A posterior, el 29 de agosto, esperando superar el encallamiento del navío restante en el río, Herckmans decide enviar un contingente a tierra en las proximidades de Valdivia, donde señaló que observó a *"chilenos"* y un centenar en armas y otros doscientos que marcharon con pretensión de regresar.

Con la finalidad de entablar diálogo, Elías Herckmans se dirigió a hablar con el Cacique de Valdivia, para darle a conocer sobre su control en Brasil, su voluntad de alianza con los *"chilenos"* para defensa y ofensiva contra los españoles, para lo cual les cedería armamentos y pertrechos "Mostró al mismo tiempo, las credenciales del Príncipe de Orange, que les fueron interpretadas por uno de los españoles, que era prisionero" (p.36). Este prisionero fue un lenguaraz o mediador, conocedor de la lengua mapuche, actor clave de las comunicaciones. Por intermedio de esta reunión, los mapuche se retiran con el compromiso de regresar "tan luego se les unieran los de Osorno y Cunco".

Es importante mencionar, que en el Diario se señala, que sin la compañía de los chilenos que vinieron de Carelmapu no hubiesen obtenido la confianza de los chilenos de Valdivia y "no habríamos podido llegar jamás a un acuerdo o a tratar con ellos, pues ni uno solo de los chilenos había que entendiese el castellano". (p.36).

Con fecha del 2 de septiembre, se presentó el contingente mapuche de Osorno y Cunco "como mil indios" mismo día en que los holandeses deciden el lugar para construir su fortificación. Al día siguiente, desembarcaron todos los soldados de Herckmans, y los mapuche enviaron canoas "como treinta" con animales y *"shities en abundancia"*, chicha que consumían los mapuche.

En el Diario se detalla su preparación de la siguiente manera

"Cogen de buena cantidad la raíz inilie[11]asada en la arena, que sus mujeres la mascan por un largo espacio y en seguida la arrojan en una vasija con agua, añadiendo a ello algunas otras raíces peculiares a este país; después de estar así dos o tres días , se parece a nuestra cerveza, y tiene algunas veces el color rojo y otras de un color blanco subido; pero en el gusto se asemeja a nuestra leche agria". (p.36).

En un nuevo parlamento, Herckmans reunido con 1200 mapuche, entre ellos, los caciques de Osorno, Cunco y Valdivia, manifestó su admiración por la gallardía mapuche de las batallas de la Guerra de Arauco. A continuación, comunica que ellos mantuvieron una larga guerra con España para conservar la independencia de los Países Bajos y que lograron avanzar hasta la costa de Brasil conquistando y liberando dicho lugar. En seguida, ofrecen confederarse ante el enemigo común e intercambiar armas, pólvora y otros pertrechos a cambio de alimentos de sus tierras y otras mercaderías, reparando, como dice el Diario "Que, si no le enviasen a bordo cerdos, carneros, vacas y demás provisiones (...) se vería obligado a alejarse de estas costas". Los Caciques accedieron y celebraron en nombre del Príncipe Orange, el pacto de alianza mapuche- holandés "se concluyó una ofensiva defensiva, en virtud debían ayudarse los unos a otro contra cualesquiera enemigo". (p 38).

Sin embargo, una vez manifestado el principal interés del viaje holandés, la codicia del oro, los mapuche comienzan a desconfiar. En primer lugar, niegan la existencia del oro, finalmente expresan el rechazo de apoyar la pesquisa del mineral

11 Toribio Medina señala que no existe dicha raíz, sino que se trata del fruto del maqui. En Nota Bibliográfica sobre el viaje de Enrique Brouwer a Chile en Historiadores de Chile señala: "Vinieron también como 30 canoas a bordo, conduciendo algunos animales y gran porción de chicha, llamada también carau".

> Sobre lo cual unánimemente declararon los caciques que no tenían noticias que hubieran minas allí, ni se usaba ese metal entre ellos, ni tampoco lo labraban; que recordaban muy bien que en tiempos anteriores fueron forzados a pagar grandes cantidades de impuestos en ese metal a los españoles, y por la falta de cumplimiento, habían tenido que pagar con la corta de sus narices y orejas, lo que ocasionó entre ellos tal aborrecimiento hacia ese metal, que no podían soportar que se hablase siquiera de él, ni mucho menos que se le atribuyesen en algún valor o lo buscase. (39).

Ningún argumento de Herckmans logró persuadir y convencer a los caciques para otorgar información sobre las minas de oro, ni mucho menos el intercambio de oro que pudiesen tener en posesión a cambio de armas o mercaderías.

Acontecida la primera semana de octubre, visita abordo de uno de los navíos, el primer Cacique de Mariquina, Manqueante. Anterior a este hecho, fue apresado por los holandeses pensando que era espía de los españoles. La desconfianza fue provocada, al regreso de Manqueante de su viaje a Concepción, donde frecuentaba el negocio del hierro. Consigo trajo la información, que dos navíos españoles, estaban pronto de hacerse a la mar para arremeter a Carelmapu y Castro. Así también, Manqueante habría comunicado que mapuche de Arauco se habían alzado contra los españoles y otros fueron a luchar a la Imperial.

El primer Cacique, es liberado en unos días a cambio de regresar con animales y víveres en abundancia. Manqueante, cumpliendo con la sentencia, vuelve a Valdivia, siendo visitado sobre cubierta por otros caciques, manteniendo un largo encuentro. Pronto a retornar a Mariquina, deja de regalo, como narra el Diario “26 carneros, 2 cerdos y 8 vacas, y se le retorno con algunas cuentas de vidrio y otras bagatelas” (p.44).

Por lo que se refiere a la construcción del fuerte holandés, Herckmans dio orden de emplazar la construcción el 9 de octubre de 1643. A esta altura, el contingente era de 180 marineros y tres compañías de soldados, que componían un total de 280 hombres.

Los días siguientes del mes de octubre, comenzó el vuelco irremediable para la empresa holandesa. En primer lugar, porque los mapuche negaron el abastecimiento de alimentos, de modo que la escasez de alimentos, generó hambre, debilitamiento y desazón. En segundo lugar, la inexistencia del oro creó gran descontento. En consecuencia, comenzaron a suceder una serie de indisciplinas y deserciones. Los soldados son castigados con corridas de baquetas y fusilamientos.

Un reducido número es perdonado y queda con vida, otros escaparon a su destino y se perdió su rastro.

Concluyendo, la ansia de partir de Elias Herckmans aumentó, gracias a la red de vigilancia e información mapuche sobre los movimientos españoles, por esto acrecentó la desconfianza, no tenían certeza de la veracidad de las palabras de los caciques

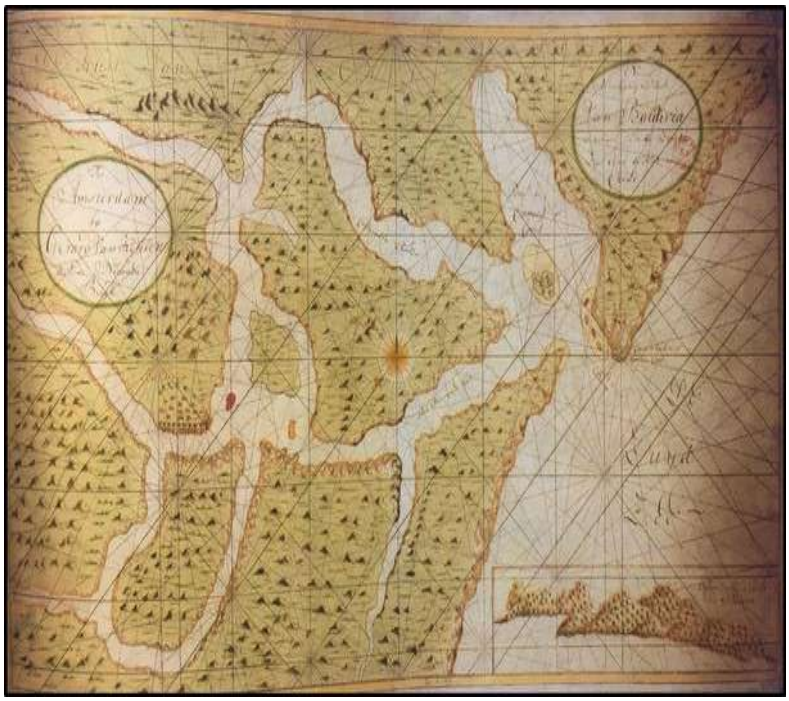
> Uno de los caciques se llamaba Checulemo, el otro era un enviado del cacique Tanimanqui, de Imperial, el que trajo la noticia de que allí había 2,000 españoles que vendrían en breve aquí por tierra, pidiendo que el sefior General con algunos de su gente fueran con él, y los conduciría a lugares donde podrían lograr mucho botín. El General, suponiendo alguna celada, rehusó esto en absoluto, no quiso convenir, sino que pregunto si ellos querrían que él partiera con los suyos, a lo cual le contestó el cacique Checulemo que sería mejor quedarse, fortificándose aquí cerca de la costa; que no enviará tampoco con aquel cacique ninguno de los suyos con pretexto de botín, porque creía seguramente que serían llevados a una carnicería. (pp.45-46).

Sumando todos los factores adversos, el 13 de octubre, el consejo de guerra holandés, decide retornar a Brasil.

A pesar de todo, protocolarmente el día 19 de octubre el General desembarca para despedirse de los caciques y el 28 del mismo mes, dejan atrás sus ambiciosos sueños

> Se excusaron de no haber estado en su mano suministrarnos las provisiones suficientes, que, en caso de tener noticia de nuestra venida doce meses antes, habrían cuidado de tener acopiadas todas las que necesitaramos, pues era costumbre entre ellos no sembrar más maíz. guisantes y arvejas que las que necesitaban para su consumo, de miedo a los españoles, que con frecuencia acostumbran llevarse cuanto encontraban; y que, si nuestro General les prometía regresar dentro de dos años, más o menos, tendrían acopiadas las que pareciesen bastantes. (p.47).

Representaciones cartográficas de Isla del Rey



Gerard van Keulen; Puerto de Valdivia. Biblioteca Nacional, París.1643.

Caspar Schmalkalden: Río de Valdivia, 1643. Forschungs-und Landesbibliothek Gotha.

La reconquista española en Valdivia

Los mapuche williche, vieron mermada su independencia a partir del año 1645, fecha de reactivación de la ambición geopolítica de la corona española.

La nueva campaña de reconquista, fue motivada por diversos factores. Principalmente, las disputas geopolíticas en torno al horizonte de las tierras de América, que consecuentemente, daban lugar a la incertidumbre ante la posibilidad de incursiones enemigas desde ultramar y con ello el riesgo de perder las colonias hispanas en Abya Yala.

Hasta entonces, el poder español se encontraba debilitado, ya que pierden el control y dominio del Puerto y ciudad de Valdivia, a causa de Curalaba. Por esta razón, ven truncada la ruta de navegación estratégica, para la expansión colonial.

Desde otra perspectiva, un factor inesperado para los españoles y que tuvieron que considerar, fue el fenómeno de relación interétnica entre mapuche y holandeses. El trato surgido entre ambos pueblos, se desenvolvió en una especie de correlación de poder o incluso podríamos decir, en un intento de gentilicio.

Particularmente las relaciones políticas, se vieron reflejadas en la ejecución de parlamentos y alianzas políticas hasta el momento del rechazo de los acuerdos por parte de los caciques, al reconocer las verdaderas intenciones de los corsarios, es decir, el interés de la explotación de oro.

De otra manera, el factor del conocimiento geográfico de mar y por tierra del territorio adquiridas por expediciones marítimas enemigas de España, aventajan obviamente, futuras invasiones.[12]

12 Incursiones anteriores y posteriores de corsarios holandeses, ingleses y franceses en Chile: Drake entre 1578-1580; 1587, Cavendish; Hawkins,1593; Gerritsz,1598; Van Noort, 1600; Balthazar de Cordes en 1600; Spilbergen,1614; L´Hermite,1623-1625; Narborough,1670; Sharp,1680-1681; Knight,1686; Davis,1686; Strading,1704; Rogers,1709; Shelvocke,1720;

La estrategia española del sistema de fortalezas costero

La primera etapa del complejo de fortalezas concluyó hacia 1680. Se construyó un sistema de defensa en las localidades de Niebla, Mancera, Corral y Amargos. El objetivo principal era proteger la entrada desde el mar al estuario, trayectoria fluvial para navegar hasta Valdivia.

Paralelamente, en los centros militares de defensa funcionaron castillos, que sirvieron para guarecer a los pobladores, militares, como agentes de evangelización y civilización y en algunos casos, zonas destinadas para el presidio.

El arquitecto a cargo de esta estrategia fue el hijo del Virrey del Perú, Pedro de Toledo. Su primogénito Antonio de Toledo, arribó con una flota de diecisiete galeones y un contingente de mil ochocientos hombres, con el fin de repoblar Valdivia y fortificar los puntos estratégicos de defensa en la costa lafkenche.

La segunda fase de fortificación, empezó en el año 1764, finalizando en 1798. El propósito que la condujo, fue ampliar y proteger el sistema de fortalezas. De ahí que, el El Rey contrató al ingeniero Juan Garland para mejorar el sistema de fortificación, decisión antelada por el acecho inglés

Gabriel Guarda (1983) afirma que “Habiendo resuelto Fernando VI la fortificación del Puerto de Valdivia, en el Reino de Chile, junto con otras plazas del Mar del Sur amenazadas por el peligro inglés, por su cédula de 22 de diciembre de 1759 mandó a su ministro de Guerra, D. Ricardo Wall, "se destine un hábil Ingeniero, capaz de dirigir las obras con acierto, y las demás atenciones correspondientes”. (p. 41).

Clipperton,1721; Anson;1741. Fuente: Memoria Chilena. Navegantes holandeses en Chile; Las expediciones inglesas hasta el siglo xix; Viajeros franceses en Chile.

Juan Garland, llega al Puerto de Valdivia en 1764, acompañado de su Delineador, Ambrosio O´Higgins. Ambos funcionarios de la corona, de origen irlandés.

Juan Garland, puso en marcha desde enero de 1767 las fábricas reales de ladrillo y teja en la Isla de Valenzuela (o Teja), cuyos productos industriales estaban destinados, precisamente, a la materialización de los proyectos defensivos del puerto. Así lo comenta Gabriel Guarda (1983) "(...) El 6 de marzo del mismo año, Garland iniciaba la construcción de la gran cortina de Corral que, al unir el Castillo de San Sebastián de la Cruz -comenzado en 1645-, con la Batería de La Argolla (...)". (p. 44).

Gabriel Guarda (1983) complementa sobre mecanismo defensivo del mismo puerto, nuestro autor se manifestaría decididamente opuesto a la valoración estratégica de la isla de Mancera -con sus tres fortalezas-, y, consiguientemente, a la traslación de la población de la ciudad de Valdivia a dicha isla. (p.44).

En cuanto a Mancera, Gabriel Guarda (1983) señala "Mancera, asiento provisional de la Plaza de Valdivia al ser repoblada en 1645 por el Márquez de Mancera, permaneció aún después del asiento definitivo en su antiguo sitio, desde 1647, incrementándose temporalmente entre 1760 y 1779 por haber sido sede del gobierno de Valdivia y de parte importante de la guarnición". (p.102).

Nos queda acotar, que Isla del Rey fue postulada como nueva sede de gobierno, cuando ocurre el terremoto de 1737, hecho que no ocurrió.

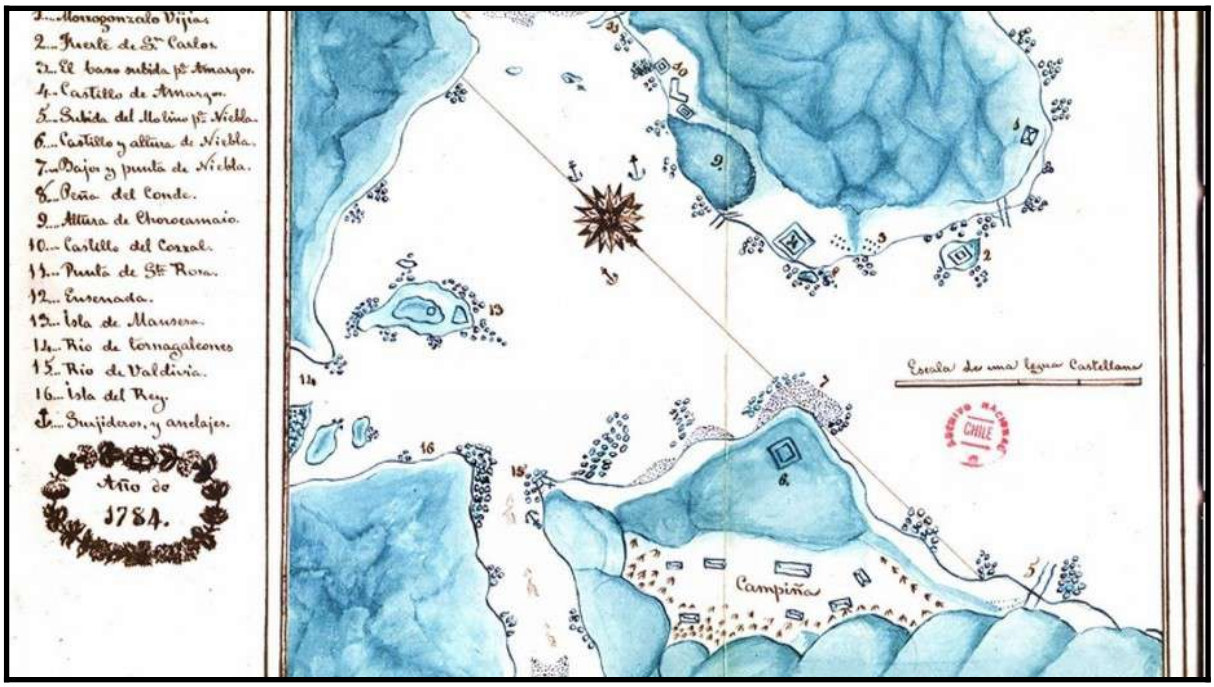
Vicente Carvallo (1796), narra

> La Plaza de Valdivia fue asolada de año anterior con un formidable terremoto de tres estremecimientos (24 ele diciembre de 1737), tan seguidos, que casi fueron imperceptibles sus interrupciones, i cerca de cuarto de hora de duración, coritan violentas ondulaciones que las jentes no se podían mantener a pie firme, i en

> muchas partes se abrió la tierra. Arrancó los edificios i las obras de fortificación, en tanto interiores como esteriores dela plaza, i sus castillos. El gobernador de ella propuso su traslación a Isla del Rey, o al castillo de Niebla, pero el caballero manso, haciendo justicia a la antigüedad se persuadió que el gran Pedro de Valdivia, su conquistador i fundador, supo establecerla en ubicación conveniente. (p.264).

En definitiva, Garland, diseña y logra construir nuevos puntos de defensa, de los cuales los últimos serán los dos torreones que existen hasta hoy en Valdivia. Seguidamente, Antonio Duce (1780-1799) reemplaza a Juan Garland continuando con las obras de refuerzo de las fortificaciones.

La Batería del Carbonero



Puerto de Valdivia, 1784. Plano del Puerto de Valdivia, dibujado por Martínez de Bernabé. El N° 16 Indica la Batería del Carbonero.

La construcción de la batería de Isla del Rey, formó parte del periodo de ampliación y refuerzo del sistema de defensa español, la cual albergó una dotación de soldados y reserva de pólvora. Gabriel Guarda (1990) relata: “se le construyó un cuartel para veinte hombres y un repuesto de pólvora” (p.95).

Su construcción data del año 1785. Roberto Montandon (1972) dice

> En la Punta de Isla del Rey que enfrenta la boca del río Valdivia y sobre un banco de cancagua que forma una explanada natural, se levantó en 1875 una batería en forma de bonete de tres puntas proyectada posiblemente por el ingeniero Duce. Montaba 2 cañones de bronce mediano calibre. Defendía la entrada del río. (p.171).

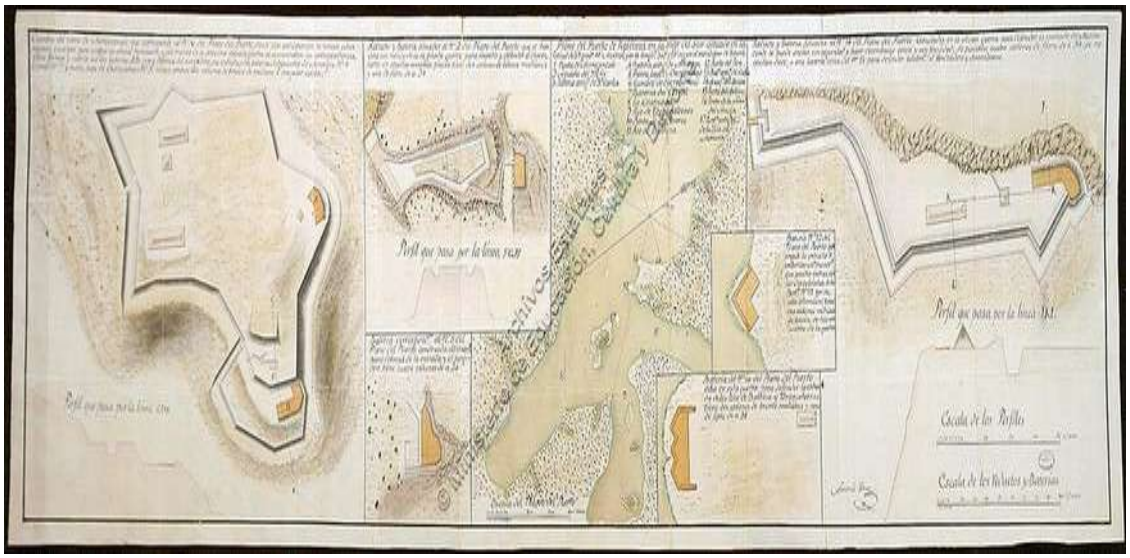
Como señalamos anteriormente, el sistema defensa en su segunda etapa, tuvo la finalidad de reforzar la defensa, en el caso de hostilidades enemigas

Por su parte, Pedro de Usauro (1782) explica la función de las baterías

> Para en algún modo cubrir los puestos de defensa e impedir a los enemigos temidos los intentos siempre anunciados de tomar este importante puerto, y por lo que el actual gobernador don Pedro Gregorio de Echeñique ha hecho levantar cinco baterías provisionales: dos en la costa de San Carlos, dos en la de Niebla, para embarazar en ellas los desembarcos; y una en la punta de Carboneros, para oponerse a las embarcaciones menores que intenten pasar por el río de Valdivia hasta la Plaza Capital del Presidio. Constan dichas baterías como provisionales e ínterin (entretanto) dura la guerra, de cortes del terreno y parapetos de fajina (haz de ramas delgadas muy apretadas, usadas para revestimiento de obras de defensa) o salchichones (fajina grande formada con ramas gruesas)[13] para cubrir el manejo de tres o cuatro cañones en cada batería, y unos alojamientos para la tropa, de ranchos cubiertos de paja, de vara en tierra, en figura de carpas y en los que con incomodidad, oscuridad y desabrigo, se alojan oficiales y soldados.(p. 37).

En relación de su composición la batería de Carbonero según Salvador Angulo (1997) "fue situada justo enfrente de El Piojo, se complementaba con éste para impedir los ataques por sorpresa. Era una batería baja, de madera, y guarnecida por dos cañones de bronce medianos y uno de a 24. Cruzaba sus fuegos con Mancera para evitar la entrada al río Valdivia y al Tornagaleones. (p. 250).

13 Explicaciones todas por el mismo Pedro de Usauro, en el citado texto.

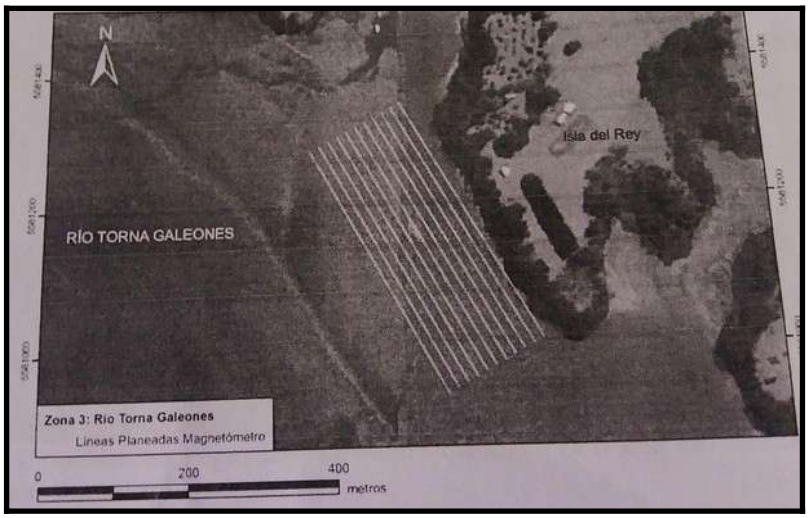


Antonio Duce 1767. Fuente: Memoria Chilena

Recabando más información, nos referimos brevemente al estudio reciente a cargo de Diego Carabias (2018-2019), sobre los aspectos y resultados de su estudio de prospección fluvial y marina en el estuario y costa de Valdivia, estudio que aborda la batería de Carbonero.

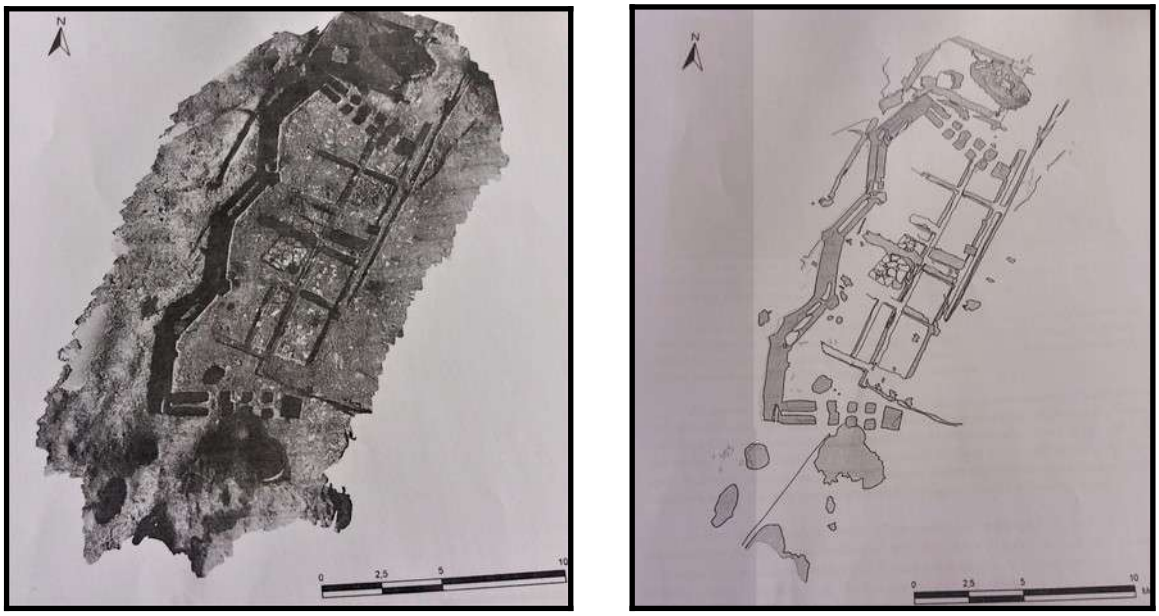
Los extractos señalados, son parte del *"Breve informe de actividades de campo"* (Valdivia,enero, 2020) de Nicolás Ciarlo (2020), investigador externo Fondecyt N°1171735, parte del mismo estudio de responsabilidad de Diego Carabias.

La importancia de esta investigación para nuestro estudio sobre Isla del Rey, son dos aspectos. Primero, trata del reconocimiento, localización y documentación de la Batería de Carbonero. En segundo lugar, examina el río Tornagaleones en busca de algún indicio sobre posible naufragio holandés, de la expedición de Brouwer y Herckmans de 1643.



.

Localización de la Batería de Carbonero en la punta del mismo nombre, Isla del Rey.



Modelo y dibujo fotogramétrico de la Batería de Carbonero, Isla del Rey.

Los resultados del informe son:

1) Su construcción es labrada en piedra cancagua y laja. 2) El labrado en la roca cancagua en forma de zig zag es atribuible a la fundación del parapeto. 3) Con marea baja se puede observar. 4) Posee daños por la posible intervención humana. 5) Su localización y

disposición coinciden con el plano de Antonio Duce. 6) No se reporta material arqueológico.

Concluye Nicolás Ciarlo (2020) en su informe citando a Gabriel Guarda

Si bien el detalle de la batería de Duce de 1785 indica que fue construida para "defender la entrada de los ríos Valdivia y Tornagaleones, cruzándose sus fuegos con la batería antigua de Mancera…" (Guarda 1990:97, figura 176), las evidencias arqueológicas documentadas sugieren que el principal objetivo estratégico de la batería era controlar el tráfico por el río Valdivia. (p.27).

Hallazgo de La Batería de Carbonero

Un hecho histórico para los habitantes de Isla del Rey, fue protagonizado por Don Ismael Flores Gutiérrez, pescador artesanal, oriundo de Las Coloradas. Don Ismael Flores, nació el 1 de septiembre de 1925 y falleció el 11 de septiembre de 2018.

Don Ismael, fue quien descubrió los hallazgos arqueológicos de la Batería del Carbonero, en el año 1976, localizada en la Punta del sector Carbonero.

A continuación, presentamos dos relatos sobre el hallazgo de Don Ismael Flores Guitierrez.

> Lo que pasó con este viejito, que empezó a contarlo acá, y la gente (...) la gente de acá, nadie le creía (...) Don Ismael decía: ¡hay un fuerte ahí!, pero se ponían a reír. ¡Y claro, una vez nosotros pasamos por gusto a ver en la marea baja, y están las cavernas, donde están las entradas, dónde era el fuerte, encima de la roca.

Claro, el viejito cuando iba a pescar, seguro pasó a mirar bien, Y de ahí, claro, vinieron a mirar los del museo, los que tiene que ver con el de Niebla y Mancera, todos esos vinieron. Don Ismael descubrió el fuerte.

Claro, con el terremoto del 60 cambió. La Ribera, por ejemplo era, donde está el fuerte hacia la punta del Puerto Claro, ahí, había una playa seca. Eso era seco antes, era tremenda playa, y daba vuelta afuera, casi al llegar a Mancera. Había un canalito chico allí, que todavía los barquitos más grandes, las barcazas que entran a la salmonera, pasan por ahí, o uno mismo cuando hay tiempo malo, hay que abrirse afuera, porque a la orilla, que está tan bajito, está así no más [señala con la mano a baja altura] y revienta la mar ahí, a la altura del frente donde está el fuerte, y antes era todo seco, Por eso que estaba el polvorín ahí, eran playas con pampas. Yo creo, que dónde está el polvorín, cien metros hacia afuera, estaba seco, seco". (Entrevista, Domingo Risco, 10 de marzo del 2022).

Ahí no se notaba el fuerte, como se notaba después. Después del terremoto, se vio eso, esa cuestión de Fuerte. Antes estaba tapado de espinillos, pampa y espinillos, playa un buen lote. Si Mancera se veía cerquita, un río cortito, subió de manera, casi se pierde la Isla. Antes había un río, pero angosto, ahora un tremendo río". (Entrevista a Maria Isabel Michillanca, 7 de febrero de 2022).

La Isla del Rey: centro de abastecimiento de Isla de Mancera

Desde el periodo de fundación y refundación de Valdivia (1552-1645), Isla del Rey es sometida primero a encomienda y luego al realengo. De esta manera, los habitantes del realengo, se vieron obligados a abastecer de alimentación a los colonos de la isla. Asimismo, proporcionaron madera para construir viviendas y para el suministro de hornillos de ladrillos.

Gabriel Guarda (1973) en referencia a la Isla escribe "Era un realengo destinado al pastoreo de las reses necesarias para el sustento de la población de la isla de Mancera, donde, es sabido, habían sido trasladadas desde 1760 autoridades y guarnición de la ciudad". (p.18)

Alrededor de la mitad del siglo XVIII, conocimos por medio de una cartografía del lugar, que la superficie de la isla era utilizada en cultivos, crianza de ganado, forraje y explotación de madera.

Por consiguiente, constatamos la existencia de un molino y hornillos para cocer ladrillos en Isla Huapi o Islote Guape como cita el historiador Guarda

Sobre los hornillos, Gabriel Guarda (2001) anota

(...) en 1766 se instalan además tres hornos en Niebla y otros en Mancera. Cada uno de los galpones para cortar material a cubierto tiene 60 varas de largo por 9 de ancho; otros dos, de 45 por 9, sirven para depósito, al igual que otros dos, de 22 por 18, para herramientas; la oficina del sobrestante es de 10 varas de longitud, y la galera para los obreros, de 80 por 100; los ladrillos se cocen en hornos en hornos circulares de 4 bocas y 6 pozos de 50 diámetros de ancho; otros dos menores, bajo techo, en el islote Guape, son para las "yeguas que pisan el barro"; otros iguales,

> pero sin techos, son para la extracción de material, que son dos acequias de 4 cuadras de longitud, y una y media. Cada hornada coce 20.000 ladrillos, produciendo cada 5 meses 330.000, y a partir de 1770, 400.000 al mes. (p.352).

En relación del Molino de Isla del Rey, Guarda (2001) nos entrega la siguiente noticia "La molienda está representada por el Molino del rey en la estancia llamada precisamente del Molino, sobre el Cruces, en ruina en 1760; el de los jesuitas, en la Mariquina, en construcción en 1757; el de la isla del Rey, activo tres años después, con maquila de uno por cada 30 almudes". (p.352).

Clave para esta época, fue la localización y conectividad acuática cercana a la plaza de Valdivia y del Puerto de Corral. A saber, el río Collicu (Tornagaleones) fue una vía fluvial primordial para la navegación de embarcaciones mayores. Su importancia queda en evidencia, por la construcción de la batería de Carbonero, punto certero de defensa para vigilar el contrabando y combatir asaltos de enemigos internos o extranjeros.

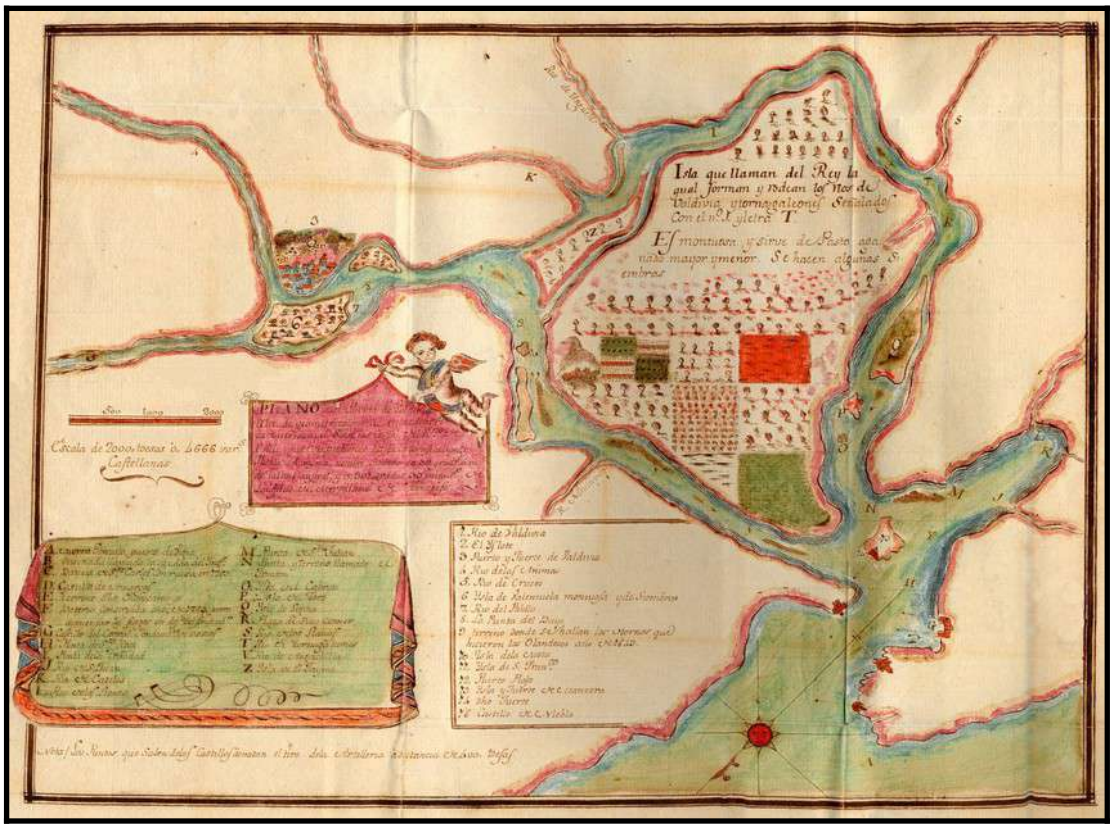
Gabriel Guarda (1993) argumenta

> Primitivamente las chacras, potreros y haciendas se cotizaban por la cercanía o la facilidad de su comunicación con la plaza, utilizándose para ello los ríos. A ésta época (transcurso del 1700) pertenece la explotación de Isla del Rey, Estancilla, el Bayo, San Francisco, San Juan, Los Coibos, Huerta Grande, Mulpún, Huiti, Tomén, Plaza de Armas, San José, Pichoy, Chunimpa, Las Romazas, Etc." (p.188).

En la misma relación, Guarda (2001) rescata la apreciación de Diego de Rosales

Encierra en sí [la isla] muchos collados, notablemente tupidos de arboledas altísimas, aunque interpoladas con algunos llanos rasos y despexados. Váñala muchos arroyuelos de claras y frescas fuentes que nacen de la isla y la hazen muy fértil y deleitosa (...) Desde la frente superior se parte el río en dos brazos, el uno inclinado al poniente, se dice el Torna de Galeones (...) por el subían los navíos. (p.188).

A continuación, presentamos el mapa de 1776, donde se señala la distribución y usos en tierras de la isla, como territorio explotado del realengo. Se evidencia, la organización a partir de hijuelas para el ganado, sementeras, pastoreo y forraje.



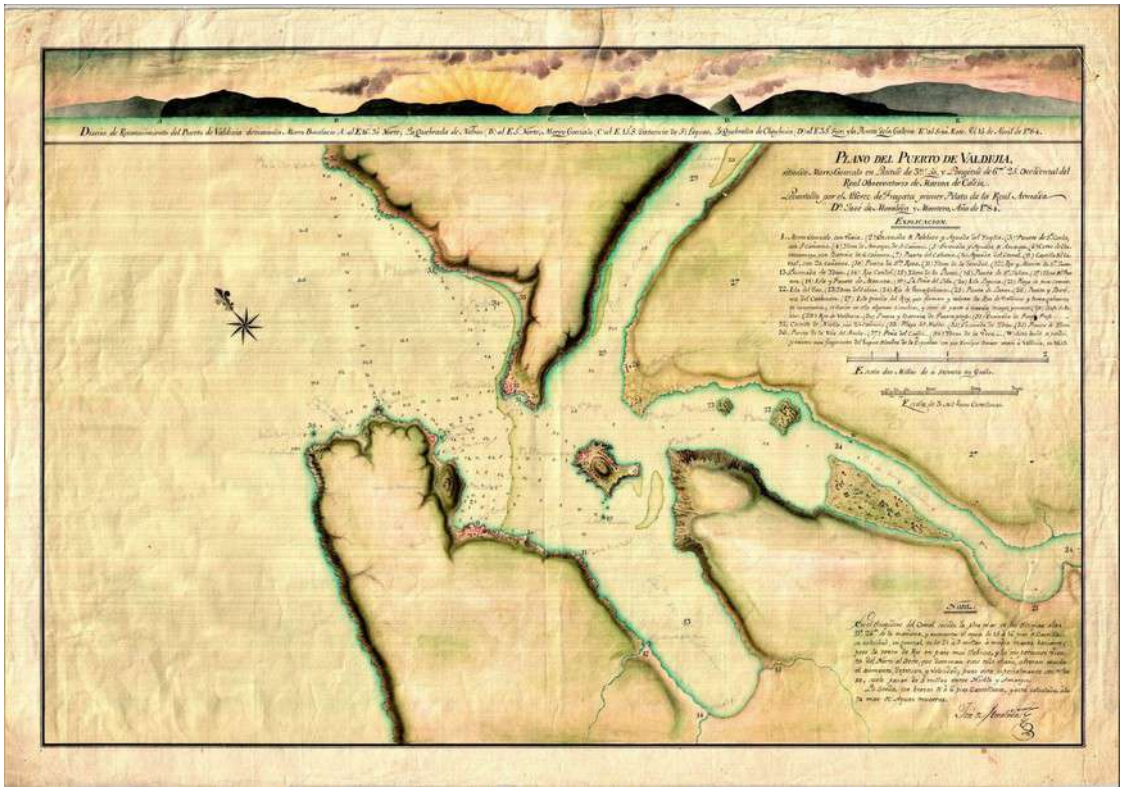
Puerto de Valdivia año 1776. Plano para Amat.[14]

Transcripción de la descripción del plano del Puerto de Valdivia de 1776, plano para el Virrey Manuel de Amat.

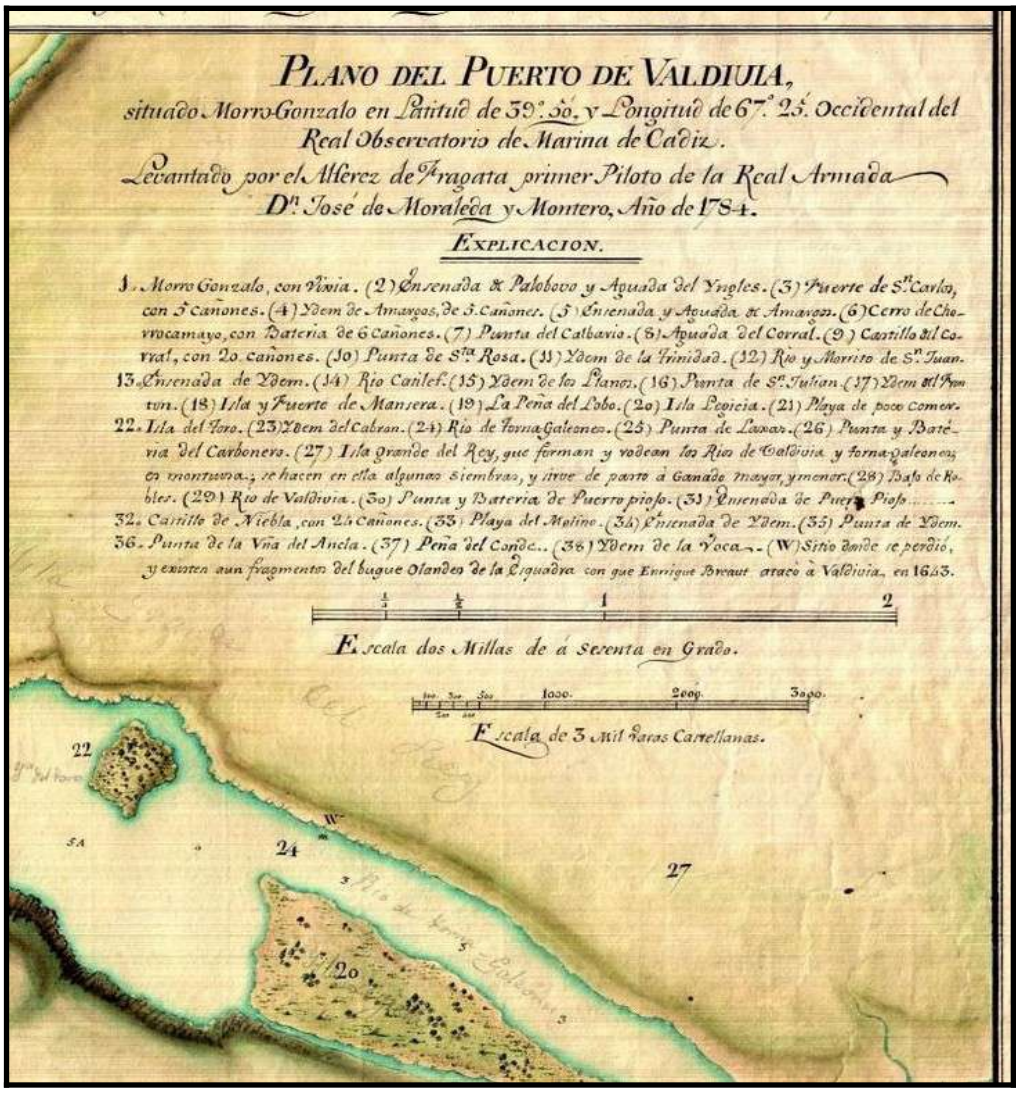
“Isla que llaman del Rey la cual forman y rodean los ríos de Valdivia y Tornagaleones señalados con el n°1 y letra T es montañosa, y sirve de pastoreado mayor y menor. Se hacen siembras”.

14 En: http://www.memoriachilena.gob.cl/602/w3-article-70415.html
Relación del gobierno del Exmo.Virrey d. Juan de Amat hecha a su sucesor el exmo.S.D. Juan de Guirior: comprehensiva desde de octubre de 1761 hasta 17 de julio de 1776.

Para terminar, presentamos la transcripción de la próxima cartografía histórica, la cual ilustra nombres de sectores de la Isla de finales del siglo XVIII, sobresaliendolageoreferencia del enigmático naufragio del galeón holandes en 1643.



Plano del puerto de Valdivia (1784), situado Morro Gonzalo en latitud de 39°50', y longitud de 67° 25’. Autor: José de Moraleda y Montero. Museo Naval de Madrid. Visto en: Atlas Cartográfico del Reino de Chile, siglos XVI-XIX. (1981). Instituto Geográfico Militar, Santiago.



Transcripción del mapa en relación a la Isla Grande del Rey.

20) Isla Leoicia (Liguina); 21) Poco Comer (playa o estero Poco Comer); 22) Isla del Toro (Huapi o Guape); 24) Río Tornagaleones (Collicu);25) Punta de Lajas; 26) Playa y Batería del Carbonero; 27) Isla grande del Rey, que forman y rodean los Ríos de Valdivia y Tornagaleones, se hacen en ella algunas siembras, y sirve de pasto a ganado mayor y menor; W) Sitio donde se perdió el buque holandes de la escuadra de Enrique Breaut (sic). Este ataca Valdivia en 1643. El mapa muestra vestigios de la embarcación.

Resistencias Mapuche Williche

Escenario político y condiciones subalternas de los mapuche

La "paz inestable" en palabras de José Bengoa (1996) con los enemigos "domésticos", como dice Gabriel Guarda (2001), era permanente en el siglo XVIII. Dichas tensiones, se intensifican, a medida que las políticas coloniales de expansión en territorio mapuche williche y lafkenche se acrecientan. Por su parte, las resistencias mapuche, siguen expresándose contra la propagación de dispositivos de adoctrinamiento y sumisión. Estos dispositivos fueron principalmente el sistema de esclavitud de encomienda y el establecimiento de las Misiones de Valdivia al sur.

La Encomienda

El sistema de encomienda tiene su raíz en la Europa Feudal del siglo XV. Este sistema fue creado como parte de un modelo basado en el vasallaje, es decir en prácticas de sometimiento, dominación y opresión sobre el pueblo pobre Castellano. De forma similar fue adoptado en otros lugares y prontamente se reestructura como institución para someter y sustentar la invasión a Abya Yala (Américalatina).

La encomienda consistió en otorgar a los conquistadores la propiedad de una cantidad de indios o parcelaciones. Dicho de otra manera, fue un incentivo y pago por los servicios de los conquistadores. La idea central, era facilitar la mano de obra esclava para el saqueo y explotación de recursos naturales, la construcción de infraestructura de los asentamientos coloniales, y naturalmente para los servicios domésticos .

Los habitantes preexistentes de los territorios invadidos del Abya yala, fueron sometidos a este sistema de esclavitud, que significó vejámenes corporales, despojo territorial, desplazamientos forzados, incluso la obligación de costear parte de la conquista en su propia tierra, pagando tributo a sus encomenderos. Además de esta violencia colonial extrema, los encomenderos dentro de sus deberes de "protectores de indios" debían evangelizar y civilizar. Esta etapa tuvo consecuencias nefastas para los diferentes territorios y para los habitantes del Abya yala, consecuencia de los efectos de los siglos de genocidio y etnocidio.

El sistema de encomienda fue abolido por primera vez en Wallmapu (territorio mapuche), por el triunfo de la Rebelión General Mapuche de Curalaba entre los años 1598-1599, regresando nuevamente, con los españoles en tiempo de reconquista.

En relación al territorio que comprende nuestro estudio, a pesar que el presidente Antonio de Acuña y Cabrera, intenta persuadir a los mapuche del Calle Calle y de Osorno para que fueran sirvientes de los vecinos ilustres de Valdivia, no logró convencer a los mapuche. Gabriel Guarda (2001) asevera "Valdivia es así la única ciudad del reino privada de aquella institución, de tanta incidencia en los planos económicos, social y espiritual" (p.381).

Por el contrario, señala más adelante el autor

> Vedado el recurso el recurso a los indígenas para la fábrica de las fortalezas, e impedidas las encomiendas, podría pensarse que se prescindió absolutamente de su servicio; sin embargo, no fue así: con muy pocos otros recursos en materia de mano de obra- civiles españoles y esclavos negros-, gracias a diversos medios pudo disponerse del concurso indígena en forma casi equivalente a las encomiendas hasta harta entrada la era de la república. (p.381).

Conociendo estos últimos antecedentes, se reafirma la existencia de encomiendas en Isla del Rey. Como señalamos al principio de la investigación, indicando la encomienda de Diego de Ramírez.

Se agrega, el hallazgo de la historia de Vicente de Agüero, español que acuñó una gran fortuna en willimapu. Entre sus posesiones, están las grandes extensiones de tierra en La Unión e Isla del Rey, donde se incluye la Isla de Liguiña. Como señala Guarda (2001) la Isla del Rey "desde 1784 es casi íntegramente de Vicente de Agüero, de su viuda y sus descendientes. Aún en el Tornagaleones la de Leguina, de Mejia, es adquirida en 1816 para un convento de San Francisco". (p. 344)

Gabriel Guarda (2001) plantea que Vicente de Agüero registra en "la Orden de las Casas según el número de naturales de servicio, con el primer lugar entre los encomenderos, eran 106 indios". (p.404).

En 1755, pese a la ilegalidad de las encomiendas (prohibidas por la misma corona desde el mandato del Rey Felipe III, en 1618), en un informe del Virrey Melchor, se argumenta y justifica la encomienda por su carácter "humanitario":

Gabriel Guarda (2001) lo describe así

> Único modo de "rescatar de la muerte a estos infelices", que a cambio deben trabajar gratuitamente durante diez años "No son muchos los que se logran para el servicio de las familias que pueblan la Plaza, rescatándolas a gran fatiga del rigor bárbaro de sus compatriotas, cuya ignorancia tiene tiene creído no morir ninguno entre ellos de muerte natural; y así, luego que fallece algún principal, le atribuyen a maleficio y recae la culpa ordinariamente sobre quien recae la ojeriza, pagando con las vidas[...] toda la familia , hasta los inocentes. De modo-agrega- que solo se salvan tal vez aquellos a quienes perdona la codicia de los indios para venderlos a

> los españoles, según el encargo que de antemano se les hace, para lograrse el beneficio de las almas, y el que sirvan algún tiempo en sus casas; razones-concluye- que han hecho tolerable aquí este tal cual comercio, añadiéndose la de no haber otros para el servicio de los particulares para este vecindario (...) Prefecto Salas, fiscal de la Audiencia, que en su visita, ve en la costumbre el``. (p.382).

La Misión de Niebla (1777-1820)

Uno de los objetivos del establecimiento de misiones en territorio mapuche, era agilizar la civilización por medio de la educación del evangelio. De esta manera, se adoctrinaba y se asimilaba la ideología de la conquista española, incorporando nuevas subjetividades e imaginarios al pensamiento espiritual y a la forma de vida mapuche.

La Misión de Niebla se fundó en agosto de 1777. Algunas cifras que Gabriel Guarda (1999) menciona, en cuanto al alcance del sometimiento de la evangelización entre los años 1789 y 1796 eran “6 parcialidades, con 209 neófitos y 10 gentiles;41 matrimonios y 83 niños en 1789” (Guarda,2001,p.289) y “un número de 27 parcialidades indígenas entre las que se cuentan “Isla del Rey, Tengelén, Chan Chan, Catalán, Trumau (sic), Calumapo, Ranco y Panqueco, cada una con uno (cacique), y Costa de Niebla y Cudico, con dos” (p.106).

En cuanto a los caciques lafkenche de Niebla y del norte costero, pasaron por un proceso de contradicción espiritual y material. Por este motivo, decidieron y planearon ceder tierras en el sector de Chauma (playa La Misión).

Guarda (2001) dice " Por fin el 15 de abril de 1778 los de Niebla, D. José de Arba, D. Juan Suichas, D. Antonio Guinteo, D. Lorenzo Bancupillán y D. Guichupan, piden nuevamente a los religiosos, cediendo el lugar llamado pampa de Chauma, "con tal que no permitieran acimental español alguno en sus terrenos"; lo mismo hacen los el 27 de mayo los caciques de Cayumapu. (p.291).

El pasaje citado, da a conocer la estrategia de los caciques del territorio, al intentar restringir a este sector cedido, el asentamiento de la orden religiosa.

Pese al funcionamiento de la misión de Niebla, que abarcó una considerable población mapuche, no consiguieron el objetivo de adoctrinar por medio de la religión. Por el contrario, tanto los misioneros como la población colonial, reconocen la resistencia espiritual mapuche de este territorio

Pedro de Usauro (1782), lo expresa de esta manera

> Se han criado los más en la religión y están subordinados a la justicia, medios primarios para que se logren estas almas y se consideren los indios de este vecindario, aunque generados, no generantes de los que se han explicado; y con todo, recuerdan los usos de su nación y con dificultad se les separa de algunos vicios culpables en lo espiritual, y siguen los que les son característicos por la sangre, cuales son las bebidas y curaciones, aunque ocultas, a su usanza, y la creencia de que sus accidentes proceden de daños que les hacen, que así llaman a los maleficios o brujerías, y aunque más sigilen los manifiestos de esta credulidad, no se les separa esta de su [familia] en lo temporal. Visten de mejor traje y gastan nuestros alimentos, pero siempre la policía es repugnante y son indios aun entre españoles. (p.167).

El rechazo a los misioneros también estuvo vinculado a los malos tratos y prejuicios ante la alteridad mapuche, discriminación y menosprecio basada en la superioridad ideológica de la cultura hegemónica española. Ahondando en esto, el trabajo de María Pía Poblete (2007), sobre Las Cartas de Petición de Mapuche de Valdivia, recupera la petición y reclamo de los Longko de Isla del Rey, Manuel Loncomilla y Antonio Millanco (Millañamcu), emitida a la misión de Niebla.

Dirigida al Gobernador Francisco Arenas en 1815 denuncian: "Quejas por haber, los padres misioneros, azotado y retenido en su poder a sus hijas "por haber parido solteras". No está la carta sino la representación del gobernador de haberla recibido". (p.53)

Resistencias Mapuche Williche

Desde la llegada de los primeros contingentes de la reconquista española a territorio williche, estos se vieron repelidos desde los primeros años.

Un ejemplo de aquello, es la expulsión y muerte de españoles luego de un desembarco en Rokura (Bonifacio) en el verano de 1647, mismo año que los caciques Maliante y Curiguanque, intentan dar muerte al Veedor de la Fuente Villalobos en Mariquina (Jimena Jerez,2017,p.95)

Gabriel Guarda (2001) narra

> Un primer encuentro de Juan de Luza y 12 mosqueteros con los naturales, en el morro Bonifacio, había puesto de manifiesto en aquellos una actitud reservada-según Rosales, de "desabrimiento"-,que luego, con ocasión de la imprudencia de unos soldados, se reveló francamente hostil: contraviniendo las expresas órdenes de don Antonio, habían bajado a una playa donde tres fueron muertos al instante; tal actitud se muda al contactarse el general en Mariquina con el cacique Gobernador ,

> Juan Manqueante, quien da la paz con 300 mocetones que aceptan felices los regalos del Virrey.(p.165).

Más al sur encontramos, la resistencia de Los Kunko. Su cacique Millacalquin de Füta Paliwe (ex Punta Galera) agitó un alzamiento general en la costa desde 1651, triunfando en Río Bueno en 1655. La agitación "fue en respuesta por el descuartizamiento de tres caciques acusados de haber dado muerte a 32 españoles náufragos del navío San José, que en Marzo de 1651, varó a orillas de Dotolabquen, ubicado al sur de la desembocadura de Río Bueno". El llamado a la sublevación y venganza por parte de Millacalquin, se simbolizó "enviando las cabezas de doce españoles a los distintos caciques y repartimientos indígenas" (Matin Correa, Álvaro Gainza, Raúl Molina y Cecilia Smith, 2006, p. 47).

El triunfo de la insurgencia williche en las orillas del Río Bueno, también implicó la abolición de esclavitud en Real Cédula de 1658.

Al inicio del siglo XVIII, en la Füta Wapi Chilwue, la gran Isla de Chiloé, como señala Alberto Trivero (2017), acontece la Rebelión de los Mapuche de Chiloé en 1712. Esta emancipación, fue contra la esclavitud del sistema de encomienda. Una de las demandas fue que encomenderos y capataces respetaran las leyes y ordenanzas emitidas por la corona española, que de alguna manera deberían regular, en contra de abusos y apremios a los que eran sometidos, tales como el despojo territorial, el sometimiento de hijos y familiares para servidumbre, asimismo contra los vejámenes y torturas, prácticas de usanza por parte de encomenderos hacia mapuches de la Isla.

El intento de emancipación en contra de los encomenderos, se cumplió entre el 9 y 10 de febrero de 1712.

Alberto Trivero (2017) en su narración nos da a conocer que

> Los mapuche ocuparon el acceso a Castro, sitiando la villa y a los españoles atrincherados en ella; así como a gran parte de la isla de Quinchao, y además de algunas islas menores. Destruyeron numerosas casas de españoles, mataron a varios encomenderos y apresaron a sus mujeres e hijos (...) en la mañana del 10 los mapuches calbucanos asaltaron el fuerte y ocuparon el pequeño poblado de San Miguel de Calbuco, incendiando la mayor parte de sus construcciones y matando a 16 españoles".(p.16-17).

La rebelión fue derrotada a causa de la traición de los reyunos de Calbuco. Los caciques Pablo Arel y Luis Nahuelhuay apresaron a los mapuches rebeldes, quienes fueron llevados y remitidos a declarar ante el gobernador Juan Andrés Ustáriz, en el fuerte de Chacao. Luego de las declaraciones forzosas de los seis mapuches, se desplegaron las contraofensivas españolas hacia Castro, derrotando y masacrando paulatinamente a los diferentes frentes de sublevación mapuche de Castro, Quinchao, Huenao, Rauco, Opi y Dalcahue.

Años posteriores, la expedición de Juan Antonio Garretón en enero de 1759, fue frustrada en la ruina del fuerte Río Bueno, esta es asaltada numerosas veces por los caciques kunko, "Los caudillos Juncos Paidil y Antillanca se presentan al mando de 4000 hombres disciplinados que atacan en escalones sucesivos". (Gabriel Guarda, 2001, p.335).

Garreton, luego de su repliegue, envía soldados y captura a uno de los caciques alzados.

Por otro parte, Eugenio Alcaman (1998) destaca el elemento confederativo del pueblo mapuche, al narrar las alianzas entre distintos territorios mapuche, señalando

"Días después el gobernador Díaz de Bustamante abandonaba el abandono del fuerte y el repliegue de la tropa ante la inminencia que los mapuche huilliche rebelados tuvieran el apoyo de los pehuenche y puelche que durante estos meses solían descender desde el piemonte cordillerano". (p.8)

El Cacique Manuel Raywenu y El Alzamiento de 1770

La cuestión mapuche en Isla del Rey en esta época, se desarrolló, como ya expusimos anteriormente, en un contexto extremadamente nefasto, a consecuencia del sistema de realengo, que implicó el trabajo esclavo y de servidumbre para el mantenimiento de la colonia española, establecida en Isla de Mancera.

De otra manera, se suman las constantes migraciones a Isla Mancera que aumentaron la fuerza de trabajo en el realengo por el crecimiento de la población, y que conjuntamente incrementó las necesidades y demandas en alimentación, calefacción, madera y ladrillos para la construcción de casas y recintos institucionales.

En relación a este punto, en la historia colonial de la costa Lafkenche, localizamos migraciones permanentes y transitorias a Isla de Mancera. La primera fue el arribo de la flota de la empresa de reconquista y repoblación del Puerto y ciudad de Valdivia.

El cronista Vicente Carvallo y Goyeneche, (1875) narra este episodio

> Equipó una escuadra de doce buques con ochocientos buques de desembarco, buenos injenieros, artillería, pertrechos i los últiles necesarios para levantar una fortificación. Nombró por comandante de ella a su hijo Antonio Sebastián de Toledo y por gobernador de la nueva población al maestre de campo Alonso de Villanueva. Salió del Puerto de Calllao el 31 de diciembre de 1645 i arribo a Valdivia a 6 de febrero del año siguiente. Desembarcaron los 800 soldados en la Isla de Constantino [Isla de Mancera]; i en cincuenta y tres días que tuvo de puerto la escuadra, quedaron a cubierto para poder trabajar en las obras de fortificación i se gastaron 900,000 en esta espedición. El Marqués de Baides salió a sostener la población de la nueva colonia i llegó hasta río Quepe, donde recibió carta de los jefes de la espedición avisándole su arribo i haber sido admitido de los indios sin oposición. (p.63)

Otras migraciones, son las asociadas a enfermedades, desastres naturales y por causas seguramente de carácter antrópico, así como: la peste de 1736, el terremoto de 1737, el incendio general de 1737 y luego el de 1742. Más adelante, acontece en el año 1758, el traslado de la plaza de Valdivia a Isla de Mancera bajo mandato del Virrey Amat.

En definitiva, a nuestra comprensión, la principal razón de la participación de Manuel Raywenu en el alzamiento, fue la insoportable condición de su Pueblo Ainil, de vivir sometido al sistema de realengo.

A nuestro entender, la decisión del cacique fue influenciada por los ejemplos de alianzas y resistencias mapuche en distintos territorios vecinos, elemento que detonó la organización de los caciques de la costa de Valdivia, los cuales se organizaron para subvertir los abusos del poder colonial.

Bajo estas circunstancias, queda escrita en la historia mapuche de la costa Lafkenche, la insurgencia agitada por los caciques de la costa de Valdivia en alianza territorial con los Kunko de Füta Paliwe (ex Punta Galera). Los caciques convocantes fueron, Pelquiñanco de Niebla, Manuel Raywenu de Isla del Rey, Juan Lighenlauquén de San Carlos y el cacique de Punta Galera. En 1770 "ocurre un movimiento en las puertas de la ciudad, interviniendo exitosamente nuestro conocido Juan Garland mientras se desempeñaba como Gobernador; concluye con el apresamiento de los caciques de Niebla, Isla del Rey, San Carlos y Punta Galera". (Gabriel Guarda, 2000, p.14).

Sobre la estrategia elaborada por la alianza territorial, el historiador Gabriel Guarda (1953) nos entrega una premisa, sobre los aliados kunko. El objetivo era atacar el Fuerte de San Carlos, reforzado en 1762, "En 1770 los indios cuncos, sublevados, habían construido para atacar un camino desde Punta Galera, el cuál fué deshecho por los españoles "dejándose intransitable por años". (p.197).

Amagado el alzamiento de 1770, dos de los caciques son hechos cautivos, el "Cacique Manuel Rayhueno (sic), preso en igual situación que el cacique de Niebla, 1770" (Guarda, 2001, p.25). Posteriormente, su condición se convierte en destino desconocido.

No obstante, narra la historia, que Pelkiñanco participó en el parlamento del 15 de abril de 1778, bautizado por el nombre de D. José de Arba. Sin embargo, este alcance no asegura que fuese él mismo Pelkiñanco, posiblemente pudo ser un descendiente.

Por el contrario, del destino de Manuel Raywenu, no encontramos noticias, sólo que apresado fue enviado a Lima. Nos preguntamos ¿Qué hicieron con él?

Más tarde, transcurrido unos años del apresamiento de los caciques, encontramos que acontece una nueva acción de subversión en alianza con gente Puelche.

En reacción a ella, los invasores españoles agilizan la construcción del fuerte, como señala Guarda (2001) “En 1774 un nuevo intento, oportunamente controlado, desvía una junta procedente de allende la cordillera, a las inmediaciones de Cuyo”. (p.376).

Para finalizar, sobre la historia de Manuel Raywenu, la justicia en esos años remite a ciertos presos con el fin de apelar a las sentencias, a presentarse en audiencia ante el Virrey del Perú. En conclusión, Manuel Amat, fue quien decidió el desconocido destino del cacique subversivo del Pueblo de los Ainil.

Gabriel Guarda (2001) escribe “Aunque también competía al Cabildo parte de la administración de la justicia, como las causas referentes al personal castrense, a la justicia militar, su administración de lo civil competía al Gobernador, que, en caso de apelación a sentencia, envía las causas a la Audiencia de Lima o Santiago”. (p. 273).

Avanzando en los registros de la resistencia mapuche williche, se registra el alzamiento del 23 de septiembre de 1792, previo al Tratado de las Canoas, celebrado el 8 de septiembre de 1793, lideradas por los caciques Queypul, Tangol y Catrihuala “ (...) destruidas las instalaciones de las haciendas de Huite y las Mercedes, muertos sus mayordomos, otros españoles, y el correo de Chiloé, es incendiada la Misión de Río Bueno, y bárbaramente asesinado su conversor, fray Antonio Cusco”. (Gabriel Guarda, 2001, p.336).

Acto seguido, el gobernador Lucas de Molina organiza un contingente para la venganza. En la persecución masacró a niños, niñas, mujeres y hombres mapuche, sin importar si tenían o no participación en la rebelión. Entre los asesinados figuran cuatro caciques, uno de ellos fue el cacique Manquepan.

La respuesta de venganza, se lleva a efecto en octubre, capitaneada por Tomás de Figueroa. Parte de la carnicería, involucró “la ejecución de todos los hombres mayores de 7 años, la decapitación de 4 mujeres y dos niños, 20 ejecutados entre pehuenche y williche, el saqueo de animales y la quema de ruka” Bernardo Rumian ka Rumian Ponciano (2004,p.4).

En aquella ocasión, resiste el Cacique Manquepan de Cudico en Río Bueno hasta caer ejecutado y luego exhibida su cabeza y las de sus hijos ensartadas en lanzas en la plaza de Valdivia como señal de amedrentamiento.

Los autores Raúl Molina, Martín Correa, Cecilia Smith, Álvaro Gainza (2006) citan a Jorge Vergara (1991) “En el distrito de Cudico (cerca de la Unión) se hizo ahorcar al cacique Manquepán, a dos de sus hijos y a 17 mocetones, apresó a niños y mujeres y confiscó el ganado”. En Dagllipulli,el 5 de diciembre, Figueroa entró a la tierra del Cacique Calvugur, donde incendió su ruca, hirió al cacique y dió muerte a un niño, los demás indígenas huyeron y se refugiaron en los montes, los soldados “cogieron a tres mujeres del cacique con sus hijos, mataron algunos y lo más, salieron heridos, de los cuales, se ahogaron varios en el río. (p.53).

Para proseguir con nuestra narración histórica, debemos tener en consideración la existencia de antagonismos entre los mapuche Kunko y los mapuche “indios amigos”, razón que condujo contraposiciones políticas y territoriales interétnicas, realidad aprovechada por los españoles para negociar con los “indios amigos”. Este elemento, en parte es detonador del origen de malones, el avance y pérdida de territorio, que durante el periodo de dominio colonial español se acrecentó por la restauración del Camino Real entre Valdivia y Chiloé y de la celebración del Koyang de 1793 o Tratado de las Canoas.

El Tratado de las Canoas: el acuerdo de paz en Fütawillimapu

Desde la refundación de Valdivia en 1645, una serie de estrategias estaban en curso para el avance de la expansión colonial. Uno de los ejes primordiales en el sur del Wallmapu era recuperar el Camino Real con el fin de conectar la provincia de Valdivia con la de Chiloé. Para dicho cometido, era necesario apaciguar a los kunko rebeldes, establecer misiones en zonas estratégicas, construyendo paralelamente fortalezas y plazas, todos asentamientos claves, para asegurar la ocupación y el tránsito expedito para la búsqueda de oro, y concretar más tarde la refundación de Osorno.

El Tratado de Las Canoas acontece al sur de Wallmapu, en el territorio donde confluyen los llanos de Chaurakawin (Osorno) y el río las Canoas o Río Rahue. Este tratado fue una negociación –que veremos más adelante– consolidó el avance y la expansión colonial en Fütawillimapu.

Dos parlamentos, anteceden al Tratado de Las Canoas fechado el 8 de septiembre de 1793. El primer parlamento, se realizó en Río Bueno en el año 1789. En este hecho, se acordó y permitió el restablecimiento del Camino Real.

El segundo parlamento fue el de Quilacahuín, en agosto de 1793. Por efecto de esta reunión se estableció la misión en dicha reducción.

El tratado de paz de Las Canoas del 8 de septiembre de 1793, fue dirigido por el subteniente Julián Pinuer, comandante del destacamento de Osorno; el padre predicador Fray Francisco Javier de Alday, misionero de Dagllipulli y el Comisario de Naciones Don Francisco Aburto.

Martín Correa (2021) precisa que “Asisten los caciques de Rahue Catrihuala, Iñil, Caniu y con ellos los Guilmenes o cabezas de sus parcialidades, Calfunguir. Cacique de Dagllipulli; Ancaquir, Cacique de Cudico; Colin, Cacique de Quilacahuin; Naquinquir y Pichi Huaiquipan, comisionados de Pailapan, Cacique de Los Juncos”. (p. 230)

Algunos acuerdos del tratado son:

- La apropiación de las tierras de los llanos, entre los ríos de las Canoas al Damas hasta la cordillera
- Los indios serán “indios amigos”, obedeciendo a las autoridades coloniales y prestando auxilio, además deben entregar a los indios rebeldes; aceptar y ceder tierras para los asentamientos de misionales.
- Acceder a la evangelización de los hijos y profesar el santo casorio entre mapuche
- Término de cualquier plan de alzamientos.

En suma, el Tratado de las Canoas, fue un parlamento impuesto por los españoles y que hasta el día de hoy ha perjudicado profundamente a los lofche del Fütawillimapu, a partir de la construcción del Camino Real, que anexó los territorios entre Chiloé y Valdivia en 1789.

Con respecto a la refundación de Osorno en 1796, esta marca el comienzo de la conformación de las grandes haciendas en tierras no pactadas por el parlamento, puesto que, los españoles no respetaron los límites de ocupación. Consecuentemente, se inicia el proceso de despojo territorial mapuche en esta zona, por lo tanto la continuidad de los abusos corporales y materiales a familias mapuche williche, situación que nace y existe desde principios del siglo XVI en el Pueblo Mapuche.

Respecto a la infraestructura colonial española, al término del siglo XVIII, los despliegues estratégicos de las fuerzas españolas han logrado reconstruir y ampliar las obras que sustentan su asentamiento, como es la ampliación de fortificaciones y baterías provisorias de defensa, las misiones y centros educativos desde la costa de Valdivia, en los Valles circundantes de Mariquina al sur y también en el valle de la Unión hacia la cordillera de la costa hasta la isla de Chiloé.

Los acontecimientos narrados hasta el momento en esta fase de la historia, son parte del origen de las reclamaciones o reivindicaciones de comunidades en territorio mapuche williche hasta el día de hoy.

El Expolio en Isla del Rey durante la Colonización Alemana

En la segunda década del siglo XIX, la colonia española de la Provincia de Valdivia fue desbaratada por el movimiento independentista. Concretamente, arribaron tres barcos comandados por Thomas Cochrane, Jorge Beauchef y William Miller, desembarcando en el sector de la Aguada, el 2 de febrero de 1820 junto a "un puñado de sólo 310 hombres" (Gabriel Guarda, 1953, p.247), tomando las fortalezas y baterías del Puerto de Valdivia. Acto seguido, los patriotas recalan rumbo a la plaza de Valdivia, ocupando el enclave colonial de la ciudad.

Ante esta irreversible y magna situación, antes de huir, el gobernador Manuel Montoya, abrió las cajas reales, apoderándose de los recursos, y también repartiendo onzas y reales a soldados y vecinos, ordenando abandonar la ciudad a las tropas y residentes.

El hecho de la Toma de Valdivia, provocó un movimiento de hordas de vecinos que escaparon despavoridos fuera de la ciudad, consecuencia de la celebración de patriotas y por la exaltación de los marginales de Valdivia "Con la salida de las tropas el desorden fue mayor y el bajo pueblo, desde hacía bastante tiempo simpatizante entusiasmado de los patriotas, instigado por 1os postreros actos de sus opresores, dio rienda suelta a sus instintos procurando vengarse en el asalto de las casas de 1os realistas más connotados". (Gabriel Guarda, 1953, p.249).

En relación a esta situación, ciertos soldados actuaron de la misma manera, saqueando casas de vecinos patriotas. En uno de los alborotos, pierde la vida Don José Lopetegui, miembro del Cabildo y propulsor de la causa patriota.

Su nieto Antonio Barrena Lopetegui detalla

> Unos cuantos soldados patriotas, deseosos de hacer su botín abandonaron las filas y entraron los primeros en la Plaza. Don José Lopetegui los vio, los llamó y entró en conversación con ellos tomando algunos informes, pero desgraciadamente usaba un anillo con un diamante el cual al ser visto por uno de esos soldados despertó sus perversos instintos, entrando en deseos de poseer aquella alhaja. No tardó tanto en concebir la idea como en ejecutarla. Preparó su fusil y le disparó un balazo en el pecho derribándolo muerto instantáneamente y se abalanzó sobre el anillo. Pero como no pudiera sacarlo porque parecía estrecho, tal vez por alguna contracción nerviosa, cortó el dedo y se hizo dueño del anillo, abandonando el lugar. (Jorge Molina, 2009, p.23).

Estos acontecimientos marcaron el fin del colonialismo español en la Provincia de Valdivia. En efecto, vecinos, hacendados y militares hispano criollos fueron despojados de su poder, riquezas y privilegios. Pongamos por caso, la expropiación de la riqueza heredada

por la viuda de Vicente de Agüero, quien figura en la historia colonial como dueña de una gran proporción de tierra en Isla del Rey, a finales del siglo XVIII. (...) En lo referente a la pérdida del patrimonio (…) doña Ramona Henríquez, viuda de Vicente de Agüero[15] y poseedora en 1810, como se vio, de un cuerpo de bienes superior a los 100.000, al fallecer, en 1828, deja a sus herederos exactamente 14.243, indicándose en los inventarios que la mayor parte de su dinero, alhajas y ganados fueron confiscados o sometidos a contribuciones forzosas, sin devolución" (Gabriel Guarda, 2001. pp. 344-512).

La continuidad del yugo colonial para mapuche y mestizos, prosigue con la conformación de la República de Chile y las nuevas políticas que transformaron la estructura del poder colonial.

Pablo Marimán (2006), acota que hispanos y sus descendientes, los criollos, constituyeron la élite étnica-racial de la época, que integró y apoyó la independencia de la corona española, movilizados por los beneficios que ganarían por el nuevo orden colonial de la República, sostenido en un sistema de legislación, que ampara el libre comercio y la propiedad privada individual, beneficios principales que persigue la elite hispano criolla.

En conclusión, el cambio de mando político administrativo desde la independencia, no removió a la antigua casta colonial hispano criolla "Proclamada la independencia y establecido el nuevo orden político en el país, conservaron aquellos funcionarios [comisarios de naciones, capitanes de amigos] sus atribuciones y siguieron siendo los agentes naturales de la autoridad en sus relaciones con los indígenas" (Ricardo Donoso y Faron Velasco, 1928, p.27).

15 En 1949, año que Guillermo Frick elabora su informe sobre tierras baldías - fiscales, la isla se nombra como la "Isla de los Agüeros" (Gabriel Guarda, 2001,p.547).

Pablo Mariman (2006), explica que la transformación ideológica del orden colonial a partir de la creación de la República de Chile (del absolutismo monárquico- a la ideología liberal de la Revolución Francesa), " (...) se asociaron a un nuevo orden que puso su acento en la ley como instrumento regulador de una sociedad constituida ya no por súbditos, sino de ciudadanos (...) La independencia trajo la fundación de una nueva sociedad a través del Estado-Nación, adoptando la figura de la República, como la manera en que se ordenarán los poderes (ejecutivo, legislativo, judicial)" (pp.81-82).

En resumen, Marimán identifica que la construcción del Estado Nación y su organización gubernamental, se expresa en los poderes judicial, administrativo, legislativo, que fueron implantados a partir del conjunto de prioridades y conveniencias de los criollos. Esto implicó el nacimiento de una sociedad racializada y clasista, la construcción de una identidad nacional monocultural, el desarrollo de un circuito económico nacional y exterior de libre comercio, y procesos de urbanización, que evidentemente trajeron nefastas implicaciones en territorio mapuche.

De esta manera, surgen nuevas formas de subordinación que operarán en esta etapa de colonización, particularmente, desde la colonización alemana[16]. La colonización Alemana en Isla del Rey, representó la continuación de la explotación, la devastación de la tierra [17] y de la pérdida territorial para familias mapuche y colonos pobres.

En el año 1849[18]Guillermo Frick, es nombrado por el Ministro de Hacienda Antoio Garcia Reyes, encargado de mensurar las tierras "baldías" en territorio mapuche de la

16 1845, Ley de Colonización Manuel Bulnes.
17 Ecocidio, por destrucción del bosque nativo a causa de extracción de madera, quemas para despejes, contaminación por residuos de maderas arrojadas a los ríos, etcétera. Se vieron afectadas especies como el lingue, por su uso en curtiembres, el alerce, coigue, pellin, para diversas construcciones.
18 A fines de octubre de 1849, Guillermo Frick, hace entrega de un completo informe de la mensura, tierras baldías y fiscales.

Provincia de Valdivia, con el propósito de registrar e incorporar el territorio ancestral mapuche a la República de Chile. La tierras mapuche son mesuradas por Guillermo Frick y este las cataloga como baldías, para luego ser registradas como terrenos fiscales y ser entregadas y pobladas por inmigrantes alemanes[19]. Estos alemanes, fueron en su mayoría profesionales, que a la vez propulsaron la economía industrial, la agricultura y el comercio exterior, en especial con el puerto de Hamburgo.

> Este encargo era más fácil de dar que de cumplir ; pues la provincia no tenía otros caminos que el que pasaba por Futa al interior y las sendas de los indios, llenas de obstáculos casi intraficables. (...) A1 este de Valdivia y siempre en la ribera sur del río Calle-Calle, comenzaban 1os terrenos fiscales en el lugar llamado Arique; en el oeste, en dirección hacia Corral, le pertenecía parte de la isla del Rey; de Corral a1 norte, 1os terrenos comprendidos entre San Carlos y el morro Gonzalo, y a1 sur de Corral, más allá de la Aguada y de San Juan, 1os terrenos montañosos denominados 1os Alerzales. En la margen norte del río de Valdivia, la pertenencia del Fisco comprendía desde Niebla hasta Cutipai, los terrenos llamados el Toro y el Bayo, toda la región del río Cruces y, finalmente, desde Cuyinhue hasta San José de Mariquina. También pertenecían al Fisco muchos terrenos comprendidos entre Quitacalzon y Pidei". (R. Donoso y F. Velazco, 1928, pp.96-97).

19 1846, primeros alemanes llegan a la provincia de Valdivia, gestión de Bernard Philippi.
1850, segundo grupo de inmigrantes alemanes, llegan por gestión de Vicente Perez Rosales a las ciudades de Llanquihue y Valdivia.

Continuando, extraemos más información del estudio de R. Donoso y F. Velazco (1928) respecto al decreto de 1849 y normativas

°5. En Valdivia existe don Guillermo Frick, sujeto inteligente, según informes que tiene el gobierno y que ha hecho algunos trabajos sobre terrenos baldíos. Se recomienda al comisionado que se ponga en relación con el, y si lo estima conveniente proponer su nombramiento para que lo acompañe con el carácter y sueldo que sea más económico para el Estado.(p.97)

También existían en la Isla del Rey[20], inmediata a la bahía de Valdivia y sobre la desembocadura del río de este nombre, algunos terrenos fiscales, cuya malisima calidad, y lo fragoso y quebrado de sus cerros los hacía de todo punto inadmisibles: solicitólos el señor don Guillermo Frick, por tener una pequeña hijuela a deslindar de ellos. Este señor, por tantos títulos acreedor a la protección del gobierno, ha sido uno de los primeros pobladores alemanes que ha tenido Valdivia, en cuya provincia no ha cesado de trabajar con actividad en promover la inmigración y ha perdido totalmente su fortuna. En vista de estas consideraciones, he creído, que con justicia no se le podía negar por lo menos las mismas concesiones que se hacen a los demás colonos, que marchan ya sobre un camino abierto con tantos sacrificios, por los que les han precedido. He entregado, pues, a dicho señor 1os terrenos vacantes de la isla del Rey, 1os cuales, no habiendo sido medidos, a juicio de algunos vecinos de respeto, con quienes me he asesorado, tase en ciento veinte pesos pagaderos desde el 1.° de Diciembre del año próximo pasado a primero del mismo mes del año de 1853. (...) El número de cuadras vendidas, en el departamento de Valdivia por

20 Isla de los Agüeros o Isla del Rey. (G. Guarda, 2001,p.547).

cuenta del Estado asciende, por lo expuesto, a seiscientas quince, (R.Donoso y F. Velasco,1928, p.p. 127-128).

Según el catastro del comisionado de Gobierno para la designación y mensura de los terrenos fiscales D. Guillermo Frick "Señala el cuadro que representa el número de cuadras de 1os terrenos fiscales entregados a la emigración desde febrero del año próximo hasta el 1.° de Agosto de 1852" que el total de cuadras entregadas fueron 612: "Cutipai 255; Isla de las Culebras 1; Cruces 4; Morro Gonzalo 50; Santo Domingo 165; Isla del Rey *in corpus".* (R.Donoso y F. Velasco,1928, p.127).

Estas cifras indican la gran cantidad de tierras que se apropia Guillermo Frick, que suma a su pequeña hijuela, el *in corpus*, que se traduce al cuerpo o toda la tierra solicitada por G. Frick, que además no fueron solicitados como regula la ley " 1os terrenos vacantes de la isla del Rey, los cuales, no habiendo sido medidos, a juicio de algunos vecinos de respeto [veremos prontamente quienes son estos respetados vecinos], con quienes me he asesorado" señala el Agente de Colonización.

Respecto al usufructo de G. Frick en Isla del Rey, en su libro *La Nueva historia de Valdivia* (2001), Gabriel Guarda indica un molino de sidra en Isla del Rey, propiedad de G. Frick "Los molinos de sidra se multiplican: la cosecha de manzana es enorme y la producción tal, que a pesar de la disminución de los habitantes, aumenta en 1845 a 30.000 arrobas, y a 4 años después a más de 770 botijas y a 28 el número de industriales que la producen; su aforo es el impuesto más alto percibido por la municipalidad, según Domeyko en una isla próxima a la ciudad se producen 2.000 arrobas, es decir, 80.000 botellas, a razón de 40 botellas por arroba. (Gabriel Guarda, 2001, p.495).

Antiguo Molino, dibujo de Guillermo Frick c. 1850. Colección particular, Santiago. (Gabriel Guarda, 2001, p.493).

A la vez, los antecedentes reunidos desde la memoria oral, sobre la pérdida territorial causada por la colonización extranjera nos indica

> Gullermo Frick, era Juez de Campo y el sobrino de él era secretario. En esos años había Juez de Campo, si había un problema en el campo, allá tomaban ellos los casos, ya no había que ir a Valdivia (...) Después [refiriéndose al sector de Las Coloradas], al lado venían Los Toledos, después los Juan Kepper, los Kunstmann al lado de allá. Acá están Osvaldo Kunstmann y Reinaldo Kutsman, en las Coloradas, dejaron un pedacito así no más. Ahí se pusieron Los Flores, Los Riscos, Los Lagos, Los Flores Gutiérrez, de ahí para allá pescaron todo, las partes más grandes. Estaban los Dualde latifundistas, de ahí venían Los Toledos y Frick. (Entrevista a Sergio Corona Carbonero, 15 de febrero del 2022).

Domingo Risco, nos cuenta la pérdida territorial que perjudicó a su familia y descendientes “Mi papá y sus hermanos , eran dueños de todo ese fundo que está al frente [Champuto], hasta allá arriba, eran como 800 hás. Llegó un “viajujo” de Alemania que era de apellido Frick y ese se tomó el terreno. Como los viejos antes no se preocupaban tanto de pelear por sus cosas, los dejaron que se instalen ahí, y él le quitó todo”. (Entrevista, 10 de febrero del 2022).

Recopilando más información sobre los primeros colonos extranjeros asentados en Isla del Rey, Zenaida Loncomilla menciona a Bennett “ese no es un apellido chileno, y allá arriba Guillermo Frick, los chicos Robert, sus herederos, porque Frick no tuvo hijos”. Luego, nombra a la familia Timm , aludiendo particularmente a “Maria Timm”. Estos inmigrantes se instalaron en el Fundo Puyehue. (Entrevista , 19 de febrero del 2022).

Sobre el mismo asunto,, Sergio Corona nos cuenta “ El Fundo Pueyehue, antes era Timm, yo estuve ahí de cuidador, la Señora Timm, era tremenda alemana (...) estuvimos como dos años ahí con mi señora”.

Antes de proseguir con el caso específico de pérdida de tierra de la familia mapuche Michillanca, queremos señalar la reiteración en los distintos testimonios, que aluden al colono Sanz. Dicho inmigrante de origen alemán, había llegado pos Segunda Guerra Mundial a Isla del Rey.

> Enrique Sanz, era un alemán que estuvo en la segunda guerra mundial y lo capturaron los rusos. Era un ingeniero en metalurgia y cómo Estados Unidos tenía en Corral, una fábrica de todos esos metales, se lo pidieron a los rusos y lo enviaron a Corral. Un señor Bennett, parece que era su apellido, le vendió a Sanz. Fue en el

tiempo que peleó Hitler y quería ser Dios de la tierra, y ahí se fueron vendiendo esas tierras. (Entrevista 15 de febrero del 2022).

Domingo Risco, narra "Yo era un niño de 12 años más o menos. Cuando tenía que ir al internado de Niebla y nos veníamos en una lanchita que se llamaba Dubi, nos bajábamos en Carbonero y de ahí teníamos que llegar acá [La Coloradas]. Ese caballero, el dueño de eso, era Sanz, Enrique Sanz. Nosotros, pasamos recoger castañas y el viejo nos daba bala ¡nos metía bala ahí!.

Ese llegó directo de Alemania, era malo ese viejo… malo, malo. A un niño lo pillaba dentro de su campo, lo agarraba y lo huasqueaba, lo chicoteaba. Nosotros pasábamos a un castañal ahí donde está la señora Chena [Zenaida Loncomilla] a la señora Coti, ahí había un montón de castañas (…) éramos cabritos nosotros y pasamos (…) un niño se tienta y pasábamos a recoger castañas y allá ¡dele bala! (…) se adueñaron de la tierra. (Entrevista 12 de febrero 2022).

Concluyendo, Zenaida Loncomilla relata "era harto rejodido, salía a corretear gente, para que no le pisen la tierra, hasta le disparó a unas personas para que no pasen por dentro ¿qué se le iban a pegar la tierra en los pies?. Arrancaron varios gringos para acá, después quedaron bien puestos, como siempre los chilenos han sido medios lesos"

En cuanto al expolio de tierras mapuche, pesquisamos el caso de Don Antonio Michillanca Nancapichun (sic), cuyas tierras comenzaron hacer despojadas entre los años 1847 a 1874, cuando Guillermo Frick se instala en su tierra y más tarde se efectúa la partición del " Fundo Carbonero" [tierras Michillanca] en 1874.

Al pasar por Valdivia [Aquinas Ried y César Maas] , donde descansaron y repusieron, se distrajeron agradablemente (como dicen sus interesantes memorias) fueron espléndidamente atendidos y en la casita de campo de don Guillermo Frick E. del fundo Carboneros, en la punta frente a Mancera degustaron menú a la alemana en la salita de madera estucada con barro, con estante para libros y el piano de cola vienés que ocupaba casi todo el espacio. Como todos, incluidos don Ernesto Frick E. y don Guillermo Doell, eran músicos hicieron deroche (sic) de gala al piano y canto y corearon los lieder y corales de Bethoven (sic), Hayan, Mozart, etc. que por primera vez resonaba música alemana en Valdivia. (Omar Busch Portales, 1973, p.11).

Ernesto Frick: escena de campo en 1874. Colección particular, Santiago. (Gabriel, Guarda, 2001,p.547)

El Ministerio de Tierras y Colonización[21] no otorgó Títulos de Merced en Isla del Rey. Sin embargo, Antonio Michillanca Nancapichun logra inscribir y rescatar apenas 35 ha. de todas las extensas tierras que le pertenecieron, localizadas entre el Estero de Venegas a Carbonero y a Isla Liguiña "Hay una historia, la Isla Liguiña, que era de Los Michillanca, y los curas se habían adueñado de una parte". (Sergio Corona, entrevista 15 de febrero del 2022).

La documentación examinada[22], evidencia que fueron los mismos "vecinos respetados" que apoyaron la declaración de "terrenos vacantes en Isla del Rey" citados en *Historia de la Constitución de la Propiedad Austral* de R. Donoso y F. Velasco (1928, p.128), para favorecer la adquisición de tierras mapuche para Guillermo Frick

En 1908, la delegación de Corral adjudicó a Antonio Segundo Michillanca, una hijuela de 35 ha. cuyos nuevos deslindes a causa de este despojo son " N. Río Valdivia- E. Carlos Bennet- O. Reinaldo Harnecker y Tierras Michillanca, Loncomillas y Huenucoyanes" (Libro 69, N°135, año 1908, Archivo Nacional). La propiedad de Don Antonio Michillanca, fue inscrita a fojas 177 vuelta, número 363, del registro de propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Valdivia del año 1920.

En resumen, los respetados vecinos, desempeñaron y se vincularon según sus profesiones y cargos en el Departamento de Valdivia. "Reinaldo Harnecker, fue Martillero de Hacienda, Carlos Bennett, abogado y obtuvo el cargo de alcalde e intendente de Valdivia en el transcurso de su vida". (Pedro Martinez, Anuario de 1903. p.797).

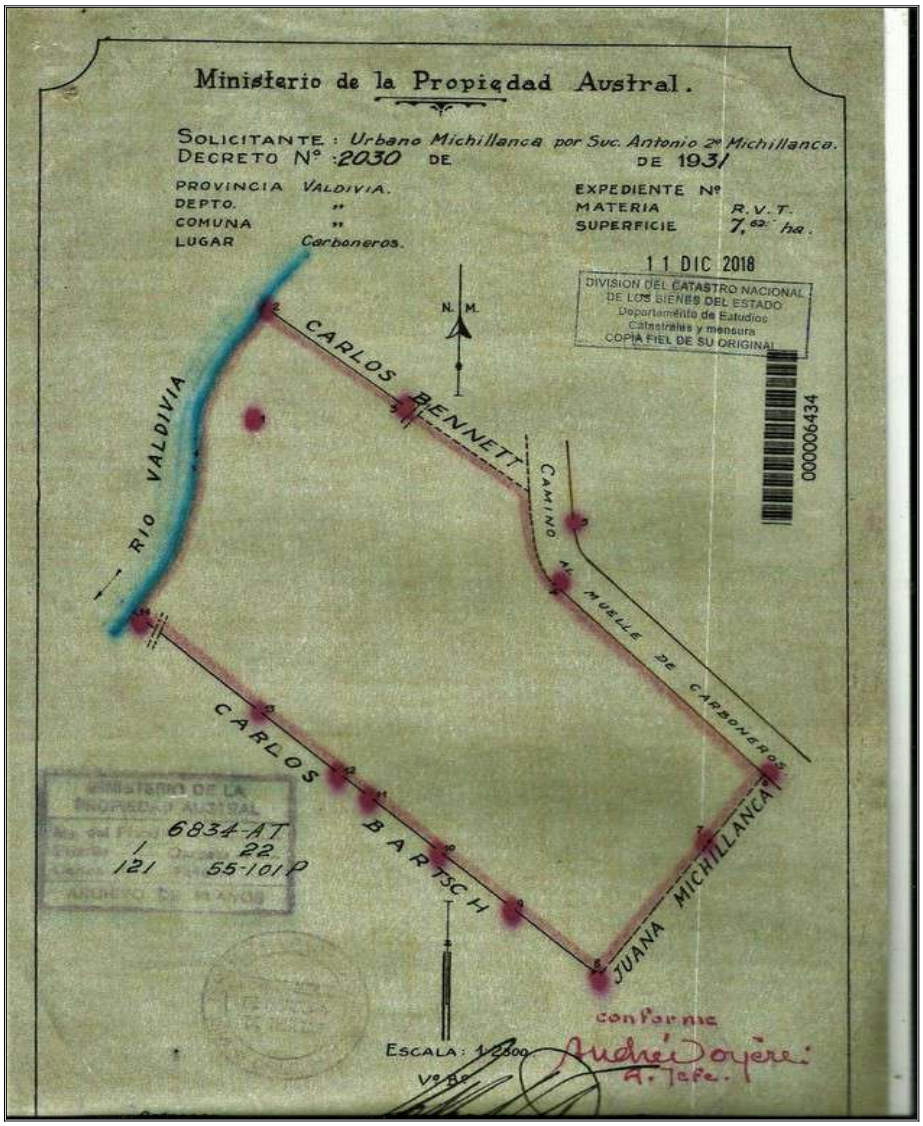
---

21 La Inspección General de Tierras y Colonización en Valdivia, en el año 1906, mensura 10.500 hás. a Curiñanco y Chan Chan 6.200 hás.; al norte de Santo Domingo 1.100 hás.; al sur de Santo Domingo 900 hás y Chaihuín 2300 hás.

22 Archivo Nacional, Archivo Conservador de Bienes Raíces de Valdivia y estudio de Títulos del abogado Wladimir Collinao.

Guillermo Frick (?): Campo junto al Río Valdivia. Colección particular.Santiago. (Guarda,2001,p.672).

En el presente, se encuentra vigente un litigio legal y recuperación territorial de una parte del fundo Carbonero (7 ha y 52 áreas), que corresponde a la Sucesión Urbano Michillanca, tierra usurpada en la actualidad por la Sociedad de Inversiones el Olivar SPA, luego que herederas de Augusto Firmani, personaje que saneo fraudulentamente el año 1995 las tierras Michillanca a su nombre, venden a esta inmobiliaria.



Plano de Sucesión Urbano Michillanca, Ministerio de la Propiedad Austral, 1931. Archivo Nacional. Santiago de Chile.

Capítulo III

Historia Oral de Isla del Rey

Habitares Ancestrales y Trashumantes

Las (os) coautoras (os) de esta historia, son sujetos cuyos habitares territoriales o tuwün y orígen familiar o kupalme, se determinan primordialmente, desde la descendencia ancestral mapuche originaria de la isla y por humildes peersonas y familias trashumantes, que luego de sucesivos desplazamientos fuera y dentro de la isla, toman asiento y refugio en esta tierra.

Nolberto Santana de 100 años (Q.E.P.D), nació en un fundo de Río Bueno " de un caballero Dualde", su padre trabajaba en este lugar. El chachay (abuelo), vive su infancia junto a su padre, en un ambiente de violencia intrafamiliar, "¡era malo el viejo!, yo estaba esperando para ser hombre, pero me aconsejaron los demás, que no hiciera nada".

Años después, su madre lo dió en adopción "a unos viejitos de Corral… pero cuando llegué ahí, no me daban un pedacito de pan, nada". Nolberto, siendo un niño se refugió en una cueva en el sector del muelle de Corral, donde convivió con un hombre que habitaba ahí y que trabajaba en el muelle. Se destino cambió, cuando se arrima a otra gente, y lo transladas a otra localidad costera

> Bajó una señora de Quitaluto de a caballo, un tremendo caballo, vallo, ella era grande la señora… la hija del viejito Alcire Gaete, Doña Clara Gaete. Doña Lindana le dijo ¿usted no le hace falta un chiquillo en su casa?, mi papá trajo un chiquillo ahí, pero las otras no lo atienden nada, no son para eso. Yo tendría más o menos, como 7 años.
>
> ¿Te irías conmigo hijito? Sí. Así que se bajó del caballo y me subió al anca. me amarró su pañolón aquí e hizo un nudo. ¡Péscate del pañolón! me dijo, ¡no te sueltes, agárrate firme no más!, tenemos que andar harto para arriba… allá en un parte, para el lado de Chaihuin.

Nolberto Santana, en su adolescencia transito entre San Juan, Lumaco y Naguilan arrimado a familias y trabajos de campo. Trabajó en la construcción de cercas, el rozar de caminos, la pesca artesanal, pero principalmente, se sustentó en el oficio de hachero, leñero y carbonero.

El "flaco Santana" como era apodado por su trayectoria de arquero del equipo de la localidad de Lumaco, llegó a Isla del Rey casado con Orminda Miranda, originaria del sector Las Pozas. "Aquí ya llegué medio decaído, con enfermedad. Nosotros tuvimos como 12 hijos, 10 hombres y 2 mujeres".

Lidia Santana (68 años), hija de Don Nolberto, recuerda "yo llegué de Naguilan, de Lumaco del cerro más alto, después nos fuimos a la Ensenada en Catrileufü… mi papá sembraba trigo centeno… también en Lumaco hacían la fiesta de la trilla, a caballo… parece que llegamos a la isla como el 75, en esos años.". (Entrevista a Nolberto Santana y Lidia Santana, 18 febrero del 2022).

Nolberto Santana (Q.E.P.D) y su hija Lidia Santana.

Avanzando, atesoramos la historia de vida de Mardonia Peralta, Doña Mayito, 92 años. Ella reside en el sector Areto o sector posta antigua "Mi isla es maravillosa, yo me crié aquí. Nací el 5 de diciembre del año 1931, y no me moví de aquí. Dejamos allá, al otro lado, una hijuela tirada, allá en catrileufü, porque era mucho sacrificio, y aquí se vive de la pesca, de la agricultura, de un poco de crianza y así pasamos la vida".

Por su parte, Rigoberto López de 57 años, del sector la Meseta, pertenece a la cuarta generación de una de las familias más antiguas y numerosas. Sus atepasadas viajaron desde la Isla de Chiloé asentándose en Isla del Rey "Mis abuelos eran López Pérez y se casaron con Huilliches, vinieron en 1918".

Yo tengo registro de cuando llegaron acá. Han estado siempre viviendo su vida en forma natural más que nada. Entonces [en aquellos años], no había muchas formas de movilizarse desde la isla, solamente botes a remos. Acudían a trabajos locales, como los cultivos de frutas, cerezas, y también hortalizas. Los proveedores eran de Corral Valdivia, Niebla y sus alrededores. (Entrevista, abril del 2022).

Rigoberto López, gobernando su embarcación Nubeluz

En el caso de Sergio Corona, Don Checho de 72 años recuerda "yo nací en Cutipay, mi madre y mi padre vinieron de Paillaco, emigraron para estos lados [Isla del Rey] en los años 50. Yo llegué a la isla en brazos de mi madre".

En definitiva, la trashumancia al interior de la isla, se vincula la busqueda de sustento económico en los fundos, en particular, por el trabajo de campero. Este trabajo,

significó, la posibilidad de techo para vivir, de comida y afortunadamente para algunos, la paga de un sueldo.

Por ejemplo, Sergio Corona, residió temporalmente en el Fundo Timm (?) o Puyehue " yo estuve ahí de cuidador, de la señora Maria de Timm, era una tremenda alemana (…) como dos años estuvimos con mi señora"(...) También en el fundo El Toro, Isla Liguiña " esa isla era de un tal Guillermo Martínez y mi papá le fue a cuidar la isla".

Matrimonio Sergio Corona y Lidia Santana

Domingo Risco, de 72 años, es habitante del sector Las Coloradas. Él nos transmite, que su padre Medardo Risco, mantenía amistad con sus vecinos de Carbonero, atravesaba la isla a galope, de a caballo por el monte, para visitar a sus amigos "Fíjese que yo me acuerdo de todo. Mi padre, con decirle, era amigo de todas esas personas que vivieron en Carbonero. Ahí estaban, Don Juan Paduro y Don Pedro Vargas, yo también los alcance a conocer…al viejito Marileo Don Silverio, el viejito Fuentes, toda esa gente, Los Flandes que había antes … mi papi conocía a toda esa gente de Carbonero (…) mi viejo era medio salvaje, pero lo quería la gente"

Don Domingo, refiriéndose al lugar que habita en Las Coloradas, "Cuando yo era chico había como 5 casas y ahora como 60. Vivía Don Teófilo Flores, donde están los castaños, Don Fidel Torres, ahí vivía una tía Victoria Risco, más allá, vivía Don Gabriel Flores. Domingo Risco, pertenece a una familia que se movilizó a trabajar al Fundo El Toro, su padre fue uno de los 7 camperos que se albergaron en cada puebla, en el fundo de los Carrazola. A los 8 años, Don Domingo trabajó de pajarero, espantando pájaros de los trigales. Más adelante, ya casado y con tres hijos, se traslada junto a su familia a trabajar al fundo Naguilan. A la postre se radican en Las Coloradas. (Entrevista, 10 de febrero del 2022).

Domingo Risco, en su casa apoyado a su preciado Ciprés.

.

Las familias originarias Mapuche, reconocidas como más antiguas en la isla según la tradición oral, serían los Michillancas y Loncomillas. Luego, se indican a los Nauto, y del mismo modo a los Paduro.

El que no tenía frutillar no era isleño. Aquí la gente, todos tenían frutillar decía mi papá [Urbano Michillanca] todos, todos, era como un dicho …los Loncomilla, estos tenían su tremendo frutillar, mujeres y hombres trabajaban ahí, criaban ovejas, criaban de todo. (Entrevista Maria Isabel Michillanca, abril de 2021).

Antes de avanzar, queremos dar a conocer que en escrituras de la propiedad de Antonio Michillanca (1874 - 1920), se inscriben como colindantes a Los Huenocoyanes. Este es el único registro de estos mapuche que habitaron en la gran isla.

Otras familias y personas que se asentaron en la ínsula serían, los Lancapichun, los Quiñilef y la familia Marileo, estos últimos procedentes de Traitraico (Nueva Imperial).

Por último, algunos casos de acunche, es decir, mapuche que llegaron a vivir a la isla, sería por unión conyugal. Tal es el caso, del cónyuge de Mayito Peralta, "Germán Salas Huechante, fue mi marido, él hablaba indio, ¿cómo se llama?, mapuche. Él no era de la isla, se vino a vivir a la isla cuando se casó conmigo. Era de San José, Pelchuquin, acá llegó la condenación (ríe).

Quedará pendiente, profundizar la historia del tuwün y kupalme de las familias mapuche que habitan y habitaron la gran isla.

Los Oficios y la Economía Isleña

La identidad territorial, es portadora de los rasgos particulares de las sociedades o grupos humanos en cada territorio. Además, en ella se deposita el cúmulo de conocimientos y saberes que constituyen al Ser cultural.

En Isla del Rey, esta construcción se ha forjado primordialmente, por la relación con el entorno natural a través de la observación, escucha y aprendizaje de la geografía del lugar, como también, por medio de la práctica de distintos oficios.

La memoria oral, nos relata algunos recuerdos de oficios tradicionales, que se encuentran suspendidos y vigentes en el tiempo.

Benjamín Flores de 74 años, rememora "A los 13 años en 1962, pescaba con varas, eran unas palitas de madera de alerce, que se amarran para tantear choritos. Antes se trabajaba a pura vara, sacábamos unos 6 sacos de 80 kilos… tenía un bote que se llamaba Bernardita, por el año 64". (Entrevista, abril del 2022).

Otro testimonio habla del arte del tejido de coirón, “El finado Pedro Vargas, trabajaba en el Coirón, que iba a buscar, pa ya pa rriba, de Venegas para arriba. Don Pedro Vargas, hacia paneras, hacia canastitos”. (Entrevista Zenaida Loncomilla).

Siguiendo con los oficios que aún se mantienen, registramos memorias sobre tejedoras en lana de Isla del Rey

Zenaida Loncomilla, recuerda

> Mi mamá me tejía la ropa, por eso yo no ando ¡jamás nunca con vestido!, porque me hacía los pantalones de lana. Ella hilaba lana cruda, chombas, medias, todo lo hilaba y de lana cruda me hacía la ropa

También Edita Michillanca es guardadora de este saber ancestral

> A mí me parieron junto con las ovejas, trabajé como 15 años. Trabajé en el centro que le llamaban “*Centro no me olvides nunca*”. Nosotras trabajamos como 20, ahí en la iglesia grande que había, ahí trabajamos en hiladura. Unas hilaban, otras escarmenaban, otras hacían bordados, hacían de todo (…) yo entregaba lana hilada blanca y revuelta con negra, una hebra blanca, una hebra negra y blanco también, tuve dos quincenas sin ir a trabajar a Corral porque me dieron de regalo.

En el presente, aún existen tejedoras.Silvia Meza de 63 años, esposa de Domingo Risco de Las Coloradas, con orgullo nos invitó a conocer su taller de tejido en lana y nos reveló generosamente, ciertos saberes y conocimientos sobre distintos tipos de teñidos y mordientes. A saber, es que se ocupan una gran variedad de plantas y restos orgánicos para teñir, como el voqui, cáscaras de frutas, hojas y flores. “nosotras vamos cambiando el mordiente y va cambiando el color, entonces a un color le sacamos dos o tres colores, a esa misma planta”.

Silvia Meza trabaja en conjunto con la tejedora oriunda de Las Coloradas Teotista y las hiladoras Nena y Maria Soto del mismo sector.

Terminando,, debemos mencionar, las prácticas tradicionales de recolección como la murta, las cerezas, las manzanas, y por otro lado la venta de tortillas de rescoldo.

Lidia Santana y Sergio Corona relatan " Angelina se juntaba con la señora Rosa Melo, Doña Elsa Jaramillo, se juntaban las tres (...) unas iban para allá, a Mancera, otra para Los Molinos y a veces una se quedaba en el muelle de Niebla a vender".

Todas estas labores que hemos escrito, se identifican a partir de los testimonios, como prácticas destacadas y valoradas por los habitantes de la isla.

La Pesca Artesanal y la Recolección de Pelillo

Antiguamente aquí y en Corral estaba lleno de jureles, lleno de sierras, las corvinas varaban para acá. Ahora, no se encuentra una corvina, ni tampoco el jurel ni pa´ remedio.
Sergio Corona

Indudablemente, la pesca artesanal y las actividades conexas a ella, son hasta el presente, uno de los elementos más importante que define o constituye parte de la identidad territorial de los isleños.

Estas prácticas, se han exhibido a través del tiempo, mostrando algunas su origen ancestral lafkenche de pueblos canoeros, como Ainilebo. Naturalmente, se han transferido estos saberes y conocimientos, aprendidos por el vínculo directo con el borde fluvial y la interacción, con conocmientos de otras riberas cercanas.

En otras palabras, la práctica de la pesca artesanal y sus actividades conexas, son parte de lo que jurídicamente se llama derecho consuetudinario. Esto significa, que a partir de las costumbres y tradiciones que se han mantenido desde tiempos ancestrales en relación con este entorno natural y su biodiversidad fluvial, sus habitantes y comunidades son sujetas a derecho, de modo que, la ribera de la isla, es un lugar de significancia cultural fundamental, para la identidad, para la historia del territorio y para la territorialidad.

Otro punto a destacar, son las cualidades del desarrollo de este trabajo. Se evidencia, no tan sólo la existencia de las mujeres pescadoras, sino también, refleja el trabajo mancomunado entre géneros. En palabras de Domingo Risco "nosotros sí que sufrimos para criar a nuestros hijos… 5 hijos tenemos y nos sacábamos la porquería pescando los dos".

Por último, una tercera particularidad se presenta, con el inicio a temprana edad en esta actividad laboral de autosustento, que marca sensiblemente la infancia de los habitantes.

Los siguientes testimonios de Sergio Corona y Lidia Santana, describen sus infancias. Estas realidades, son similares a todos los participantes.

Pese a las duras condiciones de pobreza, prima la astucia y creatividad, rasgos que se agenciaron en las y entre familiass, generando lazos comunitarios de solidaridad para la sobrevivencia.

> yo me vine a poner zapatos como los 12 años y zapatos plásticos, estos daban una picazón en el talón terrible…los hongos que salían… eran zapatos, botas, eso nos compraba mi papá, porque más no le alcanzaba, como éramos tantos. Así nos criamos todos, a patita pelá. Muy pobre de ropa. Yo tenía un chaleco y ese chaleco

se me rompió aquí en el codo, yo le ponía un parche… Ese era mi chaleco que yo tenía. Éramos muy, muy pobres. (Lidia Santana).

La ropa interior era de saco de harina, de esa que vendían en los molinos de las bolsas que sobraban, de ahí se hacían los calzoncillos. (Sergio Corona).

De harina Collico, de esas le hacía las camisas mi Mamá a mis hermanos. Yo me hacía calzones de eso (…) mi mamá en el cuello le ponía otro generito más bonito y lo demás pura marca Collico … mi mamá costuraba a mano. (Lidia Santana).

En conformidad, por medio de las memorias, permiten conocer las transformaciones en el tiempo, de las artes de pesca y las técnicas de aparejos. Así mismo, las memorias traen al presente las rutas fluviales de las zonas de pesca y el circuito de comercialización de la economía a través del tiempo.

Mayito Peralta, señala que ella fue la primera pescadora mujer de su generación

Yo toda la vida trabajé en la pesca… por casualidad me sacaron a la pesca a los 8 años, porque no había pescador, de ahí no me solté más del bote.

Las redes pejerreyeras, eran de hilo para las lisas y los robalos, venían en carretillas, el más delgado era número uno, el más grueso número dos, con eso se hacían las redes (…) lo que no aprendí fue a componer, sabía tejer sí con mallero, me hice un mallero de madera y una aguja de madera igual, pero a componer no aprendí.

Salía a los pejerreyes en la noche, al otro día los iba a vender a Valdivia, en ese tiempo no había micros, no había nada, venía un vapor de Corral que llegaba a Valdivia, pasaba a Carbonero o en Niebla.

Según la marea, cuando íbamos contra marea, pasábamos 5 horas bogando… .A la vela de costilla! … con Nubia [prima hermana] íbamos a Corral en bote y a la

vela… cuando había viento sur uhhh, sentaditas llegábamos a Corral, y después llegábamos a tomar viento a Amargos, para salir a Niebla y cuando había temporal corríamos mejor.

Zenaida Loncomilla (69 años), narra que ella desde niña trabajó "trabajé en lo que podía de chica, sembrando, acarreando leña, yendo a trabajar en el agua. A los *pulle*, de cinco o seis de la mañana, íbamos pegando a remos para San Juan, las Ramas, y la Ensenada para pillar pesqueros pa dentro, a veces lloviendo, Yo era buena pal remo, así están mis huesitos, estropeados ¡tanto trabajar Dios mio¡

Estuve trabajando en los *pulle*. Con las mareas creciente o vaciando, los sacamos con un chiñe, es una cosa grande como un balde que se saca con guisque pa rriba, hay que tener buenos ojos. También estuve trabajando en los choros con rastra, íbamos con Nauto [Rodolfo Nauto, tio de Zenaida] a las 8 de la mañana. A las 11 del día, teníamos un bote grande cargado con 8 sacos de esos grandes de 80 kilos, sacábamos 8 a 10 sacos cargaitos. Las rastras eran como unos canastos con unos dientes y pesaban 50 ó 70 kilos. Tuve trabajando después, de ayudante de buzo, íbamos a remo pa´ rriba al otro lado con Ulises (hijo) a sacar, trabajamos a media.

Los tromulcos, los íbamos a sacar frente a Puerto Claro, en media hora tenía no sé cuánto. No sé si lo explotaron mucho, sacaban por cantidades. Una vez que hubo buzos, se comenzó a explotar mucho, por San Juan, por la Rama aún queda.

El pelillo se sacaba con araña y buceo. Me acuerdo que una vez compré en la noche pelillo verde y lo secaba. También iba al pelillo yo, iba en la noche en la amanecida, íbamos al pelillo.

Zenaida Loncomilla Nauto y su marido Ezequiel Constanzo Traillanca(Q.E.P.D), buzo mariscador.

La siguiente experiencia de vida, nos permite imaginar, apreciar y poner en valor este esforzado oficio.

Sergio Corona, también comenzó a trabajar desde niño. A los 10 años empezó a trabajar en la pesca y "a pata pelá como se dice, ni botas porque en ese tiempo no existía". Nos cuenta que Don Ismael Flores y Juan Flores de Las Coloradas, fueron sus maestros. La razón de aprender a pescar, era que "no había nada más que hacer"

Del 65 pa´ rriba yo me acuerdo, como siempre he sido pescador en esta área, a puro pulso como se dice, a remo, recorríamos todos estos ríos que hay. Nos íbamos a Santo Domingo, de ahí pa ¨rriba para Punucapa, pa´Cayumapu, todos esos riachuelos los recorri, todos, todos. Aquí arriba en Collivoqui por ejemplo, donde está la chipeadora, eso lo conozco como mi mano, porque vivíamos ahí. Noche y día trabajando detrás de las mentadas Lisas. Eso se perdió por el mismo tema de la celulosa, porque contaminó todos los ríos.

En cuanto a las artes de pesca, se evidencia la caducidad del material debido a su corta duración , sumando otra dificultad en el desarrollo del oficio

Se pescaba con unos materiales que en ese tiempo vendían aquí en la Unión, una empresa que fabricaba un elemento que se llamaba el lino. Se nombraba una red que se le decía el *trolihuan*, que tejían para capturar el robalo y otra para capturar la lisa… ese material duraba dos o tres meses, porque después se comenzaba a podrir (…) los pescados pasaban en banda. En ese tiempo pura red, cuando sacábamos pescadito, partíamos de aquí abajo a Valdivia a venderlo.

Tejueleras y Tejueleros de Alerce

"Yo fui de todo. Fui del mar, fui trabajadora de la tierra, fui de trabajo de casa. Allá arriba estuve … trabajando de empleada"

Edita Michillanca.

La diversidad de los oficios y las rutas de la economía isleña, se han desarrollado entre las convergencias fluviales la labranza de la tierra y la trashumancia hacia la cordillera de la costa.

Antonia Michillanca de 88 años, conocida como Edita nos cuenta , que en esos años, el trabajo de tejueleros era de hombre y mujeres trabajando a la par "trabajamos juntos, no se sabía quién era el macho". Habitualmente, parejas y matrimonios viajaron a tallar tejuelas de alerce a la cordillera de la costa.

Edita Michillanca y su marido trabajaron 6 años en los montes de Catrileufû.

> Eran tejuelas de Alerce, allá en Catrileufü , allá en La Ensenada (…) allá nos fuimos a una ranchita … en una hijuela Don Lucho Troncoso (...) Íbamos en bote y después ¡de a pie no más!, donde vivían los Pérez había 98 kilómetros, la cuesta más matadora (…) había una cuesta parada así (señal con mano alzada) la cuesta del *diaulo* le llamaban… las tejuelas las veníamos a dejar acá abajo a Troncoso y él las vendía en Osorno. (Entrevista, 10 de febrero del 2022).

Mayito Peralta fue tejuelera junto a su marido Germán Salas Huechante, quien fue reconocido como el último tejuelero de Isla del Rey. Mayito trae al presente con mucha emoción, como perdura en el tiempo su casa, que con mucho esfuerzo construyeron con su marido, tejuela por tejuela labrada por ambos.

> Mi casa de al lado la quiero mucho, porque en la cordillera nosotros dejamos una hijuela botada y había alerce y yo con mi marido, hacíamos tejuelas de alerce y la sacaba abajo de la quebrada. Tirarlas al plan para que las tiren los bueyes, ese era mi trabajo.

Mardonia Peralta, Doña Mayito y su casa de tejuelas de alerce.

Para finalizar, Doña Mayito, reconoce a personas que concurren a la cordillera de la costa a trabajar en las tejuelas como “Los Chávez, el tío Jonhy, y Manuel Segundo Chávez y los Loncomilla, todos estuvieron trabajando allá, se devolvieron por lo lejos”.

Los productos de la economía local y el circuito comercial

Antiguamente había tremendos frutillares en esos montes para arriba, puros frutillares, de esa frutilla antigua, buena, blanca y colorada.

Mardonia Peralta.

Indudablemente, el trabajo en torno al cultivo de la tierra, la crianza de animales, la extracción de peces y mariscos, son parte del patrimonio cultural, vinculado con la alimentación y la producción de la economía de los isleños.

Antiguas prácticas de cultivos y abonos orgánicos dan vida a los alimentos de la tierra. Un ejemplo de aquello, lo comparte Zenaida Loncomilla

> Yo sembraba papas lumiadas, eso no se hace nunca ahora. La papa se iba dando vuelta con la pala y se iba lumiando, quedaba bien la papa porque guardaba humedad y después se machucaba cuando estaba por salir, así sembré varias veces. En la siembra lumiada, se daba vuelta a pala la tierra y echando pal lado cuando ya estaba por salir la papa, se machucaba y se daba mejor. Con la pala iba lumiando así las melgas, después con champón se iba moliendo, se iba dando vuelta con la pala por lado [las champas] … ¡parece que fuera un sueño, tanta lesera, tanta cosa!.
>
> He usado siempre el abono de oveja, antes solía sembrar con huiro, ¡uh, unas papas tremendas!, se sembrada con huiro y de ahí le mandábamos la lumia, el huiro directo a la tierra mojada.

Simultaneamente,, surgen prácticas de cosechas, de recolección, preparaciones como el charqui, la chicha de manzana, formas de intercambios de productos y comercialización, como fueron las famosas lisas y las waikas.

Respecto a la chicha de manzana, Doña Zenaida Loncomilla, rescata antecedentes sobre las moliendas de chicha de manzana

> Yo iba a moler arriba al Toro [fundo], había que bogar como dos horas para llegar al otro lado. Después, tenía molino Don Juan Muñoz [en la isla], pero igual era lejos para ir a remo uh…En ese tiempo, una no sabía de cansancio, no hallaba lejos ni nada, llegábamos de noche a la casa. Primero tenía [molino], Don Tali en el Fundo el Toro.

La legendaria feria de Corral

El circuito de comercialización de los productores locales, se extendía entre dos rutas principales, la Feria Fluvial de Valdivia y La Feria Costera de Corral. Ambas ferias funcionaron activamente, hasta el terremoto de 1960. Desde el día de este evento, la feria de Corral concluyó, consecuencia de la devastación del litoral de Corral y la rivera en Isla del Rey.

Anteriormente a la catástrofe natural de 1960, la rivera de la Isla fue de gran extensión. Pampas, playas y vegas, se situaban en las explanadas a orilla de los ríos. Esto quiere decir, que la rivera de Isla, quedó sumergida casi en su totalidad. Los lugareños perdieron sus casas, siembras y animales.

Maria Michillanca comparte sus recuerdos de la fabulosa Feria de Corral, principal localidad de comercialización de los productores locales de la isla. Caravanas fluviales partían rumbo a la playa de Corral y La Aguada, con los botes desbordados de abundancia.

> En esa feria vendía toda la gente de la isla, de aquí llevaban la leche, la mantequilla, los huevos, pollos, las hortalizas y los corderos (...) mi papá sembraba papas, legumbres, criaba sus vacas (...) mi hermana Olga contaba, que mi papá [Urbano Michillanca] también se ganaba en La Aguada [Altos Hornos], salía a vender al detalle, llevaba sus canastos de fruta, sus canastos de pescado que se vendían por cientos, de 100 peces de pejerreyes (...) habían cualquier cocinería y hoteles en Corral.
>
> Vendían los productos por sacos de 80 kilos y sacas de 100 , no sé de dónde sacaban tanta fuerza ¡ al hombro miércale las sacas!, y de ahí al bote.

Zenaida Loncomilla cuenta su experiencia. Cabe señalar que ella aprendió a trabajar en diversos oficios, bajo la enseñanza entre mujeres, al lado de su abuela y de su madre.

> Chiquitita anduve con mi mamá en los botes por ahí cuando ellos iban a la feria de Corral, iban a trabajar con fruta, con chicha (...) nosotras llevábamos una pipa de chicha, llevábamos fruta. Todo llevábamos al día, dejábamos fiados para los pagos, llegábamos vacías a la casa. Íbamos tempranito, como a las ocho íbamos pegando a Corral. Vendíamos en los barcos igual, pedíamos permiso cuando había barcos, vendíamos harto ahí.

Mayito Peralta, enriquece aún más esta historia, integrando nuevos actores y elementos

> Yo iba a la feria pue, yo de jovencita iba a vender a Corral mis productos, a vender leche. Todos los días apartar terneros, al otro día de noche sacar la leche e ir Corral todos los días. Iba con mi hermano allá. Llevabamos cosas de huerta, mi papá solía llevar corderos pelados. Iban todos los vivientes que ahora están muertos. Por ejemplo, los Lancapichun, los Chavez, Los Peralta, todos ellos iban a vender a la feria de la playa.

La salud tradicional: parteras, meícas, machi y componedores de huesos

Antes cuando no iban al hospital, pura agua de planta no más.

Edita Michillanca.

En nuestra recopilación de saberes ancestrales, en lo que atañe al tratamiento de la salud, conocimos agentes pertenecientes al territorio de Isla del Rey, y a la vez, representantes externos.

Las siguientes historias, visibilizan tradiciones del patrimonio inmaterial que perduran en la historia viva de mujeres y hombres. Estos Dones, son resguardados sigilosamente y residen en la inmensidad de la isla.

Los partos en casa

Mayito Peralta, parió todos sus hijos en casa, salvo su último hijo Marcelo "pasé a tener mi último hijo en la mar, nació en la popa, llegando a mancera. Llegamos a Corral, sin poder cortar el cordón. Sus demás partos, fueron atendidos por la abuela Bicho, Victoria Soto "ella iba a sacar guaguas a Mancera a todas partes. Arriba en Las Coloradas, había una señora también, la señora Antonia.

Edita Michillanca, relata que sus hijos nacieron en su casa "solita" , en tanto su último hijo, lo tuvo con la ayuda de su marido, Maximiliano Vargas.

> Mi marido no era machi, pero sabía. Él traía remedios buenos, incluso mi suegra que no la conocí, era una Meica buena. Era Matrona y Meica a la vez. Mi marido aprendió a partear, él me partió el hijo chico.
>
> En Valdivia, había una señora Meica, hay varias Meicas. Está la Curguana, meica antigua. La Curguana, esa atendía por Baquedano dicen. Aquí en la isla, la señora Nancy también es media Meica. Yo sé remedios para mí no más. Mi marido, me enseñó cosas buenas, buenos remedios

La Meica Curguana, La Machi de Temuco y Los componedores de Huesos

El testimonio que prosigue, narra la experiencia de Zenaida Loncomilla. Ella acudió en búsqueda de Machi. Conoció de ella, en el mercado de Valdivia y luego viajó a su consulta, a la ciudad de Temuco.

> Primero fui donde una Meica, la Curguan, y ahí escuché que había una Machi y fui. Era Joven la Machi, tendría entre 30 o 40 años. Pero era buena si, venía todas las semanas, venía hacer sus trabajos, uh, se llena de gente.
>
> Yo me sentí mal, mal, años, como treinta años atrás. No quise ir al médico, no fui al hospital (…) hubiese estado cuantísimos años bajo tierra. Me habían hecho el mal, me habían tirado un aire malo me dijo. Empecé a decaer con el negocio, con toda la cuestión. Era un dolor, un cansancio.
>
> Me hizo un remedio con hierbas fuertes, mandó a buscar alcohol, no sé qué más cuestiones, aguardiente. Total que hizo una cosa con puras hierbas fuertes y ruda (…) tenía varias hierbas que puso. Después con eso, me dio una chicotiadura [sin ropa]. Con eso me tiraba en el cuerpo y me empezó a pasar todos los males que tenía.
>
> Me dio remedios, tome poquito fue rápido (..) me dijo que hasta la tierra la habían jodido donde sembraba.

Concluyendo, respecto a los componedores de huesos, Mayito Peralta nos cuenta, del Don de la fallecida Norma Troncoso Quiñilef. De la misma manera, Benjamín Flores, menciona a un Señor Flores, de la localidad de Las Coloradas “Está viejito. Él es tobillero, siempre arreglaba los tobillos de los jugadores que se lastimaban en la cancha”

Celebraciones religiosas y comunitarias

Otro elemento que constituye la identidad territorial en Isla del Rey, se ha construido en los espacios de socialización, de celebraciones religiosas y comunitarias.

La virgen de la Candelaria

Una de las celebraciones religiosas más antiguas, la conocemos en voz de Sergio Corona. La Virgen de la Candelaria, tiene su origen en el año 1645, en la Isla de Mancera. Cada mes de febrero, dicha peregrinación se realiza en la isla. Años atrás, esta celebración, culminaba con un festín comunitario

> "En otros tiempos, se celebraba dónde había una iglesia católica, arriba donde viven los Chávez. También, se celebra la procesión de Lourdes". De ahí venía gente de Corral, con un bote a motor y en bote a remo la sacaban por tierra.
>
> Cuando ya estaba acá, la gente se dedicaba a hacer ramadas, y después más a la hora de la once ¡vamos tomando y vamos bailando!. Las ramadas eran donde vive Chávez, un poco más allá. Hacían dos o tres, más abajo otra. Si, como cuatro ramadas hacían. ¡Había chicha y todos a bailar!
>
> Había vitrolas. En esos años, bailábamos el foxtrot y la raspa popular (…) las vitrolas tenían una caja de agujas, cuando se gastaban, el disco dele, que dele. Cuando no tenía cuerda, comenzaba "ooooh, ooooh, oooh" (risas), ese era el foxtrot, la raspa popular. Después ya salió el chilote marino, que le daban al chilote marino y a la Rosa María cuando salió.

Procesión de San Pedro

La Procesión de San Pedro, es otra celebración significativa en el imaginario de los isleños. Maria Michillanca regresa a su niñez, contando detalles de la alegórica procesión

> El Santo estaba en Mancera, de Niebla salían a Mancera a buscarlo. Subían al Santo con banda de música, de ahí lo llevaban a Corral. Nosotras ahí mismo veíamos en la playa. Mi mamá hacía un fueguito con mis primas, sus hermanos, sus sobrinas, todas iban, pura chiquillería. Ahí hacíamos fogatas para calentarnos.

La venta del cuero

Cuando íbamos a dejar a Corral un difunto, por la mitad de la bahía más o menos, y de allá nos miraban y comenzaban a tostar los viejos dele que dele, la Rosa María y el Chilote Marino. Llegábamos allá, unos llorando, otros riendo y otros bailando (risas). Esto tenía un nombre "la venta del cuero" Vamos a vender el cuero, se decía. Después de dejar el muerto, pasaban a Amargos, a la cantina a tomar y a bailar. ¡Ahora vamos a vender el cuero! (risas). Y ahí tocaban la Rosa María y la vaca blanca y ¡vamos bailando!

Para terminar, la Señora Mayito, recuerda que se realizaban carreras de caballo en verano, detrás de la escuela [Carbonero]. Venía gente de afuera a correr, se juntaban de Catrileufü y de acá de Los Molinos, de todas partes". (Sergio Corona).

El terremoto de 1960 en Isla del Rey

Al comienzo de la selección de los ejes temáticos de nuestra investigación, el Terremoto de 1960, fue considerado como un acontecimiento fundamental para nuestra historia, porque este evento natural, configuró drásticamente la vida de los habitantes y los territorios costeros, de la bahía de Corral, de Niebla y del Estuario.

En el proceso de búsqueda de antecedentes, nos percatamos de la ínfima documentación sobre la repercusión del terremoto en Isla del Rey.

El terremoto y posterior maremoto del día 22 de mayo de 1960, liberó y fustigó la tierra con la mayor energía, jamás antes conocida en el mundo. El terremoto se registró con magnitud de 9,5°, su duración fue de espantosos e infinitos 10 minutos. Referente a la amplitud, abarcó entre la ciudad de Talca y la Isla de Chiloé.

En Relación a Isla del Rey, Gabriel Guarda (1990), en un enunciado sobre la batería de Carbonero, se aprecia, el hundimiento de la rivera de la isla "Tras una etapa de abandono, los sismos de 1960 que hicieron descender el terreno en alrededor de 1,5 mtrs. sumergieron el sitio bajo el agua, proceso que limpió las fundiciones, redescubiertas en 1975". (p. 96).

Un segundo antecedente lo encontramos en un libro del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (2000) dedicado al Terremoto de 1960 en las Costas de Chile. Este trabajo, rescata el testimonio del sobreviviente que naufragó en Isla del Rey, el Piloto del buque Carlos Haverbeck , Eduardo Soto Mella

> La corriente vaciante lo arrastró mar afuera. Sus recuerdos no son muy claros. Se golpeó muchas veces en diferentes partes del cuerpo. El salvavidas que llevaba puesto lo salvó de morir ahogado… Volvió en sí en un lugar del río Valdivia llamado Cancahual, aproximadamente a 4 millas de la desembocadura donde fue recogido alrededor de las 20.00 horas por los habitantes del lugar. Tenía el cráneo fracturado y una o dos costillas quebradas. En Cancahual permaneció desde el domingo hasta el viernes cuando fue llevado a Valdivia, recibiendo recién entonces la primera atención médica. (p.38).

"Lo viví mal, ese fue uno de los porrazos más grandes que sentí en mi niñez. Todos vivíamos a pata pelá, no teníamos que comer, pasábamos hambre y frío". Sergio Corona.

El mayor impacto y secuelas para los habitantes fue perderlo todo. Como ya hemos escrito, antes del terremoto y maremoto de 1960, la rivera de Isla del Rey eran extensas zonas de pampas, playas y vegas. Los habitantes, mantenían siembras, quintas de frutales, crianza de animales, ocuparon y usaron el borderío, para labores de la pesca y también como fondeo de embarcaciones artesanales. Además como veremos, muchas viviendas se localizaron en los bajos, en las explanadas de la isla. A razón del fenómeno natural, la pérdida material para los habitantes ribereños fue total, a causa de la subida de gran masa de agua que cambió el paisaje para siempre.

yo me acuerdo de todo eso, vivíamos arriba, donde vive Nauto. Fuimos con la Noe, buscando unas ovejas para que no se vayan a caer al barranco ¡y se abrió así tanto la tierra! Se iba abriendo la tierra con el remezón. Yo no tenía miedo, porque mi mamá Noé, no le tenía miedo a nada. Ella regañaba porque la gente gritaba y lloraba… como no iban a llorar, si se les estaba llevando sus casas el agua, estaban perdiendo todo.

Antes el bajo era playa y vegas, se sembraba , habían casas, tenían plantado cosas de jardín, después tuvieron que hacer casas para el lado del cerro. Las casas se las llevó el agua.

Había un bajo que se llegaba casi de a pie, por allá para el lado de Mancera. Había un espigón, solía andar gente arriba.

Yo me acuerdo que las casas iban bordeando la orilla, cuando fuimos a mirar al barranco [Río Valdivia] las casas enteritas venían de Corral, Recuerdo, que con la segunda ola, parece que fue, se llevó una de las casas ¡uy dios! La lancha Duvi, se la llevó la ola para allá y fue a llegar a Valdivia. Menos mal que no se hizo pedazo, iba con su dueño, el capitán iba adentro, no le pasó nada. Pura suerte.(Zenaida Loncomilla).

A muchos vecinos, les sorprendió el terremoto, realizando actividades cotidianas dentro y fuera de la isla. Tal es el caso de Benjamín Flores, que en ese tiempo estudiaba en la escuela de la localidad de Collico. Él nos comparte “me fueron a buscar al cuarto día”.

La Señora Mayito Peralta, rememora que se encontraba lavando y justo había enviado a comprar a sus pequeñas hijas “al otro lado”, si no fuera porque la desobedecieron, emocionada nos expresa “ se mueren mis dos primeras hijas (...) si las pilla

en la playaˮ. Siguiendo con su experiencia, comparte que su marido se encontraba “al otro lado”, “yo le gritaba ¡la mar está subiendo, viene la mar, arranca! y él me gritaba ¡arranca para el monte, que viene la mar! Ninguno de los dos nos escuchábamos, que nos íbamos a escuchar. (Risas).

Mayito Peralta, concluye su relato, aportando sobre las pérdidas materiales y la descripción del paisaje del Río Tornagaleones.

> Aquí en la orilla, el dueño era el Pirulo y cuando se le fue su casa, nosotros arrancamos por el monte. Él tenía tejuelas de alerces, maderas de ciprés, para hacer una casa y se llevó todo el agua. Estaba en el bajo, el bajo todo era playa, pampa verdecita, bonito era. Antes pasaba angostito el camellón [hacia isla huapi] y con el maremoto, se ensanchó el río.

Vecinos de La Unión, Niebla, Mehuín, Corral e isla del Rey recuerdan ese 22 de mayo

1960. *El unionino Carlos Mora tenía 27 años cuando se produjo el terremoto y todavía le estremece. "Fue una experiencia que nunca quisiera repetir", dice.*

Claudia Muñoz David
claudia.munoz@austraivaldivia.cl

HISTORIA DE LA CIUDAD DE LA UNIÓN

BODEGA DE ALMACENAMIENTO DE TRIGO DEL MOLINO ZARGES LUEGO DEL TERREMOTO.

"Así como esta pandemia, el terremoto nos encontró sin planificar nada, sin saber qué hacer", cuenta Carlos Mora. Es unionino y hoy tiene 87 años. El 22 de mayo de 1960 tenía 27 y trabajaba en el Instituto de Desarrollo Agropecuario, Indap. Estaba en casa junto a su esposa, dos hijos pequeños y la familia de su hermana, quienes llegaron de visita. Habían hecho conservas y la mesa del comedor estaba llena de frascos. Lo que más recuerda del día del gran sismo fue "el calor inusitado que hacía para esa fecha". Tanto, que minutos antes del terremoto estaba sobre su cama, leyendo una novelita, solamente en shorts. Recuerda que una hora antes del terremoto sintió un corto temblor, al que no le prestó mayor atención. "¡Pero Dios me libre cuando empezó a moverse esa cosa una hora después, con la forma como lo hizo! Me levanté, me puse el pantalón y bajé al primer piso para ver a mi gente. Cuando nos reunimos todos pensé que era el fin del mundo, honestamente. Nos abrazamos y decíamos ¡Hay que rezar, hay que rezar!", relata. Todos los frascos con conservas cayeron.

Cuando estuvieron más tranquilos -después de recoger rápidamente su radio, el espejo y la loza- salieron de la casa, ubicada en el barrio Caupolicán. "Caminamos hacia el centro y pasado el puente Llollelhue vimos una especie de hongo de polvo, como muestra la televisión la bomba atómica, pero en miniatura. Se había derrumbado el Molino Zarges, un edificio de cemento que en sus bodegas estaba lleno de trigo seco. Ese trigo fue el que formó ese hongo. Fue uno de los peores destrozos que dejó el terremoto en La Unión", cuenta. También recuerda algunas casas caídas y a los pasajeros del Hotel Unión, quienes debieron salir precipitadamente de la construcción, que era muy antigua. "Finalmente no cayó, aunque con el tiempo la reemplazaron", dice.

Quedaron sin luz ni agua e inmediatamente después del terremoto recuerda a los voluntarios del Cuerpo de Bomberos, quienes temían que se produjeran incendios por estufas encendidas. Comenzaron a hacer patrullajes por toda la ciudad. "No recuerdo que haya habido incendios, si vi a los bomberos fiscalizando", explica. En cuanto a muertos y heridos, solo recuerda a un niño al que le cayeron encima unas piedras que se desprendieron del camino.

Luego del terremoto, pasaba los días escuchando radio en un aparato a pilas. "Siempre quedaron en mi memoria los informes sobre Queule, decían que sobrevolaban esa caleta, pero no la encontraban porque todo se lo había llevado el mar. Para nosotros no fue tan destructivo, pero esa fue una experiencia que de verdad no quiero volver a vivir", relata. Según la prensa de la época, en la comuna de La Unión, el terremoto afectó principalmente a la industria y el comercio, por ejemplo, el Molino Zarges, la tienda La Jardinera de Jacob Hales, la Maestranza Keim y las bodegas de Casa Francesa.

Un muerto y un herido grave

En el libro Historia de la Ciudad de La Unión escrito por Osvaldo Leal (1971) se recuerda dos tragedias relacionadas con el terremoto de 1960. La primera, la muerte de un niño de dos años llamado Rosamel Martínez Barría, quien vivía en Copio, un sector rural del camino a Trumao. A él se le cayó un rodado de piedra. Mientras que Erica Saavedra Montecinos quedó grave luego de que fuera alcanzada por un árbol en Puerto Nuevo.

ANTOLÍN QUILAPÁN, *Mehuín*

"Perdimos todo, el mar se llevó el hogar de muchas familias..."

GENTILEZA JACQUELINE URIBE

QUILAPAN ES DE MEHUÍN.

Antolín Quilapán nació en Mehuín en 1956 . Su familia es oriunda del sector costero de Mariquina. Recuerda los hechos ocurridos en Mehuín con mucha claridad a pesar de su corta edad. "El movimiento se sentía muy fuerte, a penas nos dio tiempo mi mamá nos llevó directo al cerro", contó Quilapán.

Mehuín fue una de las zonas costeras más afectadas con el devastador maremoto que llegó una hora después del gran sismo. "Después del movimiento, todas las familias decidieron correr hacia el cerro. Claramente no todos alcanzaron a arrancar, muchos de ellos murieron. Desde el cerro veíamos como se recogía el mar, y luego comenzó a salir. Fueron tres grandes olas, pero la última fue devastadora. Se llevó todo, desapareció la localidad", detalló.

Y agregó "con mi familia perdimos todo esa tarde y nos quedamos sin nada. Durante mucho tiempo vivimos en un campamento".

RENÉ ÑANCUPIL, *Mehuín:*

"Estuvimos viviendo en el cerro por dos semanas, nos llevaban alimentos..."

GENTILEZA ERIKA PINILLA

VIVE EN MEHUÍN HACE 30 AÑOS.

El 22 de mayo de 1960, René Ñancupil vivía en Ñigue, Toltén, región de la Araucanía. Según su relato, a sus cortos 5 años de edad tuvo que pasar momentos muy difíciles luego del terremoto.

"Salimos corriendo de nuestra casa para ir al cerro más cercano. Dejamos todo atrás y esperamos allí por una hora, hasta que vimos como el mar comenzó a salir y se llevó todo", dijo Ñancupil.

La fatal fecha además de llevarse su hogar, también perdió a parte de su familia. "Uno de mis tíos estaba cerca del río, cuando vio que venía la ola intentó subirse a un árbol, pero el árbol cedió. Avanzó cinco metros sobre el tronco, pero una ola lo volteó y nunca más apareció", contó.

Según el relato de René Ñancupil, las familias pasaron más de dos semanas acampando en el cerro. "En helicópteros nos venían a tirar cajas con alimentos para que pudiéramos subsistir durante el tiempo que estuviéramos ahí".

ALFREDO IGOR, *Isla del Rey:*

"Hoy recuerdo el episodio como si fuera ayer, la pena creo que nunca se ha ido..."

Alfredo Igor de 74 años y quien siempre ha vivido en la Isla del Rey, el 22 de mayo de 1960 tuvo la oportunidad de subirse a una embarcación invitado por su prima, ya que según recuerda "había otros barcos grandes en la costa de Corral aquel día y era un acontecimiento poco habitual, así que había que aprovechar de verlos".

En relación al desastre, Igor sostuvo que "me pilló arriba del barco y fue terrible. Todo se movía de un lado a otro y parecía que la embarcación se iba a romper, lo que afortunadamente no pasó. Aunque unos 20 minutos después comenzó lo peor con el tsunami, el que arrasó con todos los barcos más pequeños y el nuestro por suerte encalló en un lugar en altura, lo que nos permitió sobrevivir".

Sobre lo que siguió, afirmó que "fue terrible. La costa y muchas casas de Corral fueron destrozadas. Vi mucha gente herida y muerta, fue impactante. Luego de un par de días pude volver a mi casa en Isla del Rey que también se vio afectada con varios hogares destruidos, aunque no a niveles de Corral...Hoy recuerdo el episodio como si fuera ayer..., la pena creo que nunca se ha ido del todo.

FLORIDEMA PATIÑO, *Niebla:*

"Creo que nunca extrañé tanto a mis padres, ya que estaba sola en esa fecha"

Hace 60 años, Floridema Patiño vivió sola el terremoto y posterior tsunami. "Tenía 20 años y estudiaba en Valdivia. En esa fecha mis padres justo no estaban en la ciudad así que me quedé sola en casa que estaba cerca del centro".

"Cuando todo comenzó yo estaba terminando de almorzar y parecía que todo se derrumbaba. Por suerte en mi casa no pasó nada pero a muchos vecinos sí les pasó. Posterior a eso, no pasó mucho tiempo cuando personal militar llegó al sector para llevarnos a un lugar seguro cerca del cuartel militar (calle Bueras), donde pasamos toda la noche", recuerda Patiño.

Y agregó que "al día siguiente pude volver a mi casa, donde esperé a que llegaran mis papás que estaban en el campo. Creo que nunca los extrañé tanto, porque estaba sola en esa fecha y me hacían mucha falta".

Hoy, con 80 años, vive en Niebla y trabaja en la Feria Costumbrista del sector. "Han pasado muchos años y me parece muy bien que la comunidad siga con su intención de saber cómo vivimos ese desastre natural. Creo que ese episodio cambió la vida del valdiviano, desde ese momento las personas comenzaron a ser más amables", finalizó.

ALBERTO GÓMEZ, *Corral:*

"El terremoto y posterior tsunami me pilló arriba del vapor Canelos..."

Alberto Gómez trabajaba en el vapor Canelos cuando ocurrió la tragedia de 1960. Hacía muy pocos días había llegado la embarcación al puerto de Corral para cargar ciertos insumos y partir al norte. "En ese tiempo yo era estibador del vapor y tuvimos que parar por unos días en Corral luego de estar un tiempo en Argentina, así que yo también aprovechaba de visitar mi casa que está en el cerro Cordillera", comenzó el relato.

Y continuó: "Al momento del terremoto y posterior tsunami nos pilló arriba del barco. Aún recuerdo lo difícil que fue ese momento, ya que pensábamos que nos íbamos a hundir, pero por suerte llegó otra embarcación a rescatarnos".

Posterior al suceso, Gómez agregó que "como yo vivía en Corral, invité a mis compañeros a quedarse en mi casa. El ambiente era desolador ya que muchas casas estaban destruidas y otras desaparecieron en el mar. Ha pasado mucho tiempo, pero aún recuerdo que el sector donde vivía estaba lleno de gente y así estuvo por varios días, hasta que el agua se calmó y todos comenzaron a volver a sus sitios. Fue algo muy trágico, pero también nos unió mucho como corraleños".

Fuente: Diario Austral. 22 de mayo de 2020.

DIARIO AUSTRAL | Viernes 22 de mayo de 2020

ALFREDO IGOR, *Isla del Rey:*

"Hoy recuerdo el episodio como si fuera ayer, la pena creo que nunca se ha ido..."

Alfredo Igor de 74 años y quien siempre ha vivido en la Isla del Rey, el 22 de mayo de 1960 tuvo la oportunidad de subirse a una embarcación invitado por su prima, ya que según recuerda "había otros barcos grandes en la costa de Corral aquel día y era un acontecimiento poco habitual, así que había que aprovechar de verlos".

En relación al desastre, Igor sostuvo que "me pilló arriba del barco y fue terrible. Todo se movía de un lado a otro y parecía que la embarcación se iba a romper, lo que afortunadamente no pasó. Aunque unos 20 minutos después comenzó lo peor con el tsunami, el que arrasó con todos los barcos más pequeños y el nuestro por suerte encalló en un lugar en altura, lo que nos permitió sobrevivir".

Sobre lo que siguió, afirmó que "fue terrible. La costa y muchas casas de Corral fueron destrozadas. Vi mucha gente herida y muerta, fue impactante. Luego de un par de días pude volver a mi casa en Isla del Rey que también se vio afectada con varios hogares destruidos, aunque no a niveles de Corral...Hoy recuerdo el episodio como si fuera ayer..., la pena creo que nunca se ha ido del todo.

Extracto de entrevista a Alfredo Igor. Diario Austral, 22 de mayo de 2020.

Capítulo IV

Cartografía de la Memoria de Isla del Rey

La Cartografía de la Memoria de Isla del Rey, se realizó por medio de la metodología participativa del mapeo colectivo fluvial.

El día 1 de mayo del 2022, zarpamos a las 15:00 pm. desde el muelle de Carbonero. En dirección Sureste, navegamos por el afluente Ainileufü (el río de los Anil, hoy renombrado Valdivia), en cuyo horizonte de agua mansa, se contempla el referente espiritual mapuche, Rukapillan (volcán Villarrica).

En ese día soleado, nos embarcamos en la lancha Nubeluz, propiedad del habitante isleño, Rigoberto López, del sector Meseta.

Los tripulantes que participaron sumaron siete personas, entre ellos, Mireya Corona, Cristian Peralta y Rigoberto López, oriundos de la isla.

La colaboración técnica para el mapeo colectivo, coordinado por la investigadora Silvana Lamilla, se integró por los geógrafos de Geoeduca, Richard Troncoso y Claudia Dauré, la investigadora y miembro de ONG Nativa Ingeniera en Conservación en Recursos Naturales, Celeste Soto y la Periodista, Catalina Pizarro.

El recorrido fluvial alrededor de toda la isla, se efectuó en 5 horas aproximadamente. Contempló dos exploraciones en terreno. Primero, el Sector de Venegas y finalmente la Laguna de Collivoqui.

La sistematización de los puntos de georreferenciación, de lugares significativos identificados por los habitantes, en su ejercicio y diálogo de las memorias, en torno al paisaje fluvial y sus experiencias de visa con estos entornos, dieron como resultado, 58 lugares resignificados, que han sido representados en la Cartografía de la Memoria de Isla del Rey.

Finalmente, queremos profundizar en ciertos lugares rescatados. Primero, lugares de significación espiritual Mapuche y la historia oral de dos toponimias de Isla del Rey.

Cementerios Mapuche

Dos cementerios son registrados por medio de la tradición oral.

El primero, permanece bajo plantaciones forestales, en el sector de Pitrauca, cercano al ex Fundo Toledo.

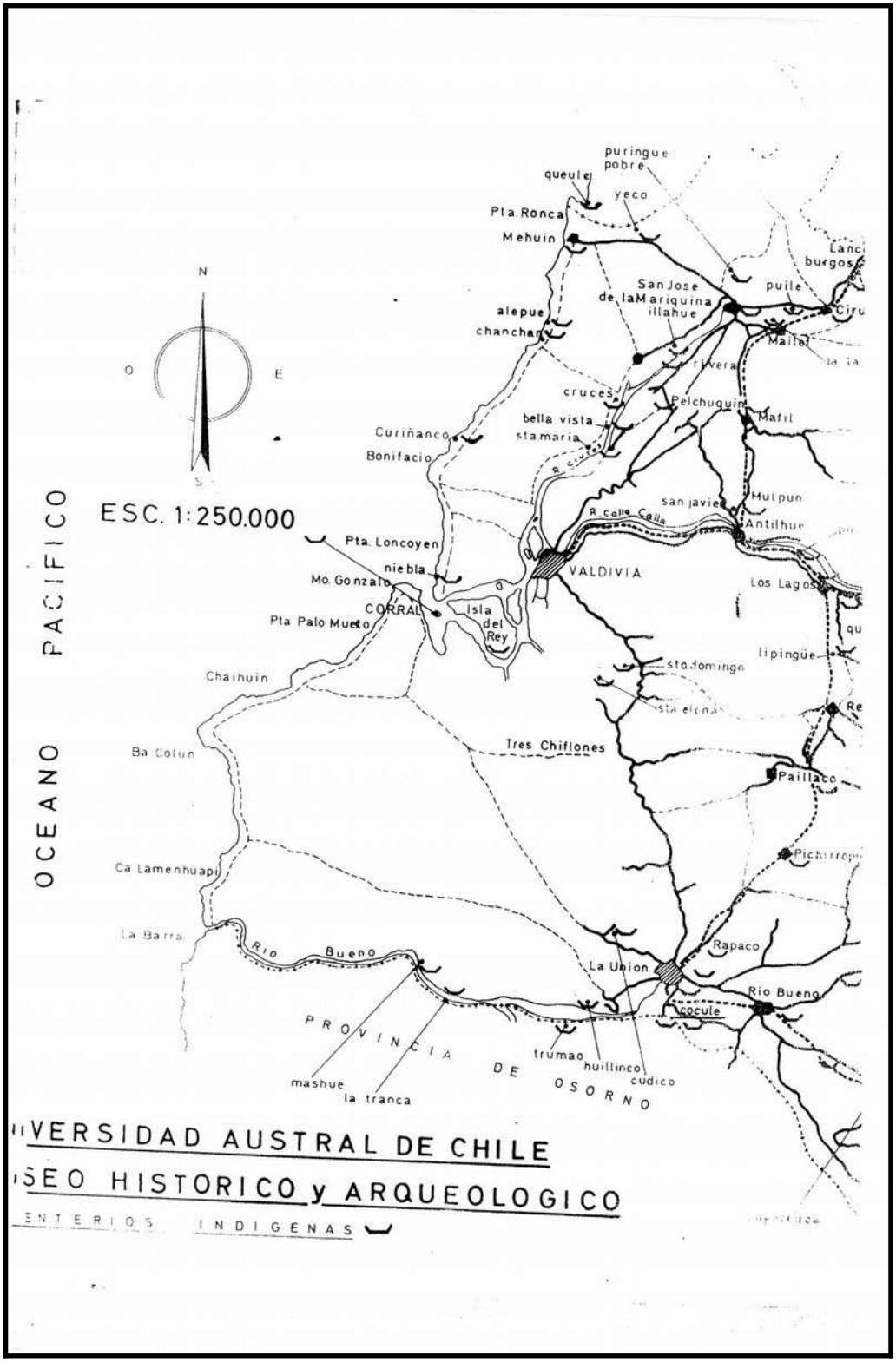
El segundo testimonio, corresponde a un Eltun (cementerio) que se encuentra bajo y entre hijuelas habitadas. Este cementerio, mira hacia la desembocadura del Estuario

> La gente antigua la sepultaban ahí. Mi mamá me contaba, que en la noche empezaba... esa parte es pesada en la noche (...) Mi mamá escuchaba… mi abuelita le contaba, que ahí hay un cementerio indígena. Ahí, debe haber muchas cosas buenas abajo. Rodolfo Nauto (Q.E.P.D), dice que hay mucho finado ahí. Los finados los sepultaban con todo antes. Por ejemplo, el finado era, como le dijera, era de a caballo, cuando falleció, lo sepultaban con toda la cuestión del caballo, las espuelas…Al caballo también lo mataban y lo sepultaban junto con él.

Petroglífos

El segundo hallazgo, ocurre luego en de un hecho fortuito, en el año 2016. El derrumbe de parte de un cerro, deja a la vista una cueva de piedra cancagua, observándose petroglifos. No sabemos su origen, ni menos aproximarnos a su significado. No obstante, en consultas a gente mapuche, mencionan la posibilidad de ser Chenke, o quizás antiguos Konatafu, e incluso Renü.

Dejamos constancia de la importancia de estos lugares ancestrales mapuche en la isla, pertenecientes al Pueblo de Ainil, con el propósito de darlos a conocer y esperando que su propia gente, resguarde y respete su ancestralidad territorial.



Mapa demarcación arqueológica, donde aparece el cementerio indígena de Isla del Rey. Maurice Van de Maele.Año 1968.

Campamento del Cancahual

Maria Michillanca, nos despierta la imaginación histórica, al imaginar a travéz desu relato, los estruendo de las detonaciones en las canteras altas, el retumbar de las explosiones del polvorín de Carbonero, en el tiempo que se explotaba la piedra laja, para la construcción del espigón de la costa, durante el auge industrial del Puerto de Corral y Valdivia. Imaginamos, el silbato del trencito, la locomotora de trocha angosta, que tira como una cuncuna los carritos arrumados de piedra lajas, en la estación de faenas del espigón del Cancahual. Imaginamos venir, navegar y hacer escala a los distintos vapores de pasajeros, en lo que es hoy las ruinas del muelle de este campamento de enjambre obrero.

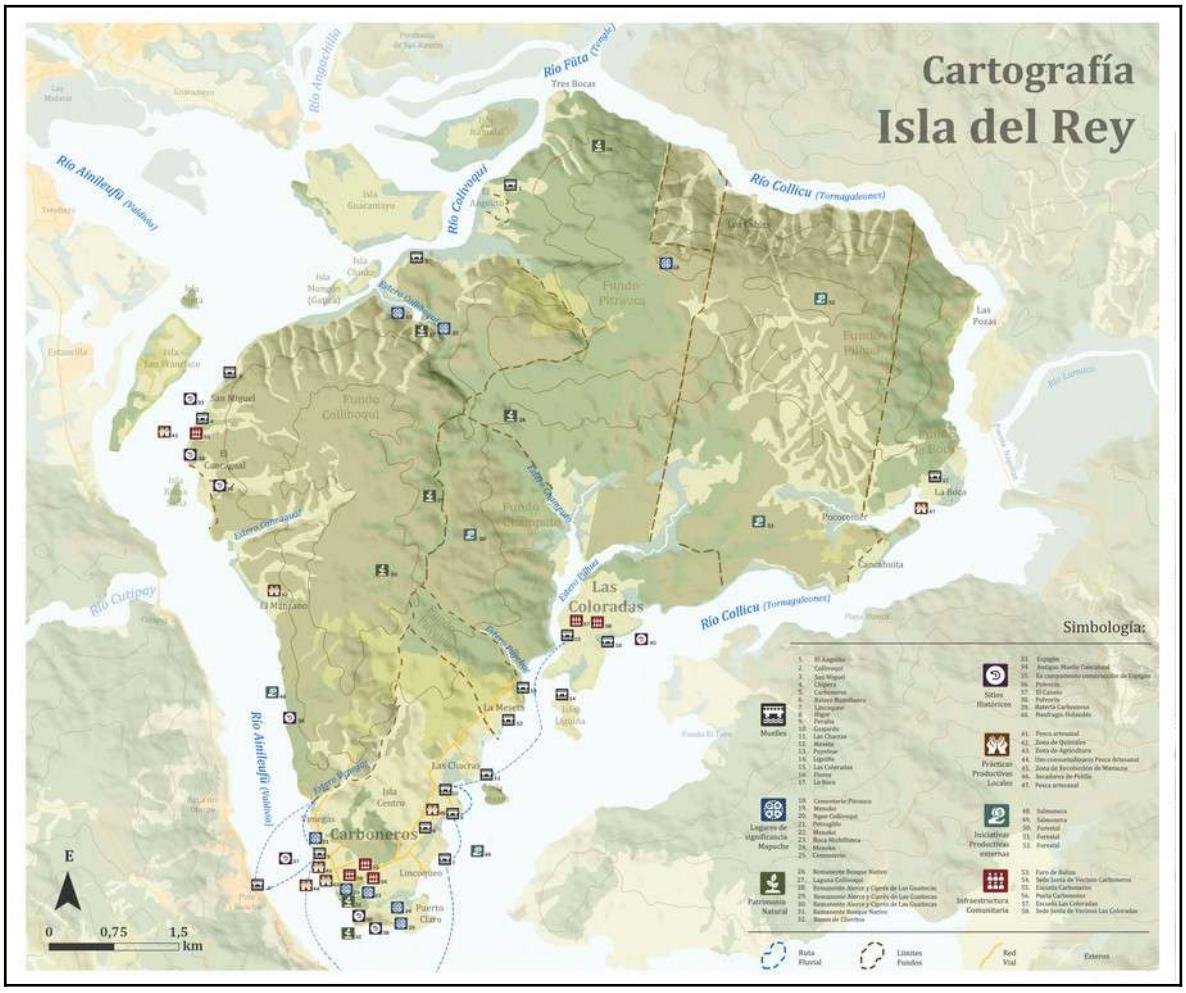
> Había una oficina en Niebla y una acá [Cancahual] "había un trencito allá, ahí transportaban la piedra laja. Era una población ahí, colegio había ahí, un muelle donde pasaban los vapores a buscar gente y a dejar gente, los niños estudiantes, profesores, los profesores se estacionaban allá, no sé si era uno o dos profesores
>
> El espigón era de pura piedra laja, había dos polvorines, uno en las canteras altas y otro donde está el fuerte, ahí dinamitaron para arreglar el espigón, trasladaban las piedras a Niebla.
>
> El espigón llegaba casi a Valdivia, pasaba por el islote, la isla Sofía y seguía a Valdivia. Frente a Niebla, había otro espigón, para que pasaran por el canal los barcos, habían balizas y faros para la noche.
>
> Donde está la barcaza, en esa rampa, había un galpón grande donde guardaban toda la fierrería y los carritos. lLegaban y salían para dentro, lo manejaban con puro carbón de piedra, mi papá [Urbano Michillanca] llegaba a la casa con carbón de piedra, para prender fuego.

Antes era bonito acá, Corral con los barcos mercantes, las bocina eran un puro boche. A estas horas[en la tarde] estaban piteando en Los Altos Hornos, para el cambio de turno. A las doce de la noche cerraban.

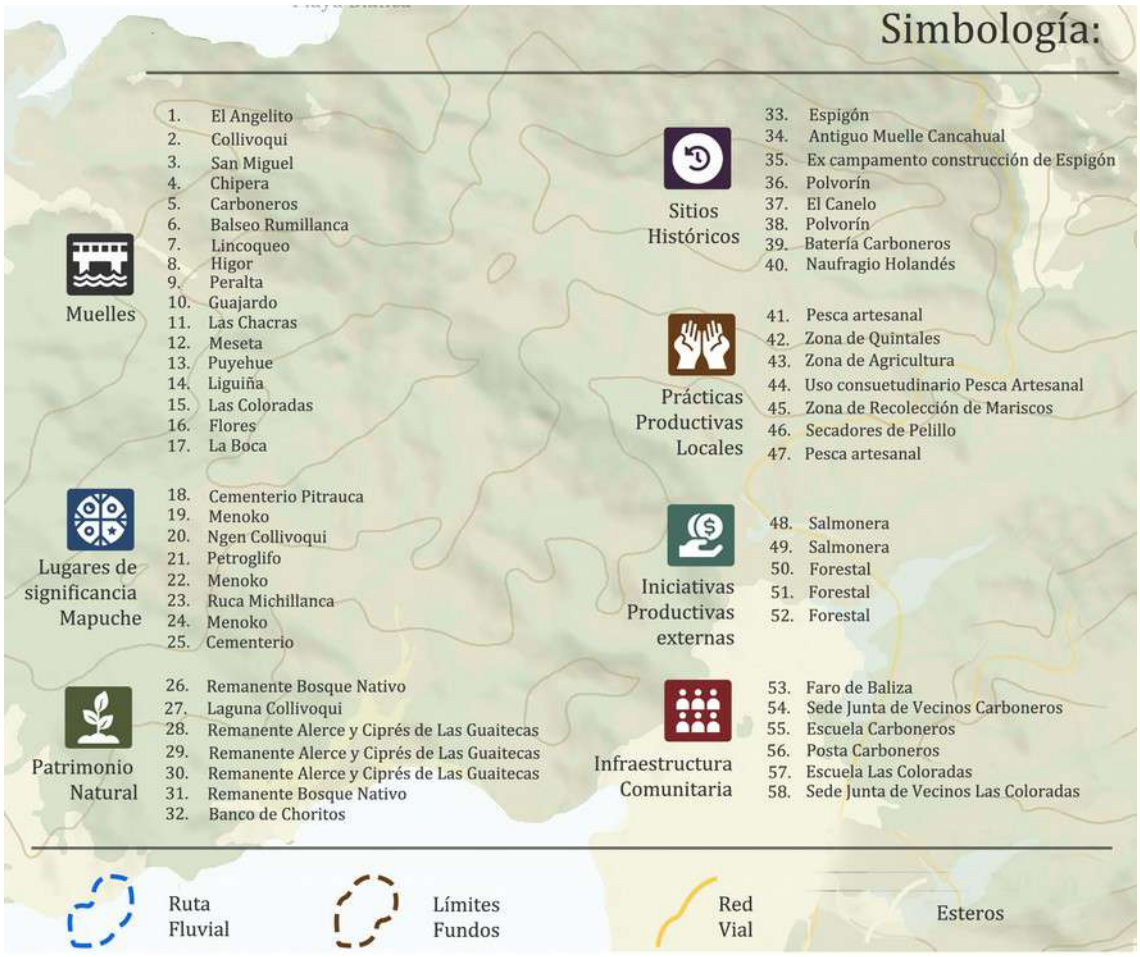
Pococomer

Según mis ancestros y ellos vivan cerca de ahí en el Fundo Cancahuita, me dicen que los wichille antiguos, antes del maremoto como era más baja la marea, era un riachuelo mucho más angosto, no con tanto desborde, trincheras de rama, con estaquitas y malla de ñocha como tejidos de redentora, usadas como cercas, esperaban las mareas para poder embolsar la red y así atrapar los peces, una vez vuelta la marea. Así cazaban sus peces, lo suficiente en verano, cuando había buena reproducción de peces, para aperarse para los inviernos, porque en el invierno no salían, por eso se llama Pococomer. (Rigoberto López, mapeo colectivo 1 de mayo de 2022).

CARTOGRAFÍA DE LA MEMORIA DE ISLA DEL REY



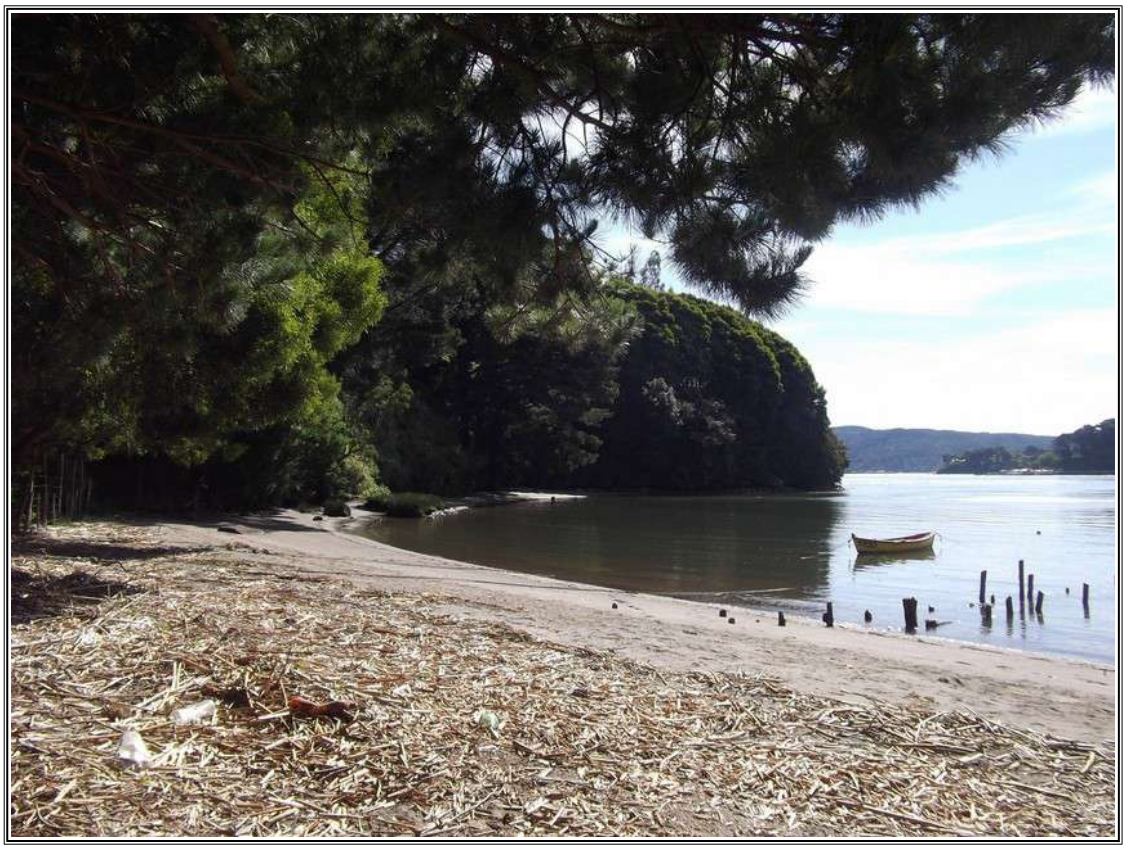
Detalle Simbología Cartografía de la Mmeoria de Isla del Rey



Bitácora del Habitar: diario visual de Isla del Rey

Vista al Fundo el Toro, desde casa de Don Domingo Risco. Las Coloradas.

Secadores de pelillos. Isla centro.



Playa de Carbonero

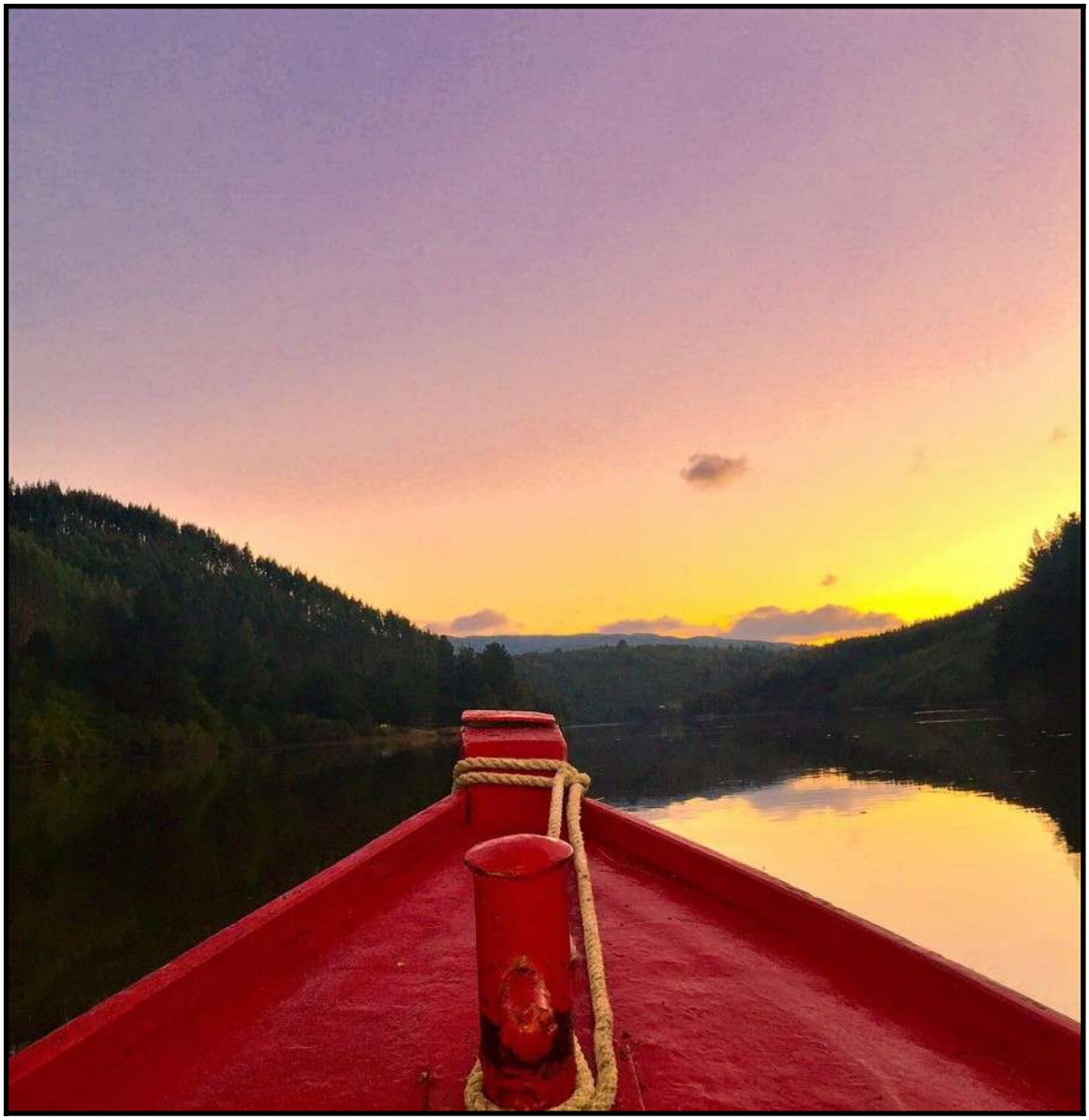
Las canteras altas.

Casa de colono Kunstmann

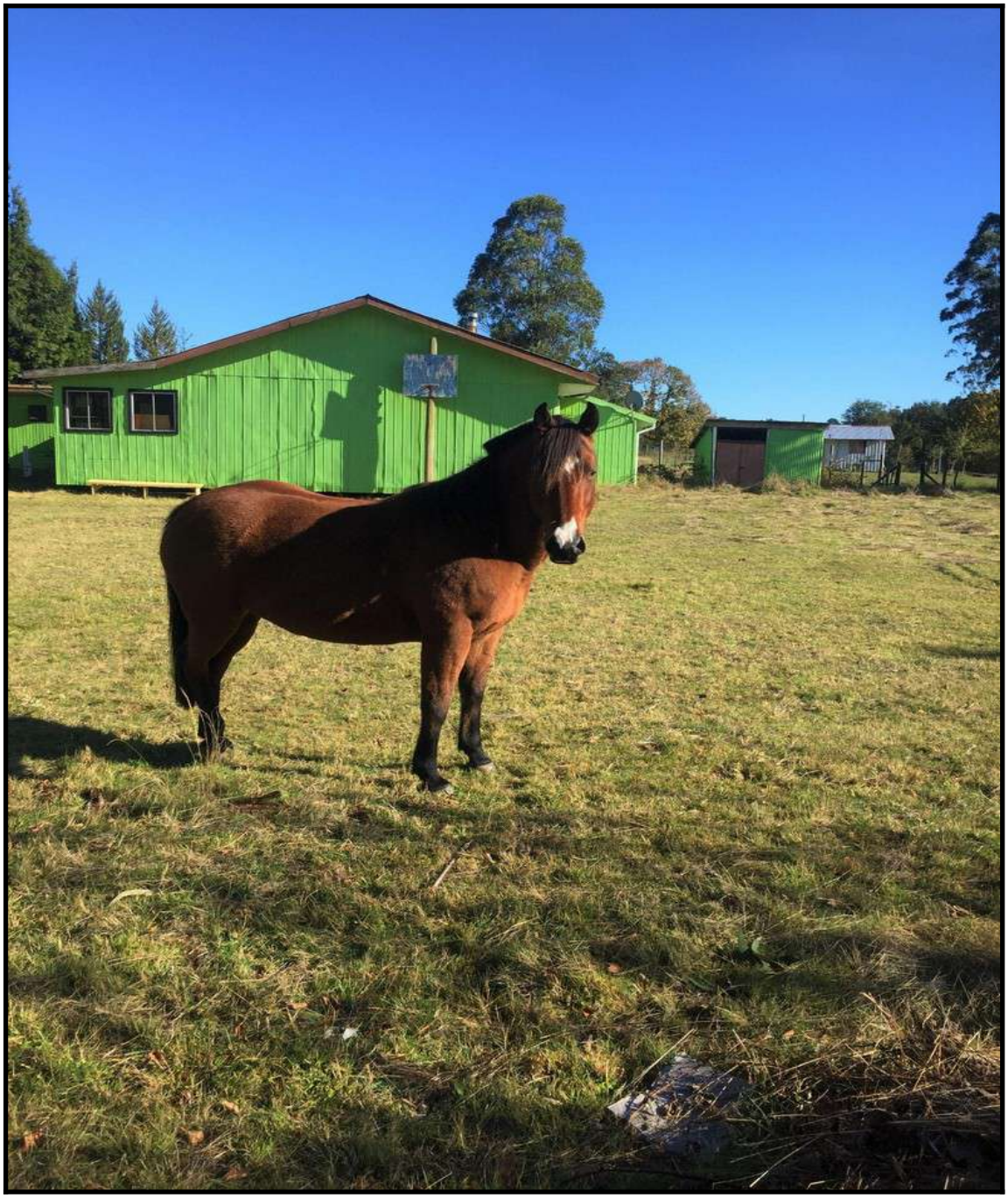
Chipera en Cancahual.

Cocina de Zenaida Loncomilla Nauto. Carbonero

Vista desde el muelle Las Coloradas, al cruce del estero Pilhua. Se cruza por balseo al camino forestal, ruta que conecta con Carbonero.

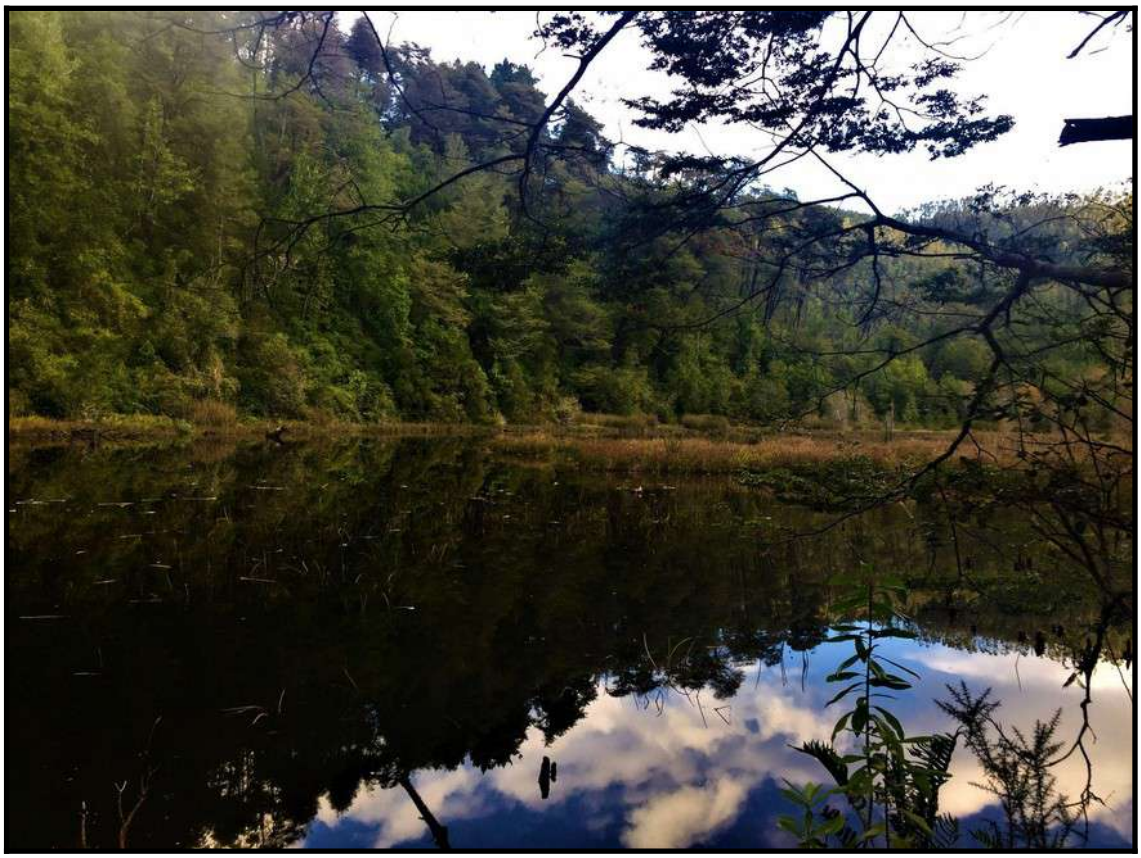


Navegando en dirección a Tres Bocas

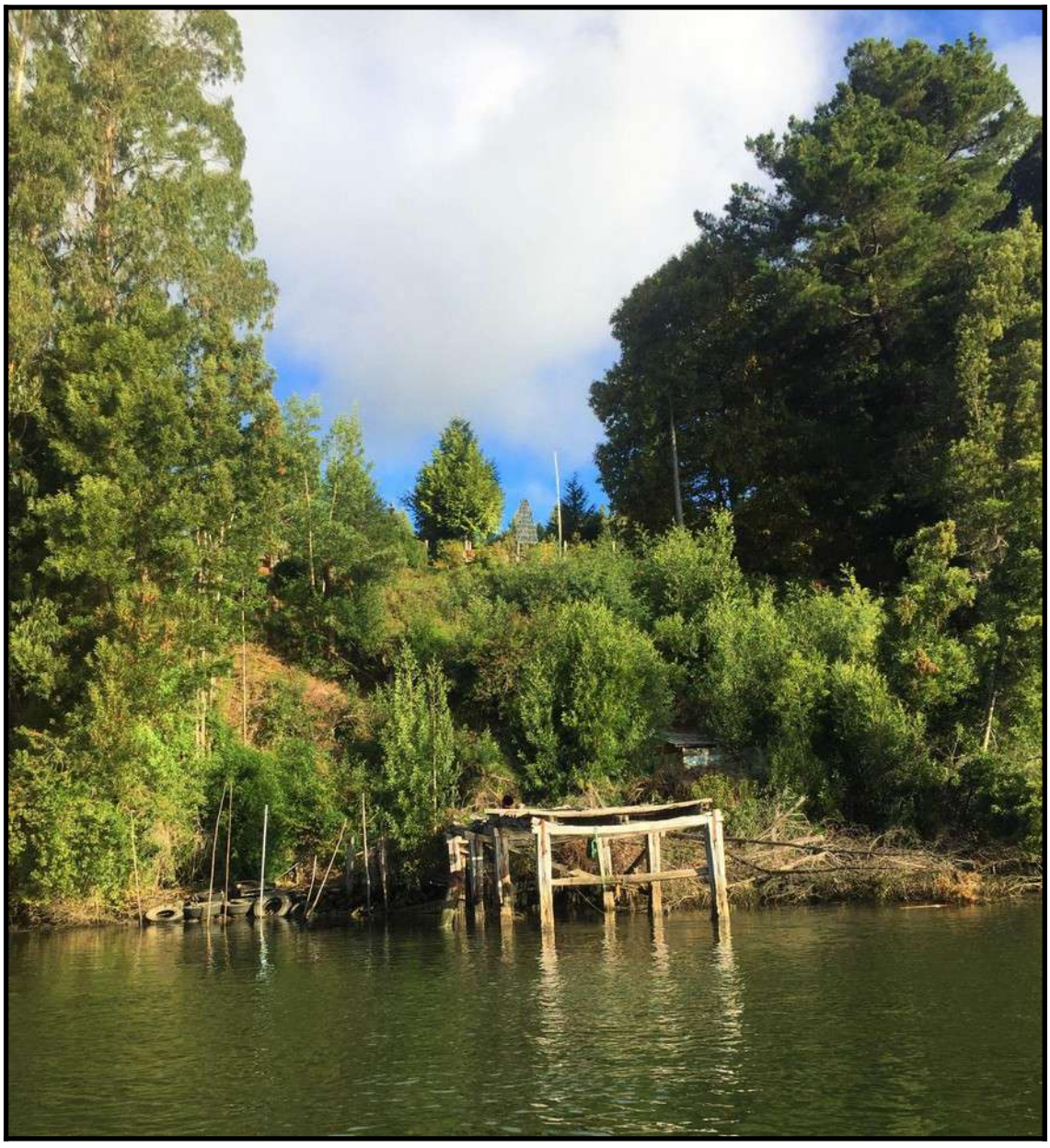


Caballo en el patio de la Escuela Rural de Las Coloradas.

Vista desde el Río Collivoqui a Guacamayo



Laguna Collivoqui



Restos del antiguo muelle del Campamento Cancahual

Muelle de Las Coloradas

Muelle Las Chacras

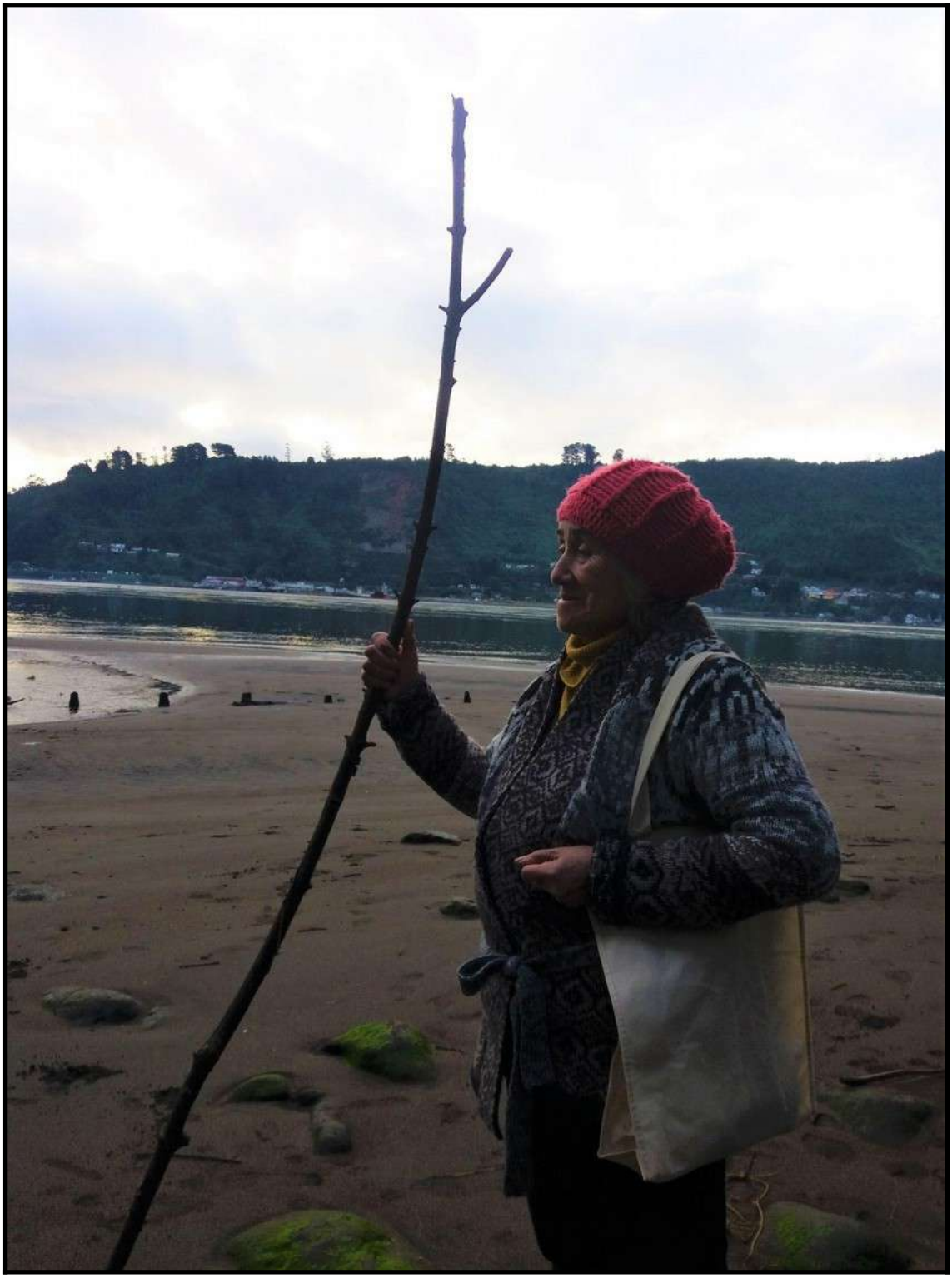
Vista de la orilla del Estero Pilhua a Fundo Champuto

Puente Naguilan

Panorámica desde Fundo Carbonero hacia el estuario y la Batería de Carbonero

Ruka Michillanca. Recuperación Territorial Sucesión Urbano Michillanca. Carbonero

Maria Isabel Michillanca. Playa de Carbonero



Olga Michillanca en Playa Carbonero

Don Benjamin Flores a orilla del Estero Pilhua

Cristian Peralta y Mireya Corona, participando del Mapeo Colectivo

Mayito Peralta y su hijo menor Marcelo, el cual nació en la popa del bote

Mireya Corona el día del Mapeo Colectivo Fluvial

Mapeo Colectivo Fluvial

Hallazgos y reflexiones finales

La Isla del Rey, es un territorio de máxima importancia para la Historia Mapuche y también para la Historia Regional de Valdivia, porque en esta isla, habitan los descendientes del Gran Pueblo de Anil. Así lo demuestra, por una parte, la revisión historiográfica señalando, que el día 22 de septiembre de 1544, la expedición colonizadora de Alderete, Pastene y Quiroga, avistaron desde las carabelas, a un Gran Pueblo llamado Ainil. Posteriormente, a su regreso, ocho años después en 1552, Alderte al navegar por el río, señala la existencia de trescientos vecinos en Isla del Rey.

Gracias a las políticas coloniales, el Pueblo de Ainil, fue sometido al sistema de encomienda. La primera encomienda fue de Diego de Ramirez en 1555 y la última adjudicada por Vicente de Agüero a finales desl siglo VIII.

Es a saber, que el Gobernador Pedro de Valdivia, en palabras de Mariño de Lobera "no encomendó a ninguno" porque la idea central de Valdivia, era lograr la sumisión y civilización por otros tratos. Así, los repartimientos fueron sumidos al servicio de casa y al trabajo de construcción de la ciudad.

Pese al mandato del Gobernador, una vez muerte en 1553, se aplicó el sistema de encomienda en la Isla del Rey desde 1555.

En la época del Gobernador Francisco Gil de Negrete en 1645, la isla es nombrada realengo "destinada al pastoreo de las reses necesarias para el sustento de la población de Isla de Mancera"(Guarda,1973, p.220).

Al respecto, Diego de Rosales (1647), menciona que habitan" tres mil indios" describiendo el gran poblado y la lamentable condición del pueblo, consecuencia de la colonización "Corregimiento de mucha estima, sembraban y cogían en ella cuanto era menester para el sustento; y aora no hay un indio tan solo y se ha convertido en un eriazo y espesa selva" (p.272).

Por lo tanto, El Pueblo de Ainil, fue un pueblo de gran densidad de habitantes, que vivieron del cultivo de la tierra, la crianza de animales y naturalmente, como pueblo canoero, se dedicaron a la pesca y recolección de alimentos que ofrece el estuario.

En definitiva, El Pueblo de Anil, vivió extrema violencia colonial simbólica y material por parte de la colonización española, llegando al límite del exterminio.

Profundizando en los hallazgos, en relación a la historia mapuche de la isla, durante la expedición holandesa de 1643, se registra en el Diario de Viaje de Hendrick Brouwer, una cartografía de la isla que adjudica su propiedad, a Don Pedro de Caritipay. Este valioso antecedente, interpretativamente, evidencia la existencia de Apo Ülmen o Longko, representantes de la organización política territorial del Pueblo Mapuche. En el mismo sentido, se registra en la historia el Alzamiento de 1770, protagonizado por la alianza de 5 caciques. Uno de ellos será Manuel Raywenu de Isla del Rey.

Este hecho, da a conocer que en 1770 se mantenía la organización política territorial mapuche en Isla del Rey, como también las alianzas territoriales de resistencia ante el yugo colonial. La resistencia territorial, fue liderada por los caciques del territorio kunko de Fütapaliwe (Punta galera), San Carlos y Niebla,

El destino de Manuel Raywenu y el cacique de Niebla Pelkiñanco, hasta el presente es desconocido. Ellos fueron apresados y enviados a comparecer ante el Virrey del Perú, Manuel de Amat, tras el intento de levantamiento mapuche.

En cuanto al expolio en Isla del Rey durante la colonización alemana, se constata que existió un mecanismo fraudulento para despojar las tierras mapuche y de colonos de origen humilde.

Hay que tener en cuenta, que en Isla del Rey, no se otorgaron Títulos de Merced, es decir, no existen reducciones indígenas bajo esta figura.

Guillermo Frick (1849), encargado de mensurar las tierras baldías en la provincia de Valdivia, fue el principal usurpador. En un principio compra dos hijuelas en el Fundo Carboneros, lugar de las tierras Michillanca. Prontamente, en el ejercicio de su labor, declara las tierras mapuche y de vecinos humildes de la isla, como tierras baldías.

Finalmente, solicita al Estado el obsequio de una gran cantidad de tierras, a modo de compensación por su trabajo al servicio de la República. Argumenta, que las tierras solicitadas, son prácticamente inservibles. Guillermo Frick, contó con el apoyo y declaración de colonos alemanes residentes en la isla, todos funcionarios del Estado, quienes testifican la condición de estas tierras baldías, solicitando al estado que se consideré este tipo de remuneración, para quien tan esforzadamente ha prestado servicio a Chile. De esta manera, Guillermo Frick se apropia “in corpus” de casi la totalidad de la isla.

Ahora bien, reflexionado desde las memorias de los habitantes comprendemos que su identidad y cultura, se ha construido por la dinámica de conocimiento de carácter interepistémico. Esto quiere decir, que la identidad territorial de los habitantes de Isla del Rey, se constituye principalmente por la complementariedad de diversos tipos de conocimiento, resultado de las relaciones interculturales a través de la historia. Estas interrelaciones, conjugan en la diversad de formas de conocer y de existir, particularmente

desde el mapuche kimün preexistente en la isla y por los nuevos conocimientos que se arraigan y pueblan en este territorio insular.

En el presente, se observa la influencia y la asimilación de la religiosidad colonial católica y posteriormente la evangélica. Sin embargo, elementos del sistema de valores, creencias y significaciones de la ancestralidad williche se manifiestan en la vida cotidiana.

Estas visiones de mundo, convergen y dan nacimiento a las percepciones y representaciones que interactúan en las dinámicas sociales, asimismo en su relación y vínculo con el territorio. Paralelamente, el diálogo de conocimientos interepistémico ha generado prácticas que en el tiempo se han convertido en formativas, tradicionales y consuetudinarias.

Sin duda alguna, la pesca artesanal y sus actividades conexas, es la práctica tradicional y formativa elemental en la identidad de la isla. Está expresión es esencial para comprender la relación con el entorno natural del estuario, vínculo determinante en la identidad de los habitantes de Isla del Rey.

Concluyendo, las experiencias de vida que conocimos a través de las memorias orales, resaltan la autoidentificación de los habitantes como una comunidad solidaria. A pesar de los episodios traumáticos vividos, tales como las condiciones de vida de pobreza, por razones de trashumancia, por despojo de tierras y el trauma social vivido durante el terremoto de 1960, por mencionar algunas vivencias, evidencian que los traumas de las memorias, activan procesos actitudinales basados en los valores de solidaridad y resiliencia.

Terminando este tema, queda de manifiesto en las memorias orales la importancia de las historias familiares. La organización y selección de hechos significativos recordados, son a partir de las experiencias cotidianas o las historias de vida, desplegadas en espacios y lugares de socialización específicamente de la sociedad isleña.

Finalmente, respecto a los hallazgos de lugares de significación espiritual mapuche, reafirmamos nuestra preocupación. Estos lugares sagrados, no pueden ser intervenidos por museos u otras instituciones, sin autorización y consentimiento de autoridades tradicionales, como Machi y por el permiso de las propias personas mapuche del territorio.

Cuando hablamos de territorio, para este caso en particular, nos referimos a las distintas comunidades o lofche que pueblan Ainil y Guadalafkenmapu, porque un lugar espiritual trasciende y afecta a la espiritualidad tanto de la identidad territorial, como al pueblo en su totalidad.

Bibliografía

Adán Leonor, Urbina Simón, Alvarado Margarita. (2017). Asentamientos Humanos en torno a los humedales de la ciudad de Valdivia en tiempos prehispánicos e históricos coloniales. Chungara, Revista de Antropología Chilena.

Agamben, Giorgio (2014). Qué es un dispositivo. Adriana Hidalgo. Buenos Aires.

Alcamán, Eugenio. (1994). "La sociedad mapuche-huilliche del fütahuillimapu septentrional. 1750-1792". Boletín Nº 1, pp. 64-90. Museo Histórico Municipal de Osorno. Osorno.

Alcamán, Eugenio. El parlamento general de las Canoas. En : https://es.scribd.com/doc/200600334/El-Parlamento-General-de-LasCanoas-1793.

Alcamán, Eugenio. (1997). Los Mapuches -Huilliche del Futahuillimapu Septentrional: expansión colonial, guerras internas y alianzas políticas (1750- 1792). Revista de Historia Indígena Nº 2. Departamento de Ciencias Históricas. Universidad de Chile.

Alfonso, José A. (1861). Un viaje a Valdivia: La civilización alemana en Chile. Imprenta Moderna, 1900. [4],47 p.: L;6 cm.

Almonacid, Fabian. (2002). Problema de la Propiedad de la Tierra en el sur de Chile. (1850-1930)". Revista N°42. Vol.1. Enero-junio 2009:5-56. Universidad Austral de Chile.

Angulo, Salvador. (1997). La Artillería y los Artilleros en Chile. Valdivia y Chiloé como antemural del Pacífico. MILIFARL 4, Revista de Cultura Militan ni LO. Servicio de Publicaciones, UCM. Madrid.

Antümilla -Pangikul, C. (2020). Génesis de la infancia mapuche en la escuela: la instrucción primaria y los agentes que posibilitaron su inserción a fines del siglo XIX. Bajo la lupa. Subdirección de investigación, Servicio Nacional del Patrimonio Cultural.

Atlas Cartográfico del Reino de Chile, Siglos XVII-XIX. (1981). Instituto Geográfico Militar, Santiago.

Alvares Pamela, Flores Maria Francisca, Jaramillo Darling, Urcullú Valentina. (2017). Informe evaluación psicosocial. Diseño e intervención psicosocial, Junta Vecinal Isla del Rey, para ser presentado en la cátedra de Diseño de Intervención Social Comunitaria. Universidad San Sebastián, Valdivia.

Baldoceda Espinoza, Ana. (2014). Observaciones de palabras aimaras, quechuas y puquinas en el Diccionario de la lengua española de la Real Academia Española de la 23. edición, 2014.

Bascuñán; Eichholz; Harting. (2011). Naufragios en el Océano Pacífico Sur. Centro de investigación Barros Arana. Editorial Taurus, Santiago de Chile.

Bengoa, José Historia del Pueblo Mapuche (Siglos XIX y XX) Santiago de Chile: Ediciones SUR, julio, 1996; 3ª edición

Bernales, Mario. (1984). Aspectos diacrónicos en la toponimia de Valdivia. Homenaje a Rodolfo Oroz. Universidad Austral de Chile,5°serie :79-94.

Bravo Javier, Ayanao Margarita, Fuentes De La Alex, Fernandez Esteban, Ramirez José, Ríos Patricio. (2019). Sentido de Comunidad del Lof Michillanca Ray Wenu Wapi Análisis de la Historia y del Tejido Social en torno a la Recuperación Territorial en Isla del Rey. Ad Nguenel Tañi Ngulam. Tañi Lof Michillanka Ray Wenu Wapi Rakiduam Tañi Chi Nutram Ñimin Lof Trafwe Chi Weñoltun Mapu Fey Wapi Tamu “Lonko”. Universidad San Sebastián, Valdivia.

Bernardo Colipán Filgueira. (2007). La Araucana, su golem y la metáfora de su memoria quebrada. En : www.reescrituradelaaraucana.uchile.cl

Burke, Peter. (1993). Formas de hacer historias. 1a. edición Alianza universal. Madrid.

Catastro de cementerios mapuche región de los Ríos. (2017). Conadi.

Candeau, Joël. (2006). Antropología de la memoria. Ediciones Nueva Visión. Buenos Aires.

Cárcamo, Javier. Aproximaciones a la subalternización mapuche williche: discursos y prácticas de resistencia. Fines del siglo XIX y principios del XX. Lenguas y Literaturas Indoamericanas, Nº 17, 2015: 24-48.

Cambpell Roberto, Moya Francisca, Guitierrez Renata. (2020). Quien busca encuentra. Arte rupestre en el sur de Chile: evaluación, perspectivas y preguntas. Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino. Vol. 25, Nº 1, 2020, pp. 247-269, Santiago de Chile ISSN 0718-6894

Carvallo Goyeneche, Vicente. (1796). Tomo 9 de la Colección de historiadores de Chile y de documentos relativos a la historia nacional. Santiago: Impr. del Ferrocarril, 1861- v.

Cavallo, Francisco. (1646). Histórica relación del Reyno de Chile y de las misiones y ministerios que exercita en el la Compañía de Jesús / por Alonso de Ovalle. Roma.

Cavieres F E. Epidemias, Medicina y Sociedad Colonial. (1990). La plaga de 1779-80, en Chile. Cuadernos de Historia N° 10 Dpto. de Ciencias Históricas. Universidad de Chile.

Collinao, Wladimir. (2012). Estudios de Títulos Sucesión Urbano Michillanca. Valdivia.

Conti, Romina. Compiladora. (2020). Perspectiva Descolonial. Conceptos, debates y problemas. 1°. Edición - Mar del Plata: EUDEM.

Contreras Carla. (2019). Desde las memorias de Isla del Rey: Reconstruyendo cotidianidades

de un paisaje estuarial (1950-2018). Tesis Licenciatura en Antropología. UACH, Valdivia.

Contreras Patricio, Concha Roberto, Correa Martin, Guerrero Isabel, Vergara Francisca.. (2016). Relatos de paisaje y toponimia en el valle de los ríos San Pedro y Calle Calle. Ceibo Ediciones, Santiago de Chile.

Cereceda Pilar, Errazuriz Ana María, Lagos Marcelo. (2011). Terremotos y Tsunamis en Chile, para conocer y prevenir. Origo Ediciones. Santiago.

Correa, Martín. (2015). Las tierras de los Michillanca, Los Molinos y Costa de Niebla.

Correa, Martín. (2021). La Historia del Despojo. El origen de la Propiedad Particular en el Territorio Mapuche. Pehuén Editores, Ceibos Ediciones. Santiago de Chile.

Diario y narración histórica del viaje ejecutado desde el estrecho de Le Maire hacia las costas chilenas, a mando del general Hendrick Brouwer, en el año 1643, comprendiendo las propiedades, el comercio y las costumbres de los chilenos. Acompañado de una descripción de la Isla Eso, situada a distancia como de 30 millas de1 poderosos reino de Japón, a la altura de 39" 49' de latitud norte, la cual ha sido visitada por primera vez en este mismo año por el buque ¨Castricum Todo tomado y compuesto de varios diarios y escritos, e ilustrado con algunas estampas, por un aficionado. Amsterdam, 1646.

Diccionario Geográfico de la República de Chile. (1899). Segunda edición corregida y empastada. New York. Pág. 658.

Donoso, Ricardo; Velasco Fanor. (1928). Historia de la constitución de la propiedad Austral. Imprenta Cervantes agustinas 1354. Santiago de Chile.

Dussel, Enrique. (1995). Introducción a la Filosofía de la Liberación. Editorial Nueva América. 5a edición Colombia.

Escribano, Rodrigo. (2016). Los Rehues de Rucalhue. Negociación e Identidad en las Misiones Pehuenches (1756- 1763). Nº 49, 2016. Páginas 459-468 Diálogo Andino

Establecimientos misionales en la Región de Los Ríos: territorio, redes e intercultura, Fondart Regional, Patrimonio Cultural, Investigación.

Frick, Guillermo. (1940). Diario de Viaje a Chile (1839-1840). Revista de Historia y Geografía. N°96 P.63.

Foucault, Michel. (2002). Historia de la sexualidad I: La voluntad de saber. México: Siglo XXI

Foucault, Michel. (2000). Defender la Sociedad. Curso en el Collège de France (1975-1976). Fondo de Cultura Económica. Primera edición en español.Argentina.

Fornet, Raúl. (2013). Las culturas del saber y su encuentro en el diálogo norte-sur". ¿Cómo pensar el saber que debemos saber? En: Liberación, interculturalidad e historia de las ideas. Estudios sobre el Pensamiento Filosófico en América Latina. José Santos Herceg (Compilador). Instituto de Estudios Avanzados Universidad Santiago de Chile.

Geoeduca.(2021). Mapeo de Conflictos Territoriales de Los Ríos. Infografía creada de forma colectiva en base al proyecto de Mapeo de Conflictos Territoriales de la Región deLosRíos.Link: https://issuu.com/geoeducachile/docs/mapeo_de_conflictos_territoriales

Guarda, Gabriel. (1953). Historia de Valdivia 1552-1952.Imprenta Cultural. Santiago de Chile. En www.memoriachilena.cl

Guarda, Gabriel. (1973). La economía de Chile Austral antes de la Colonización Alemana. Universidad Austral de Chile.

Guarda, Gabriel.O.S.B. (1978). Historia Urbana del Reino de Chile. Editorial Andrés Bello. Santiago.

Guarda, Gabriel.O.S.B. (1983). El ingeniero D. Juan Garland y White (+1775). De la academia chilena de historia. Anales del instituto de Chile. Editorial Universitaria. Chile.

Guarda, Gabriel. O.S.B. (1990). Flandes Indiano. Las fortificaciones del Reino de Chile 1541 – 1826. Ediciones Universidad Católica de Chile.

Guarda, Gabriel. (1993). Una ciudad chilena del siglo XVI, Valdivia 1552-1604. Ediciones.PUC.

Guarda, Gabriel. O.S.B. (2000). Caciques y Parlamentos, Valdivia - Osorno (1645-1820). Academia chilena de historia. Separata del Boletín N° 108-109, Santiago.

Guarda, Gabriel O.S.B. (2001). La Nueva Historia de Valdivia. Ediciones Universidad Católica de Chile.

Gloël, Matthias. (2021). Interculturalidad en la América de los Austrias. Estudios Interculturales desde el Sur. UCT.

Góngora, Marmolejo. Alonso. (1850) [1862]. Colección de Historiadores de Chile y relativos a la Historia Nacional. Tomo II.

Grebe, María Ester. (1998). Culturas Indígenas de Chile: Un Estudio Preliminar. Pehuén 5° Edición,2010. Santiago de Chile.

Brave Heart, M.Y & De Bruyn, L.M (1998). The American Indian Holocaust: healing historical unresolved grief. Am Indian Alsk Native Ment Health Res J Natl Cent., 8 (1998), pp. 56-78. [Brave Heart, en 1995 escribe por primera vez sobre el concepto de trauma histórico].

Hernández, R.; Fernández, C.; y, Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación. Ediciones Santa Fe. México DF.

Historia de las Indias Occidentales. Historia General de los hechos de los Castellanos en las Islas y la Tierra. Descripción de Valdivia y Río. Págs. 158-159.

Hauenstein E., Rutherford P. & Gonzales M. (2001) Determinación de la vegetación boscosa original y uso del suelo de la Isla del Rey (Valdivia, Chile).

Informe de la Comisión Verdad Histórica y Nuevo Trato con los Pueblos Indígenas. (2003). Link: https://bibliotecadigital.indh.cl/handle/123456789/

Jerez, Jimena. (2017). Plantas mágicas. Guía Etnobotánica de la Región de Los Ríos. Ediciones Kultrún, Valdivia de Chile.

L. Alioto, Sebastián y Jiménez Juan Francisco. (2017). <<Han quedado tan amedrentados…>>. La rebelión indígena de 1792-93 en los Llanos de Valdivia y trato a los no-combatientes durante la represión hispana. Departamento de humanidades, Universidad Nacional del Sur/ CONICET, Argentina. Illes i Imperis 19, 2017, 57-76. DOI: 10.2436/20.8050.02.20.

Lara, Millapan María Isabel. (2017). Revista Diálogos .2017, Nº 12. Universidad Católica.

Mansilla Nastassja, Dauré Claudia, Troncoso Richard. (2020). Metodologías participativas y procesos de memoria colectiva en territorios invisibilizados por el terrorismo de Estado. Boletín Geocrítica Latinoamericana: Ecología Política contra el Saqueo de la Naturaleza, CLACSO.

Marinan, Pablo. (2019). Descripción del curso “ESTUDIOS DE LA MEMORIA: Memoria e historiografía mapuche e interétnica. Magíster en estudios Interculturales, UCT.

Male De Van Maurice. (1968). Investigaciones Históricas - Investigaciones Arqueológicas. Universidad Austral de Chile.

Mariño de Lobera, Pedro. (1595) [1865]. Crónica del Reino de Chile. Colección de Historiadores de Chile y documentos relativos a la Historia Nacional. Toma VI. Imprenta del ferrocarril, calle de la Bandera, núm.39.

Marimán Pablo, Caniuqueo Sergio, Millalén José, Levil Rodrigo. (2006). Escucha Winka. Cuatro Ensayos de Historia Hacional Mapuche y un epílogo sobre el futuro. Editorial LOM, Santiago.

Martínez, Pedro. (1903). Archivo Regional de la Araucanía. Lautaro 1171, Temuco.

Medina, José Toribio. (1923). Colección de Historiadores de Chile y de documentos relativos a la historia nacional. Tomo XLV. Los holandeses en Chile.

Medina, José Toribio (Comp). (1889). Poder que dió Pedro de Valdivia, gobernador de la Nueva Extremadura, á Juan Bautista Pastene, su teniente de capitán general en la mar, para el viaje á que le enviaba a descubrir la costa desde el Puerto de Valparaíso hasta el Estrecho de Magallanes; y a continuación la instrucción, y la relación del suceso del viaje desde 4 hasta el 30 de septiembre. Colección de documentos inéditos de la historia de Chile. Tomo XVIII. Santiago

Medina, José Toribio. (1952). Cosas de la Colonia. Apuntes para la crónica del Siglo XVIII en Chile. Fondo histórico y bibliográfico José Toribio Medina. Santiago de Chile.

Melin Miguel; Coliqueo Patricio; Curihuinca Elsy; Royo Manuela. (2016). AZMAPU. Una aproximación al sistema normativo Mapuche desde el Rakizuam y el Derecho Propio. INDH.

Melin Miguel; Mansilla Pablo; Royo Manuela. (2017). Mapu Chillkantukun Zugu: descolonizando el mapa del Wallmapu, construyendo cartografía cultural en territorio Mapuche.

Molina, Jorge. (2009). Vida de un soldado desde la Toma de Valdivia (1820) a la Victoria de Yungay (1839).1ª ed. -- Santiago: RIL editores, 2009.

Molina: Correa, Smith, Gainza. (2006). Alerceros Huilliche de la Cordillera de la Costa de Osorno. Pu Lahualche Huilliche Mülelu Chi Pire Mapu Meu, Lafken Osorno Meu.Impreso en los talleres de ANDROS, Santiago de Chile.

Montandón, Roberto. (2001). Los castillos españoles en el estuario del río Valdivia. Estudio de Restauración. Dirección de Arquitectura del Ministerio de Obras Públicas, Santiago, 2001. 299 pp. y 1 Compact Disc.

Nahuelpan, Héctor. (2013). La “zonas grises" de las historias Mapuche. Colonialismo internalizado, marginalidad y políticas de la memoria. Revista de Historia Social y de las Mentalidades. Volumen 17, N° 1, 2013: 11-23

Navarro Magdalena, Poblete María Pia, Alvarado Melisa, López Vicente, Solari Maria Eugenia.(2017). BIOGRAFÍAS RIBEREÑAS EN LA CUENCA DEL RÍO VALDIVIA (CHILE). Revista Lider Vol. 27. 2017 ▪ pp 112-137 ISSN: 0717-0165 versión impresa ISSN: 0719-526 versión en line.

Nota bibliográfica sobre el viaje de Enrique Brouwer. (1923). Colección de historiadores de Chile y de documentos relativos a la historia nacional. Imprenta del Ferrocarril,1861- volúmenes.

Núñez David. (2006). Antecedentes para la construcción de la historia del territorio mapuche l’afken’che en el norte de la provincia de Valdivia. Tesis de Antropología. Valdivia: UACH.

Ñanculef, A. y Cayupán, C. (2016). Kuifike zugu. Discursos, relatos y oraciones rituales en mapuzugun. Temuco: Comarca Ediciones.

Ovalle, Alonso de. (1646) Histórica relación del Reyno de Chile.

Poblete, María Pía. (2007). Mapuche-huilliches e hispanocriollos en Valdivia. Cartas de petición y procesos de articulación en el período colonial tardío. Revista CUHSO volumen 15 Nº 2.

Peppino Ana María. (2005). El papel de la memoria oral para determinar la identidad local. Revista casa del tiempo. México: Universidad Autónoma Metropolitana N°6.

Ramos, Ana. (2011). "Perspectivas antropológicas sobre la memoria en contextos de diversidad / desigualdad'‘. Alteridades (21(42): 131-148).

Risler Julia, Ares Pablo. (2013). Manuel de mapeo colectivo: recursos cartográficos para procesos territoriales de creación colectiva. Iconoclasistas, Buenos Aires.

Rodas, Hernán. (2014). Memorias de los trabajadores de los Altos Hornos de Corral: Análisis del proceso de proletarización en la producción de carbón vegetal, 1940-1950. En: http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2014/ffr685m/doc/ffr685m.pdf

Rosales, Diego de, S.j. (1877-1878): Historia General del Reino de Chile, Flandes Indiano. Imprenta Mercurio, T, III, p.294. Valparaíso.

Rumian Lemuy, Bernardo; Rumian Lemuy, Ponciano. (2004). Cuadernos de capacitación en Historia. Comunidad Indígena Kiyemtuain. Consejo de la Cultura y Las Artes. FONDART,2004.

Tratado de las Canoas. Archivo Nacional. Santiago. Transcripción del original (1947).

Segredo, Rafael y Donoso Max (2012). La ruta de los naturalistas Las huellas de Gay, Domeyko y Philippi .isbn: 978-956-351-618-0

Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile. (2000). El maremoto del 22 de mayo de 1960 en las Costas de Chile. 2° Edición.

Soto Celeste. (2020). Caracterización de la composición y estructura de dos fragmentos con presencia de Fitzroya cupressoides en su distribución septentrional en la Isla del Rey, comuna de Corral, Región de Los Ríos. Tesis de Ingeniería en Conservación de Recursos Naturales. UACH, Valdivia.

Sousa De, Boaventura Santos. (2004). Reinventar la democracia, reinventar el Estado. 2da. edición en español. Ediciones Abya-Yala. Quito-Ecuador.

Treutler, Pablo. (1861). La provincia de Valdivia I Los Araucanos. Tomo I. Santiago de Chile, imprenta chilena, calle ceniza, Núm.23. Harvard College Library gif of archibaid cary Coolidge and Ciarence Leonard hay april 7, 1909.

Tratado de las Canoas. Archivo Nacional. Santiago. Transcripción del original, (1947).

Trivero, Alberto. (2017). 1712 La Gran Rebelión de los Mapuche de Chiloé. Impreso, diagramado y encuadernado por Melipulli Editorial. Responsable Daniel Pinda Martel. Marzo, 2017, 3°edición. Versión virtual a cargo de Ñuke Mapuförlaget, suiza. Editor general: Jorge Calbucura.

Tuhiwai, Linda. (2016). A descolonizar las Metodologías. Investigación y Pueblos Indígenas. Santiago. Lom Ediciones.

Varela, Jesús. (2008). La Cartografía Histórica. Revista de estudios colombinos.

Wolf, Eric. (1982). Europa y la gente sin historia. Fondo de cultura económica. México

Zavala, José Manuel. (2015). Los Parlamentos Hispano-Mapuches, 1593-1803: textos fundamentales. Ediciones Universidad Católica de Temuco.

Zusman, Perla. (2013). La geografía histórica, la imaginación y los imaginarios geográficos. Revista de Geografía Norte Grande 2013. (54).

Folio001473

Revista de Geografía Norte Grande, 73: 9-27 (2019)
Artículos

Escasez de agua: develando sus orígenes híbridos en la cuenca del Río Bueno, Chile

Water scarcity: disclosing its hybrid origins in the Bueno river basin, Chile

Oppliger, Astrid[1]; Höhl, Johanna[2] y Fragkou, María[3]

RESUMEN

Este articulo examina los orígenes sociales de la escasez de agua en la cuenca del rio Bueno, Chile. Se emplea el marco teórico de la ecología política para analizar la escasez hídrica como un fenómeno "híbrido" de carácter socionatural, destacando el desarrollo de un marco de "tipologías de escasez de agua". Utilizando una metodología mixta, analizamos datos hídricos cuantitativos y cualitativos para develar las tipologías de escasez de agua existentes, quién sufre de escasez hídrica y a qué factores se atribuye esta. Nuestros resultados demuestran la existencia de diversas tipologías de escasez de agua y que la escasez hídrica no afecta a todos los actores, hechos que revelan factores antrópicos en su producción. Concluimos que los orígenes de la escasez de agua son múltiples y que la gestión del agua en Chile ha priorizando las actividades económicas de alto interés nacional por sobre el agua para consumo humano.

Palabras claves: Escasez de agua, ecología política, gestión de agua, plantaciones forestales, Chile.

ABSTRACT

The current article examines the social origins of water scarcity in Rio Bueno basin, Chile. The political ecology´s theoretical framework is employed to assess water scarcity as an "hybrid" phenomenon of socionatural nature, highlighting the development of a frame of "water scarcity typologies". By employing a combined methodology, we analyzed quantitative and qualitative water related data to reveal the existing water scarcity typologies, who suffers from water scarcity as well as to which factors this scarcity is attributed. Our results demonstrate the existence of different water scarcity typologies, and that water scarcity does not affect all actors involved, thus revealing anthropological factors in its production. We conclude that the origins of water scarcity are multiple, and that water management in Chile has prioritized economic activities of high national interest over the use of water for human consumption.

Key words: Water scarcity, political ecology, water management, forest plantations, Chile.

[1] Institut de géographie et durabilité. Faculté des géosciences et de l'environnement. Université de Lausanne. astrid.oppliger@unil.ch

[2] Heidelberg Center para América Latina. Universität Heidelberg (Alemania). j.hoehl@heidelbergcenter.cl

[3] Departamento de Geografía, Universidad de Chile (Chile). mariac.fragkou@uchilefau.cl

Folio001474

Introducción

En los últimos años Chile está experimentando una alteración en sus precipitaciones, atribuida a una macrosequía que data desde el año 2008 (CR2, 2015). La situación ha sido reconocida por el actual gobierno como uno de los principales problemas que enfrenta el país (Bachelet, 2015), y su extensión ha afectado incluso a regiones como la de los Ríos, que tradicionalmente han tenido abundantes precipitaciones y caudales (DGA, 2016).

El Estado central atribuye la escasez de agua principalmente al cambio climático y la reducción de las precipitaciones, y sus medidas de índole institucional, infraestructural y tecnológico, son orientadas casi exclusivamente a aumentar la disponibilidad de la oferta hídrica (Bachelet, 2015). Por lo que, posibles causas antrópicas de la escasez de agua, tales como las dimensiones estructurales, de gestión, o de distribución de los recursos hídricos no son consideradas.

En este artículo, desafiamos la naturalización discursiva de los orígenes de la escasez de agua y la reconocemos como un fenómeno de naturaleza híbrida (Swyngedouw, 2009), que responde a orígenes tanto físicos como sociales que la construyen. Argumentamos que el Estado en su nivel central se desvincula de las realidades locales al invisibilizar los factores antrópicos de la escasez de agua. Asimismo, se desconecta conceptualmente al definir la escasez de agua únicamente en base a indicadores físicos, que muchas veces no responden a las realidades locales de territorios donde las precipitaciones y caudales no están gravemente reducidas, pero la existencia de factores antrópicos invisibilizados de igual forma construyen escasez de agua, impactando a otros actores relevantes en el territorio.

Para entender cómo se produce y qué implicancias tiene la desarticulación escalar y conceptual de la escasez de agua, indagamos posicionadas desde la ecología política, en develar los orígenes híbridos de la escasez mediante un esquema de tipologías de escasez de agua, que sintetiza el trabajo de diversas disciplinas (Oppliger, 2016). Para demostrar la construcción social de la escasez de agua, tomamos como caso de estudio la sección baja de la cuenca del Río Bueno, al oeste de la comuna de La Unión, en la Región de los Ríos. Dicha zona resulta interesante de analizar para cuestionar la naturalización de la escasez de agua e indagar en sus distintas causas y tipologías, dado que pese a caracterizarse por sus elevadas precipitaciones, abundantes lagos y ríos, contradictoriamente diversas localidades sufren de escasez de agua, siendo abastecidas de agua potable mediante camiones aljibes desde el año 1996, situación que continua en aumento. Al mismo tiempo, el área concentra la mayor superficie de plantaciones forestales exóticas de la región (CONAF, 2016), las cuales son identificadas por actores de la sociedad civil y el Estado local como un elemento que impacta negativamente la disponibilidad del recurso hídrico en la zona (Oppliger, 2016).

Basadas en la importancia que tienen los monocultivos forestales de especies exóticas en la disminución de los recursos hídricos disponibles en un territorio (Buchs, 2010), argumentamos que la invisibilizacion, por parte del Estado central y las empresas forestales, de los consumos de agua de las plantaciones forestales, entre otros aspectos, forman parte importante de los orígenes antrópicos de la escasez de agua en el territorio. Para comprobar este hecho, y revelar la pluralidad de causas y manifestaciones de la escasez de agua, presentamos los resultados de una investigación realizada en la sección baja de la cuenca del río Bueno desde el año 2011.

Folio001475

La investigación se basa en una revisión de documentos e informes técnicos del Estado, de sistemas de agua potable rural, organizaciones de regantes, bonificaciones forestales del D.L.701, registros de entrega de agua potable por camiones aljibe, entre otros. Asimismo, se realizaron jornadas de terreno con observaciones de campo y entrevistas con actores clave en los años 2011, 2012 y 2016, junto a la participación pasiva en reuniones del Subcomité de Asuntos Hídricos de la provincia del Ranco en el 2016. La información obtenida fue estructurada mediante el software ATLAS.ti y analizada de forma cualitativa mediante el enfoque de los estudios críticos del discurso (ECD) (Pardo, 2012). Así, identificamos tres grupos de actores principales vinculados a la gestión del agua, su escasez y el recurso forestal en el territorio: el Estado de Chile en sus diferentes niveles organizacionales; la Sociedad Civil representada por comités de agua potable rural (APR), pequeños agricultores y habitantes de localidades rurales abastecidos por camiones aljibes; y grupos de privados, representados por las principales empresas forestales del área de estudio: Arauco SA., Masisa SA. y AnChile Ltda, y la empresa Sanitaria Essal SA.

Los resultados apoyan el argumento de que la escasez de agua en la zona no responde únicamente a causas físicas, como la disminución de precipitaciones, sino también a causas antrópicas. En primer lugar, el hecho de que no todos los actores del territorio sufran de escasez de agua, demuestra la existencia de factores sociales que afectan la disponibilidad de las fuentes hídricas. En segundo lugar, el esquema de tipologías de escasez de agua permitió identificar una amplia gama de factores sociales que originan la escasez, así como la descoordinación institucional del agua y su escasez. En base a esto, argumentamos que el problema de la escasez de agua en el país no se podrá solucionar mientras se insista en su naturalización y sin reconocer sus causas sociales y políticas, además de las naturales o físicas, que puedan llevar a las necesarias reformas estructurales en la gestión del agua y su escasez, a nivel nacional, regional, y local.

A continuación, presentamos el marco teórico que sustenta el presente trabajo, enfocado en la ecología política del agua y las tipologías de escasez de agua. Después analizamos la gestión institucional del agua y su escasez en Chile, y presentamos el caso de estudio. La sección de resultados contiene los principales hallazgos de la investigación que sostienen nuestro argumento; concluimos el artículo discutiendo los resultados, a la luz de la institucionalidad chilena y las mejoras necesarias en torno a la gestión del agua y su escasez.

Ecología política del agua

La ecología política pone su énfasis en analizar las múltiples relaciones existentes entre la naturaleza y la sociedad (Prieto, 2015), desde una perspectiva donde la naturaleza constituye el resultado de una construcción socio-natural, que captura y encarna procesos que son simultáneamente físicos y sociales, y que hacen de ella una cosa "híbrida" (Swyngedouw, 2009).

En su vínculo con el agua, la ecología política enfatiza las relaciones de poder que subyacen en el recurso, entendiendo al agua más allá de la entidad material dada por la fórmula de H2O (Linton y Budds, 2014). En concordancia, el enfoque invita a pensar el agua como un elemento y un proceso; donde además de incorporar en su análisis a la materialidad del agua, invita a analizar cómo esta materialidad se vincula con las infraestructuras hídricas, las políticas, así como los procesos económicos, sociales y culturales envueltos en torno a la producción de esa "agua" (Linton y Budds, 2014) que interactúa a través de relaciones de poder y escalas geográficas, gene-

Folio001476

ralmente invisibilizadas (Swyngedouw, 2013). De esta manera, la ecología política del agua asiste deliberadamente a la naturaleza social y política del agua, que a diferencia del análisis del ciclo hidrológico - que tiene el efecto de separar al agua de su contexto social – pone énfasis en analizar sus prácticas y relaciones sociales (Linton y Budds, 2014). Para Swyngedouw (2009), las relaciones sociales por las cuales se produce el agua, se movilizan a través de lo invisible y a través de procesos de "inscripción" donde se entrelazan lo global y lo local (Swyngedouw y Heynen, 2003), a lo que se suman la diversidad de escenarios culturales, sociales y político-económicos de la geografía, junto a su movilización histórica (Swyngedouw, 2014). Con ello, el enfoque apela a las características de transformación de la materia, para argumentar que estos cambios, no sólo transforman a la materialidad del agua, sino que a su vez transforman y cambian los procesos sociales, los que a su vez modifican y vuelven a transformar a la materia en este proceso de inscripción, donde las nuevas formas de organización social se forjan a través de la producción de nuevos entornos hidrosociales (Swyngedouw, 2014), que son el resultado de un proceso de producción histórico-geográfico (Swyngedouw y Heynen, 2003). Bajo este contexto, desde la ecología política del agua, reconocemos que la escasez de agua constituye un fenómeno de naturaleza "hibrida", que responde a causas tanto naturales como humanas (Prieto, 2015). A continuación, indagamos en la literatura pertinente para facilitar la comprensión de la construcción de este fenómeno y sus distintas causas y manifestaciones físicas y sociales, sintetizadas en un esquema de tipologías de escasez de agua.

Tipologías de escasez de agua

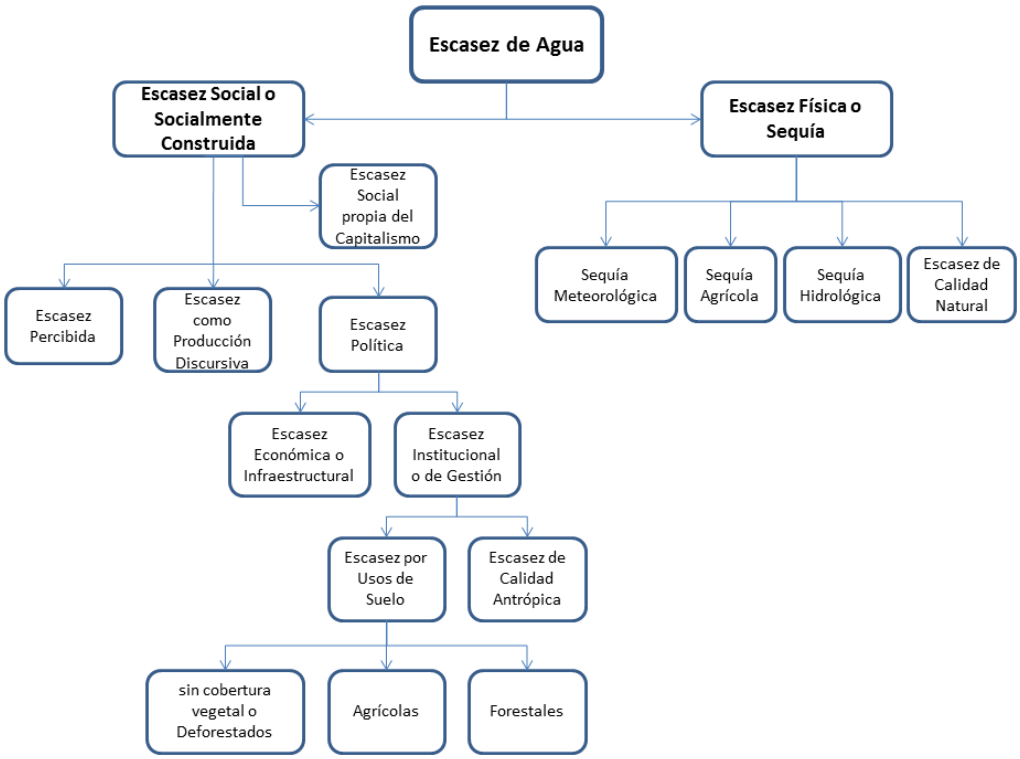
El concepto de escasez es ambiguo y difícil de comprender debido a las diferentes dimensiones que presenta (Harvey, 1985). De esta manera, diferentes disciplinas tales como la geografía (Budds, 2012; Kaika, 2003) estudios del desarrollo (Mehta, 2007), hidrología (Huber et al., 2008), ciencias forestales (Lara et al., 2009; Iroume et al., 2010) o agronómicas (Rijsberman, 2006), entre otras, han abordado el concepto de la escasez de agua desde distintos ángulos y atribuido a diferentes orígenes, los cuales, hemos sistematizado para facilitar su comprensión, en el siguiente esquema de tipologías de escasez de agua.

En términos generales se identifican dos grandes vertientes que definen la escasez de agua: una "escasez física" o "sequía" (Esparza, 2014) que respondería a causas naturales que la originan; y otra "escasez social" o "socialmente construida" (Cooley et al., 2014).

En cuanto a la "escasez física", Esparza (2014) señala que ésta puede ser subdividida en tres categorías. La primera de ellas, corresponde a la "sequía meteorológica" (Marcos, 2001), que dependerá de la existencia de un registro climático amplio de precipitaciones. Segundo, una "sequía del tipo agrícola", entendida como la inexistencia de humedad suficiente en el suelo (Esquivel, 2002), y un tercer tipo de "sequía hidrológica", entendida como el descenso paulatino del nivel de las aguas de los ríos, lagos, embalses o pozos (Ashton y Neal, 2003). Otros autores reconocen una cuarta categoría, producto de causas naturales de contaminación de las aguas a través de su composición química (Máñez et al., 2012).

Folio001477

Figura Nº1. Tipologías de escasez de agua.



Fuente: elaboración propia. Oppliger, 2016.

Por otra parte, la "escasez social" o "socialmente construida" (Buchs, 2010), se compone por una amplia variedad de categorías. En un nivel de abstracción analítico mayor, autores como Harvey (1985), se refieren al término de "escasez social" como un concepto "propio del capitalismo" donde fenómenos como la apropiación, explotación y privación son consecuencias necesarias para el buen funcionamiento del sistema de mercado, por lo que éste, le sería un término intrínseco. Otros autores reconocen la "escasez percibida", entendida como "la forma en que la escasez es sentida por la gente" (Máñez et al., 2012: 15), la que resulta importante, puesto que proporciona la base sobre la cual la gente toma sus decisiones para actuar y nos aporta indicios sobre "los significados culturales del agua que no son capturados en los debates políticos" (Mehta, 2007: 661). En otra línea, autores como Kaika (2003); Mehta (2007) y Swyngedouw (2009), entre otros, hacen alusión al término de "producción discursiva de la escasez de agua" (Swyngedouw et al., 2002: 132), la cual hace referencia a las especulaciones políticas en torno a las discusiones de la gestión del agua, cuyos discursos a menudo son utilizados con intereses particulares como "arreglos institucionales formales que tienden a reforzar la posición de las elites tradicionales" (Mehta, 2007: 659), lo que requiere de un empleo cuidadoso del término de escasez, cuestionarse e identificar quién se pudiera beneficiar de la misma.

Folio001478

Finalmente, como una tercera subtipología de escasez social se encuentra la "escasez política" (Buchs, 2010) que, compuesta por variadas subcategorías, es referida como todos los aspectos sociopolíticos y normativos, con implicancias económicas, infraestructurales, tecnológicas, culturales, de usos de suelo, entre otras, que una sociedad desarrolla en su relación con el agua. De esta forma, "en términos políticos, el agua fluye cada vez más de acuerdo con los flujos del capital" (Linton y Budds, 2014: 172), donde se reconoce que el agua se moviliza de manera intencionada hacia ciertos sitios y no a otros en el territorio, brindando la posibilidad de que algunos grupos de actores puedan desarrollar o no su actividad productiva, con la consecuente obtención de bonanzas económicas. Por este motivo, bajo ella encontramos en primer lugar, la "escasez económica" o "infraestructural" (Mehta, 2007; PNUD, 2006), enfocada en el análisis de las relaciones entre el poder económico y político, a través de las cuales se obtiene el acceso, distribución y control del agua mediante la construcción de infraestructuras (Swyngedouw, 2009); otros autores como (Feitelson y Chenoweth, 2002) se refieren a ella como "pobreza de agua", cuando el coste del saneamiento no es sostenible por toda la población de una región o nación. En segundo lugar, se puede identificar "la escasez institucional" o "de gestión" (Budds, 2009; 2012), que centra su foco de análisis en cómo las formas de gestión de las aguas son condicionadas por la vida política, institucional y administrativa, y ya sea que éste se base en la tradición o hábitos recientes de consumo del agua (Wolfe y Brooks, 2003). Desde la "escasez de gestión", la literatura reconoce la existencia de una escasez de agua derivada de los "usos de la tierra" (Mehta, 2001) y como factores gatillantes, por un lado la "deforestación de los suelos" (Metha, 2007), y por otros, malas prácticas en torno a los "usos de suelo agrícolas" (Máñez et al., 2012) y "usos de suelo forestales" (Huber et al., 2008; Little et al., 2009). Finalmente, desde la "escasez de gestión", la literatura reconoce la existencia de una "escasez de calidad de origen social o antrópico" (Cooley et al., 2014), que se produce derivada de prácticas inadecuadas de gestión, que promueven la contaminación antropogénica sobre el agua (Máñez et al., 2012), lo que reduce significativamente su disponibilidad para el consumo humano, haciéndola más escasa (Esparza, 2014).

De esta forma el problema mundial de la escasez de agua, se vincula con las relaciones sociales que determinan quiénes, cómo y por qué utilizan el agua (Kaika, 2003) condicionando su distribución y la construcción de su escasez. Por lo que en este artículo, haciendo un reconocimiento de la naturaleza hibrida del agua, analizaremos desde la perspectiva de la "construcción social de la escasez de agua" (Buchs, 2010; Swyngedouw, 2013) cómo se gestiona el agua y su escasez en Chile.

Gestión institucional de la escasez de agua

Las dos principales características de la gestión hídrica en Chile son la comodificación del agua (Budds, 2009), y una fuerte centralización en la toma de decisiones (Mascareño, 2010). A continuación, analizaremos de qué manera estos dos aspectos inciden en la imposición de una visión tecnócrata en los procesos de toma de decisiones acerca de la gestión del agua y su escasez a lo largo del país, naturalizando al mismo tiempo las causas de la última.

La gestión del agua en Chile se identifica con los mercados de aguas (Bauer, 2004), un sistema de asignación de derechos de agua que es tecnocrático y eficiente; por ende, es supuestamente

Folio001479

políticamente neutral (Prieto, 2015), y se deriva del Código Chileno del Aguas, creado e implementado durante la dictadura de Pinochet (Budds, 2013). Las principales implicaciones del Código fueron la separación de los derechos del agua con los de la tierra, la asignación gratuita y perpetua de los primeros a los solicitantes, y la falta de priorización entre los distintos usos de agua (Donoso, 1999). Estas condiciones básicas permitieron la compra y venta de agua como cualquier otro producto del mercado, a través de transacciones de derechos de aprovechamiento de aguas (Budds, 2009), dejando a los mercados la labor de asignación "natural" de aguas en la actividad económicamente más rentable (Budds, 2009). Varios autores han demostrado que estas reformas neoliberales han sido una condición necesaria para favorecer la economía de exportación, impulsando especialmente la agroindustria, el sector forestal y la minería (Palomino-Schalscha et al. 2016).

Estas condiciones estructurales han apuntado a restringir las facultades del Estado en materia de gestión (Frene y Núñez, 2010). Asimismo, la descentralización que acompaño los procesos de privatización y comodificación del agua (Larson y Soto, 2008) no transfirió poder a los gobiernos regionales y locales, limitándolos a la ejecución de decisiones y políticas elaboradas en Santiago (Barton, 2013). Sin embargo, la escasez de agua en Chile ha sido abordada principalmente desde los Municipios y Gobernaciones que financiaban y continúan financiando, la compra de camiones aljibes para el abastecimiento de agua potable de localidades con escasez. Los esfuerzos estatales a nivel central para superar la escasez de agua son, por lo tanto, recientes y cuentan con medidas como una Comisión permanente sobre el agua, la desertificación y la sequía en la Cámara de Diputados en 2012 (Szigeti, 2013), la asignación de un Delegado Presidencial para Recursos Hídricos en 2014 (Bauer, 2015), la Política Nacional de Recursos Hídricos y el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, entre otras series de medidas infraestructurales ante la sequía, tales como el Plan Nacional para la Sequía, a financiar con 150 millones de dólares.

Por otra parte, como medidas de emergencia ante la escasez de agua, el Estado chileno desde el nivel central, está facultado, por un lado, para declarar zonas de escasez hídrica (Código de Aguas, 1981). Los criterios para emitir un decreto de escasez, se basan en condiciones hidro-meteorológicas de precipitaciones, caudales de ríos, volúmenes de embalses y condiciones de acuíferos (Decreto N°1674 DGA, 2012). Por el otro lado, el Ministerio de Agricultura, frente a eventos climáticos extremos, como sequias y catástrofes naturales, puede declarar una emergencia agrícola, con miras de proteger la producción (Núñez et al. 2013), la que también, se desarrolla en base a criterios técnicos hidro-meteorológicos (FAO/Ministerio de Agricultura 2011). Sin embargo, la proclamación de decretos de escasez y de emergencia agrícola desde el nivel central, no sólo refuerzan la tesis de la toma de decisiones centralizada y limita a la gestión de la escasez de agua a una meramente física y tecnócrata; sino que también, promueven la invisibilización de las realidades, geográficas, económicas, sociales y culturales de los diversos territorios locales.

Esta naturalización de la escasez de agua en sus aproximaciones metodológicas, y definición a nivel conceptual, así como la falta de reconocimiento de su naturaleza híbrida como un fenómeno socionatural (Swyngedouw, 2009) tiene serias implicaciones. En consecuencia, la invisibilización de algunas de las causas fundamentales de la escasez puede conducir a soluciones inadecuadas (Mehta, 2001), cómo las encontradas en la cuenca baja del Río Bueno.

Folio001480

Cuenca del río Bueno: territorio lluvioso con escasez de agua

La sección baja de la cuenca del rio Bueno se ubica en la zona oeste de la ciudad de La Unión, capital de la provincia del Ranco, en la región de Los Ríos en Chile, cuya capital es Valdivia. El área se compone de un total de 44 localidades rurales, conformadas por un total de 3.077 habitantes, y con un 9,2"% de población perteneciente a la etnia Mapuche (CENSO, 2002).

El área se caracteriza por el desarrollo de la actividad forestal, principalmente del tipo industrial, y en menor medida por la producción agrícola de hortalizas en pequeñas chacras a las orillas del río Bueno (PLADECO, 2011). La actividad forestal del área se enmarca en el actual desarrollo monoforestal de especies exóticas localizadas en el centro-sur del país (Little et al., 2009), incentivados por las reformas político-económicas implementadas en Chile durante la década del 70 (Frene y Núnez, 2010). El área de estudio se caracteriza por ser la zona de mayor superficie de plantaciones forestales de especies exóticas en la Región de Los Ríos (CONAF, 2016). Su producción mayoritariamente es exportada (72%) (INFOR, 2015) y entre las principales especies forestales destacan el *Eucalyptus nitens* y *Pinus radiata* (CONAF, 2016). Los indicadores socioeconómicos revelan que la pobreza comunal es superior al promedio nacional (PLADECO, 2011), lo que también se ve reflejado en la paúpera infraestructura de agua potable rural (APR) del área, con sólo cuatro APR operativos y cuatro en fase de diseño al 2016 (DOH, 2016).

La región posee un clima templado lluvioso con influencia mediterránea, y es conocida a nivel nacional por sus elevadas precipitaciones (DGA, 2016), con un promedio anual entre los 1.000 y 2.000 mm anuales; y cuya tendencia de precipitaciones ha registrado disminuciones particularmente durante el otoño, y en febrero y marzo, con concentraciones de la precipitación en invierno (González y Muñoz, 2013).

A pesar de las abundantes precipitaciones, en el año 1996 empieza a circular el primer camión aljibe en la zona para brindar agua potable a la población rural más afectada por la escasez de agua, que se manifestaba con la disminución de caudales en esteros y pozos de agua (Oppliger, 2011). El decrecimiento de las aguas ha sido paulatino con el transcurso de los años, manifestándose entre los meses de octubre a abril y agudizándose en época estival, especialmente entre enero y marzo, donde es posible observar el fenómeno del secamiento de esteros y pozos de agua (Oppliger, 2016).

A pesar de la circulación de camiones aljibe desde el año 1996, la Dirección General de Aguas (DGA) no ha emanado Decretos de Escasez de Agua para la comuna de la Unión o región de Los Ríos. El Ministerio de Agricultura, en cambio, ha emitido declaraciones de Emergencia Agrícola por Déficit Hídrico, lo que indica períodos de sequía del tipo agrícola (Esquível, 2002).

Asimismo, las plantaciones forestales de especies exóticas consumen agua e impactan la disponibilidad hídrica (Huber et al. 2008; Little et al. 2009). El sector forestal no debe adquirir derechos de aprovechamiento de aguas para el desarrollo de su actividad productiva, y ha sido asociado frecuentemente con la propagación de la escasez de agua (Torres-Salinas et al., 2016). C, su expansión ha provocado tensiones entre organismos gubernamentales, empresas (multi)

Folio001481

nacionales, la población local y grupos no-tradicionales en zonas con gran presencia forestal (INDH, 2015).

El origen híbrido de la escasez de agua en la cuenca del río Bueno

A continuación, se presentan los resultados de nuestra investigación en la cuenca baja del río Bueno; estos están distribuidos en tres apartados, y responden a equivalentes preguntas sobre: cuáles son los actores que están afectados por la escasez hídrica; a qué causas atribuyen dicha escasez los mismos actores; y finalmente, cuáles tipos de escasez se manifiestan en el territorio bajo estudio, según la clasificación de nuestro marco teórico.

Escasez hídrica y principales actores asociados a la gestión y uso del agua

Para determinar quiénes de los actores en la zona de estudio sufren de escasez agua se trianguló información proveniente de cuatro fuentes: registros oficiales de distribución de agua por camiones aljibe del Municipio de La Unión; análisis de documentos oficiales del Estado a nivel nacional; entrevistas con representantes del Estado a nivel regional y local, de las empresas forestales presentes en el área de estudio, así como con la sociedad civil; y observaciones directas de campo.

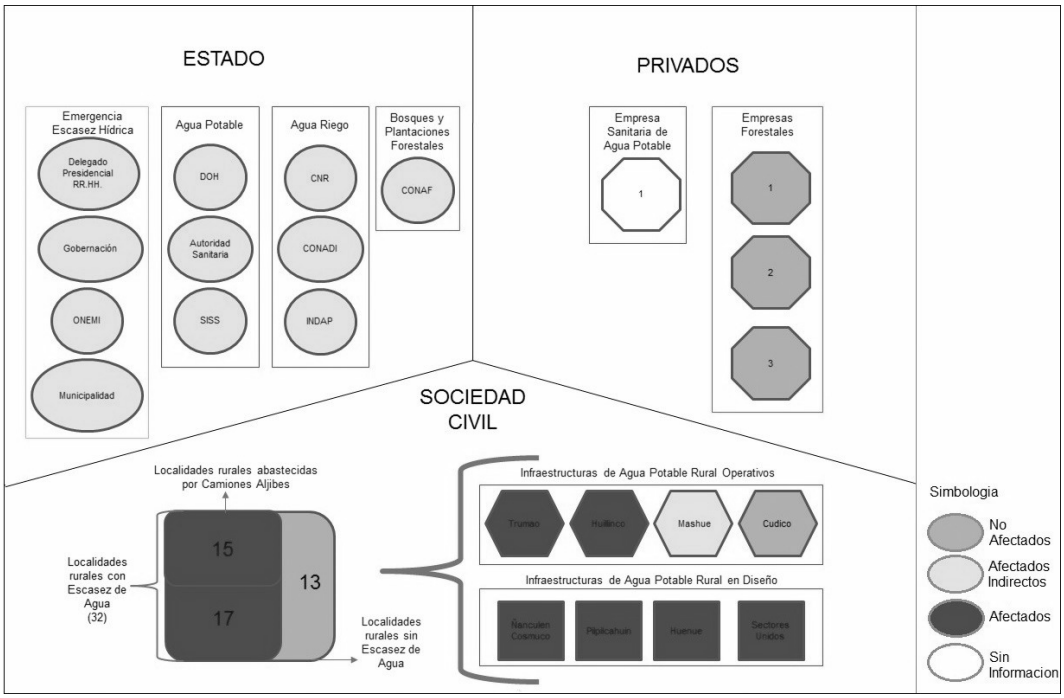
El análisis de los principales actores frente a la escasez de agua revela en primer lugar que el fenómeno de escasez de agua no los afecta de manera homogénea (figura 2). En segundo lugar, los resultados indican que el único actor directamente afectado por la escasez es la sociedad civil. Según los relatos de los pobladores viviendo en la sección baja de la cuenca del río Bueno, la escasez tiene sus inicios a principios de los años 90 y se ha manifestado en la disminución y secado en verano de esteros y pozos de agua. Asimismo, el número de camiones aljibe ha aumentado de 1 a 3, abasteciendo en el año 2016 a 15 de las 32 localidades rurales con escasez de agua (figura 3). Asimismo, dos de los cuatro sistemas de APR operativos sufren problemas de escasez de agua, debiendo ser complementadas por camiones aljibes. Mientras que el APR de Mashue, pese a no sufrir de escasez de agua en el 2016 (en el 2012 si sufría de escasez), se ve indirectamente afectado por la escasez hídrica, dado a que invierte tiempo y recursos económicos en el manejo de sus microcuencas hidrográficas, para resguardar el recurso hídrico y superar la escasez de agua.

El Estado a nivel local sufre de manera indirecta la escasez de agua porque debe invertir tiempo y recursos económicos de manera constante para brindar soluciones a la escasez de agua que sufre la sociedad civil. Sus primeras acciones datan del año 1996, año en que empieza a circular el primer camión aljibe en la comuna. A 20 años del primer camión aljibe el Municipio ha aumentado el número de camiones aljibe a tres, que reparten agua de lunes a viernes, durante todo el año. Las labores a nivel local son apoyadas por la Gobernación Provincial de Ranco y la Oficina Nacional de Emergencia (ONEMI), mediante el arriendo de camiones aljibe adicionales durante el verano. El hecho de que actualmente la Municipalidad realiza gestiones para comprar un cuarto camión aljibe demuestra que el problema de la escasez se está agravando y que las medidas

Folio001482

tomadas hasta la fecha son insuficientes. De esto también da cuenta el establecimiento del Subcomité de Asuntos Hídricos de la Provincia de Ranco en el año 2015 cuyo objetivo consiste en brindar solución a la escasez de agua de la provincia.

Figura Nº2. Actores asociados a la gestión y el uso de agua en el caso de estudio, y su vinculación con la escasez hídrica.



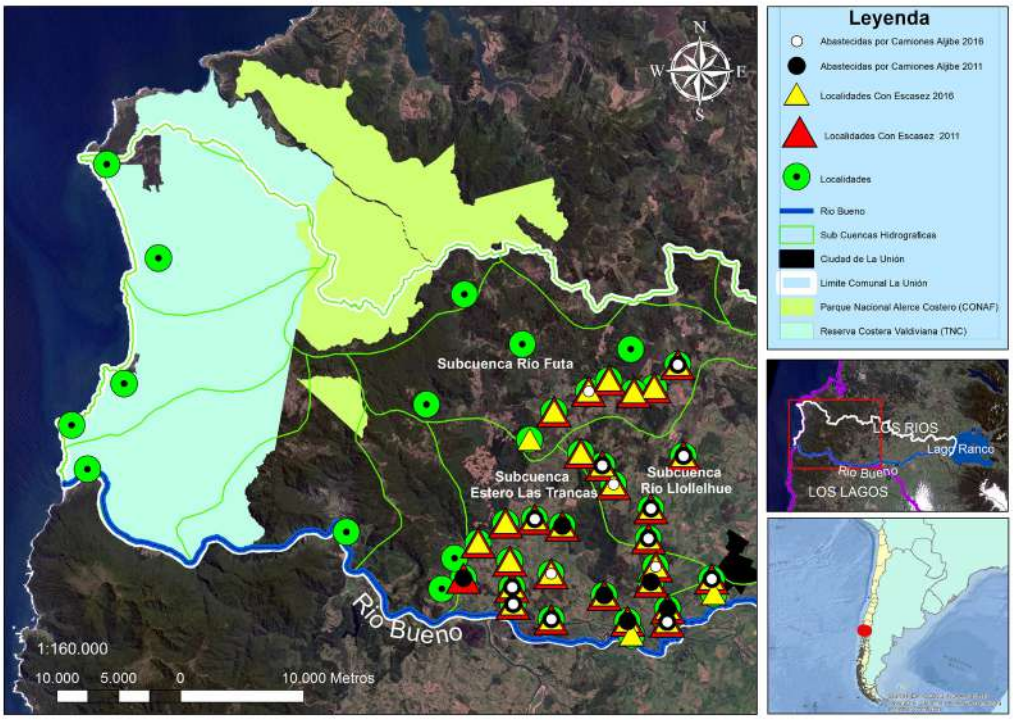
Fuente: Elaboración propia. Oppliger, 2016[4].

Finalmente, las tres empresas forestales del área de estudio, declaran no sufrir escasez de agua. Sin embargo, reconocen recientemente la existencia de escasez de agua en la zona y datan su inicio en el año 2010. Con respecto a la empresa sanitaria regional, ESSAL (Empresa de Servicios Sanitarios de los Lagos), no se realizaron entrevistas con esta empresa, por lo que no se pudo indagar en su situación frente a la escasez hídrica.

[4] Acrónimos de la figura 2. RR.HH: Recursos Hídricos; ONEMI: Oficina Nacional de Emergencia del Ministerio del Interior; DOH: Dirección de Obras Hidráulicas; SISS: Superintendencia de Servicios Sanitarios; CNR: Comisión Nacional de Riego; CONADI: Corporación Nacional de Desarrollo Indígena; INDAP: Instituto de Desarrollo Agropecuario; CONAF: Corporación Nacional Forestal.

Folio001483

Figura N°3. Localidades rurales del área de estudio con escasez de agua en los años 2011 y 2016. Sección baja de la cuenca del rio Bueno.



Fuente: Elaboración propia. Oppliger, 2016.

Causas atribuidas a la escasez de agua

El Estado, la sociedad civil y las empresas forestales no sólo determinan diferentes fechas de inicio de la escasez de agua, pero los resultados revelan que coexiste una gran variedad de formas de comprensión y explicaciones de sus orígenes. Los actores estatales, privados y la sociedad civil atribuyen la escasez de agua tanto a causas físicas como sociales en la cuenca baja del río Bueno, por lo que se evidencia el reconocimiento de la naturaleza híbrida del fenómeno. La sociedad civil responsabiliza en primer lugar a las plantaciones forestales de especies exóticas, y en segundo lugar, al cambio climático. Otras causas mencionadas por representantes de la sociedad civil comprenden la contaminación antrópica de las aguas, la deforestación del bosque nativo y eventos naturales eventuales (como terremotos), así como también, malas prácticas históricas en torno a los usos de suelo agrícolas y forestales, y las lógicas de explotación y uso de los recursos naturales del modelo económico neoliberal (Oppliger, 2011; 2012; 2016).

A partir del análisis de los datos reconocemos un giro en las causas a las que las organizaciones estatales atribuyen la escasez de agua. Mientras que en el año 2011 tanto a nivel nacional como local los orígenes identificados por parte del Estado eran netamente físicos, tales como el cambio climático y la disminución de precipitaciones (Oppliger, 2011; 2012), en el año 2016 el

Folio001484

Municipio y miembros del Subcomité de Asuntos Hídricos reconocen la existencia de orígenes sociales. Los funcionarios de corte técnico de estas instituciones responsabilizan como principal factor que agrava la escasez de agua en el territorio los usos de suelo forestales de especies exóticas. Asimismo, reconocen la falta de un ordenamiento territorial rural y deficiencias en la fiscalización y coordinación entre los servicios Estatales que, por ejemplo, no permiten proteger las fuentes de agua ante eventos de contaminación antrópica generados por empresas sanitarias y lecherías entre otros, como factores que han incrementado la escasez de agua en el territorio.

También las empresas forestales presentan un giro en torno a las causas a las que le atribuyen la escasez del agua. En el marco de reuniones sostenidas en el año 2012 determinaban como orígenes del fenómeno el cambio climático y la disminución de precipitaciones. En el año 2016, en cambio, incorporan nuevos argumentos a sus discursos que apuntan a los consumos de agua por usos de suelos agrícolas, la dinámica indígena, el aumento de la población y la explotación de la tierra, así como el reconocimiento parcial de las plantaciones de especies exóticas, como los causantes de la escasez de agua en la zona. Este giro es también una respuesta a los discursos de la sociedad civil y agentes estatales quienes responsabilizan a las plantaciones de especies exóticas de la escasez de agua, lo que es un giro importante en torno a su rol frente a la escasez hídrica en la zona.

Tipologías de escasez de agua

El presente trabajo ha evidenciado que el fenómeno de la escasez de agua no afecta de manera homogénea a los diferentes actores en el área de estudio; lo que revela la existencia de orígenes de la escasez de agua que van más allá de un tipo de escasez meramente física, explicitando la existencia de orígenes sociales, lo que demuestra la naturaleza hibrida de la escasez de agua (Swyngedouw, 2009).

Asimismo, hemos identificado en el área de estudio diferentes tipologías de escasez de agua que sostienen nuestro argumento de la hibridez del fenómeno. En primer lugar, evidenciamos la existencia de "pobreza de agua" en el caso de la APR de Cudico, cuya cobertura de acceso al agua potable no es universal para la comunidad, continuando dos familias de Cudico abasteciéndose de agua potable mediante el camión aljibe municipal, dado que estas no tuvieron los recursos económicos para pagar e incorporarse al sistema de APR.

Por otra parte, el hecho de que de las cuatro infraestructuras de APR operativas en el área de estudio, dos sufran de escasez de agua, devela la existencia de una segunda tipología de escasez que corresponde a "problemas institucionales y de gestión" a la hora de abordar temas integrales del agua. Principalmente los hechos identificados, tienen que ver con las decisiones del Estado y la inversión en infraestructuras asociadas; donde la falta de coordinación entre las distintas instituciones estatales de los niveles regional y local y entre cada nivel, causa la pérdida de recursos económicos y la generación de nuevas externalidades negativas que recaen en las APR o los habitantes rurales, algunos de los cuales deben resolver la escasez por sus propios medios, desplazándose para la recolección de agua.

Otros ejemplos que ilustran la "escasez institucional de agua", debido a formas institucionales y administrativas inadecuadas de gestión, son los siguientes: "Pozo profundo del APR de Pilpilca-

Folio001485

huin". Inaugurado en el año 2010, buscaba dar solución a la escasez de agua para consumo humano en esta localidad rodeada de plantaciones forestales. Se invirtieron 300 millones de pesos en su diseño y construcción. Los recursos se perdieron, ya que con 120 metros de profundidad el pozo nunca encontró agua y hoy se levanta como un elefante blanco en la localidad de Pilpilcahuin. Hoy, un nuevo proyecto de APR se ha diseñado y esperan la fase de construcción. Esta nuevo APR captara aguas superficiales desde subcuencas con bosque nativo distantes de la localidad de Pilpilcahuin, lo que ha encarecido y retrasado el inicio de su construcción. "Cortes de planzas (cañerías) del APR de Huillinco". En el 2015 la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas (MOP) inicia las obras del proyecto de mejoramiento de la Ruta T-80, desde Trumao a Las Trancas con una inversión de 3.270.283.412 millones de pesos. Por falta de coordinación e información entre servicios, las obras de la empresa consultora contratada por el MOP han cortado constantemente, y en distintos puntos las planzas (cañerías) de la red de agua potable del APR de Huillinco instaladas por la DGA en el 2009. Esto ha ocasionado escasez de agua a la APR de Huillinco por fugas de agua constantes y grandes inconvenientes en la triplicación de costos por consumo energético de sus bombas de agua. Al 30 de marzo de 2016, ni Vialidad, ni la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), habían brindado una solución definitiva o compensación económica por los daños ocasionados, cuyos costos han debido ser asumidos íntegramente por el APR de Huillinco. Si bien, estos casos revelan también falencias infraestructurales, se requiere de un mayor análisis para corroborar el vínculo con la tipología de escasez de agua infraestructural en la zona.

Otra tipología de escasez de agua identificada corresponde a la "escasez de agua por usos de suelo forestales". Sólo entre los años 2000 y 2014 el Estado ha promovido en el área de estudio la reforestación de 5.032 ha de especies exóticas con subvenciones otorgadas a grandes y pequeños propietarios forestales mediante el D.L.701 de CONAF (CONAF, 2016 b). Las tres empresas forestales de este estudio cuentan con 47.364 ha de plantaciones exóticas, presentando la mayor superficie de ocupación espacial en el área de estudio. Estas "bio-infraestructuras"[5] consumen agua de forma constante abasteciéndose de agua de manera autónoma a través de su desarrollo radicular captando aguas lluvias, aguas superficiales o subterráneas. Sin embargo, las plantaciones forestales de especies exóticas poseen una ventaja sustancial en el acceso al agua, ya que no necesitan infraestructuras hídricas para abastecerse de agua, ni adquirir derechos de aprovechamiento de agua en comparación con las actividades productivas agrícolas o de consumo humano. Por lo tanto, los consumos constantes de agua por parte de las plantaciones forestales, al no ser cuantificados, son invisibilizados del balance hidrológico de las cuencas hidrográficas.

Finalmente, otro ejemplo, constituyen los eventos de contaminación eventuales en el río Bueno provocados, por la empresa sanitaria ESSAL SA y fundos lecheros, entre otros (Mesa del Agua, 2016), lo que impide a los APR de Trumao y Huillinco captar agua de manera constante, ocasionando la construcción de una cuarta tipología de "escasez de calidad antrópica". Por lo tanto, develamos que en la zona de estudio no sólo se presenta una escasez física, sino diferentes orígenes sociales que se derivan de la tipología de "escasez política" que se centra en aspectos de influencia sociopolítica y normativa como causantes de la escasez hídrica.

[5] Las ***bio-infraestructuras***, corresponden a aquellas infraestructuras que diseñadas, construidas y organizadas espacialmente por la razón y actividad humana, se componen principalmente por un conjunto de elementos orgánicos (y en ocasiones inorgánicos); tales como vegetales o árboles, pudiendo corresponder a cultivos agrícolas, plantaciones forestales, áreas verdes, entre otros.

Folio001486

Conclusiones

El presente estudio demuestra el complejo escenario de escasez hídrica en las zonas rurales de Chile, reflejando las complejas dinámicas entre los actores locales, y su desarticulación con los representantes estatales a nivel regional y nacional. Este contexto se refleja en las inadecuadas soluciones que se ofrecen al territorio analizado; la naturalización de las causas de la escasez hídrica a nivel central tiene como resultado la implementación de soluciones infraestructurales y técnicas que no logran superar la escasez experimentada por los habitantes. La distribución de agua con camiones aljibe a localidades dispersas que no cumplen los requisitos para formar APRs, por un lado, es una medida de emergencia – insostenible a largo plazo, siendo costosa para las autoridades locales, ymediano y largo plazo para satisfacer la demanda de agua potable poco aceptada por la gente. Por otro lado, medidas de mediano y largo plazo, tales como la profundización de pozos y la creación de nuevas APRs, tampoco han mejorado la situación, develando probablemente el impacto de la expansión forestal en la disponibilidad de agua e indicando a una escasez hídrica por usos de suelos.

Sin embargo, la invisibilización del consumo de agua de las plantaciones forestales le permite al Estado priorizar su desarrollo económico. Estas bio-infraestructuras no forman parte del sistema de asignación de derechos de aprovechamiento de aguas, quedando no sólo sus consumos fuera de los balances hídricos de las cuencas hidrográficas, sino permitiéndoles también hacer uso del recurso sin costo asociado. En este sentido, la no cuantificación -con precisión generalizable- de los consumos hídricos forestales, constituye el mecanismo que construye la invisibilización de los consumos de agua de las plantaciones forestales y las desvincula a priori de potenciales responsabilidades en torno al incremento de la escasez de agua.

Por lo tanto, la naturalización de la escasez de agua favorece tanto al sector forestal como a la agricultura, minimizando los incentivos para reducir la demanda hídrica. Las herramientas normativas del Estado a nivel central frente al reconocimiento de la existencia de escasez hídrica sustentan este argumento. La declaración de emergencia agrícola se basa en la disminución de precipitaciones y de agua en el suelo, y permite agilizar medidas y recursos para proteger las actividades agrícolas. Por lo tanto, esta gestión se centra en dar respuestas técnicas a la escasez física y prioriza el uso del agua para fines agrícolas.

Concluyendo, la naturalización discursiva del fenómeno de la escasez de agua ha permitido al Estado evitar hacerse cargo de sus causas antrópicas, de orígenes políticos y económicos, permitiendo al mismo tiempo mantener la hegemonía política, social y cultural en el país, a través del control de sus recursos hídricos. La propuesta de soluciones orientadas al aumento de la oferta, no modifica las dinámicas inequitativas acerca del acceso del agua, como procesos envueltos en la gestión y demanda del recurso en el territorio chileno. Además, la naturalización de la escasez impide involucrar todos los actores en el territorio en la búsqueda/elaboración de soluciones integrales y holísticas para así hacer frente al problema. Este paso requiere de la voluntad política por parte del Estado de hacer a la población afectada por la escasez a nivel local, partícipe de la planificación de las medidas, así como de las inversiones asociadas. Al mismo tiempo una gestión más integral del agua requiere la visibilización e integración de los consumos de agua de las bio-infraestructuras y priorizar el agua para el consumo humano. Asimismo, es necesario crear elementos político-normativos que reconozcan la hibridez de la escasez de agua y, por ende, se

Folio001487

hagan cargo de sus orígenes sociales. Esto abre, además, la posibilidad de avanzar en la gestión integral, que vincula el agua con la sociedad y el territorio, y modifica las prioridades del uso del agua, resguardando su calidad y cantidad de externalidades negativas derivadas de las actividades antrópicas, tales como las actividades forestales, agrícolas, mineras, entre otras. De no ser así y si persiste la naturalización de la escasez de agua, sin reconocer sus causas sociales y políticas, además de las naturales o físicas, el problema de la escasez de agua en el país no tendrá solución y se verá agravada.

Agradecimientos

Se agradece a las personas e instituciones que colaboraron en brindar información, recursos y entrevistas durante los años 2011, 2012 y 2016. Así también, se reconocen y agradecen los apoyos financieros del Proyecto Anillo, SOC1404: Dinámicas naturales, espaciales y socio-culturales: perspectivas sobre los conflictos socio-ambientales en territorios forestales de Chile, 1975-2014. Director de Proyecto. 2015-2017, de la Universidad de Chile; al Heidelberg Center para América Latina – Centro de Excelencia en Investigación y Docencia de la Universidad de Heidelberg y al Deutscher Akademischer Austauschdienst (DAAD) de la República Federal de Alemania. Universidades donde la autora principal desarrolló su M. Sc. "Governance of Risk and Resources".

Referencias bibliográficas

ASHTON, P., Y NEAL, M. *An Overview of Key Strategic Issues in the Okavango Basin*. En A. A. Turton et al, *Transbundary Rivers, Sovereignty and Development: Hydropolitical Drivers in the Okavango River Basin* (págs. 31-63). Ginebra: Green Cross International, 2003.

BACHELET, M. *Discurso de S.E. La Presidenta de la República, Michelle Bachelet, al anunciar plan nacional en la perspectiva de asegurar el agua para Chile, 2015.* Disponible en internet: https://www.google.cl/#q=DISCURSO+DE+S.E.+LA+PRESIDENTA+DE+LA+REP%C3%9ABLICA%2C+MICHELLE+BACHELET%2C+AL+ANUNCIAR+PLAN+NACIONAL+EN+LA+PERSPECTIVA+DE+ASEGURAR+EL+AGUA+PARA+CHILE

BARTON, J. *Climate Change Adaptive Capacity in Santiago de Chile: Creating a Governance Regime for Sustainability Planning*. In: International Journal of Urban and Regional Research 37 (6): 1916-1933, 2013.

BAUER, C. *Results of Chilean water markets: Empirical research since 1990*. Water Resources Research, 40 (9), 2004.

BAUER, C.J. *Water conflicts and entrenched governance problems in Chile's market model*. Water Alternatives, 8(2): 147-172, 2015.

BUCHS, A. *Water crisis and water scarcity as social constructions. The case of water use in Almería (Andalusia, Spain)*. Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens, N° 95, 207-211, 2010.

Folio001488

BUDDS, J. *Contested H2O: Science, policy and politics in water resources management in Chile*. Geoforum 40, 418-430, 2009.

BUDDS, J. *La demanda, evaluación y asignación del agua en el contexto de escasez: un análisis del ciclo hidrosocial del valle del río La Ligua, Chile*. Revista de Geografía Norte Grande, N° 52, 167-184, 2012.

BUDDS, J. *Water, power, and the production of neoliberalism in Chile, 1973–2005*. Environment and Planning D: Society and Space, 31: 301 – 318, 2013.

CENSO NACIONAL DE POBLACIÓN Y VIVIENDA. Chile, 2002.

CÓDIGO DE AGUAS. *Fija Texto del Código de Aguas*. Ministerio de Justicia, Chile. Versión 4 de septiembre, 2014.

CONAF. Estadísticas Forestales. *Plantaciones Forestales: Superficie Regional Forestada y Reforestada*. Región de Los Ríos: Superficie forestada y reforestada por provincia, comuna y año (ha). 2007-2014. 2016. Disponible en internet: http://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/estadisticas-forestales/

CONAF. *Información de bonificaciones al fomento Forestal de la comuna de La Unión entre los años 2000 y 2014*. Mediante Ley de Transparencia N°20.285, entrega 25 de noviembre, 2016 b.

COOLEY ET AL., *Global Water Governance in the Twenty-First Century*. En P. (Gleick, The World's Water Volume 8; the biennial report on freshwater resources.

Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2). (2015). *Informe a la Nación. La megasequía 2010-2015: Una lección para el futuro*. p.28, 2014.

CENTRO DE CIENCIA DEL CLIMA Y LA RESILIENCIA (CR)2. Informe a la Nación. La mega sequía 2010-2015: Una lección para el futuro. Universidad de Chile. Universidad Austral. Universidad de Concepción, 2015.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA). *Decreto Numero 1674 sobre criterios para calificar épocas extraordinarias de sequía, 2012*.

DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS (DGA). *Atlas del Agua Chile 2016*. Capitulo II, Nuestra Agua. p.24-87, 2016.

DIRECCIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS (DOH). *Listado oficial de sistemas de agua potable rural de la comuna de La Unión, Región de Los Ríos, Chile*. Mediante Ley de Transparencia 20.285, 2016.

DONOSO, G. *Análisis del funcionamiento del mercado de los derechos de aprovechamiento de agua e identificación de sus problemas*. Rev. Derecho Admin. Econ., 1(2): 295– 314.

ESPARZA, M. *La sequía y la escasez de agua en México. Situación actual y perspectivas futuras Secuencia*. Revista de historia y ciencias sociales, N°89. 193-219, 2014.

Folio001489

ESQUIVEL, E. *Lluvia y sequía en el norte de México. Un análisis de la precipitación histórica en Chihuahua*. Gaceta Ecológica, N°65. 24-42, 2002.

FAO/MINISTERIO DE AGRICULTURA. *Inventario de Instrumentos de fomento y medidas de emergencia para la gestión del riesgo agroclimático*, 2011. Disponible en internet: http://www.fao.org/3/a-as430s.pdf

FEITELSON, E., Y CHENOWETH, J. *Water Poverty: towards a meaningful indicator*. Water Policy, Vol. 4, N° 3, p. 263-281, 2002.

FRENE, C. Y NÚÑEZ, M. *Hacia un nuevo Modelo Forestal en Chile*. Revista Bosque Nativo 47: 25 – 35, 2010.

GONZÁLEZ, A. Y MUÑOZ, A. *Cambios en la precipitación de la ciudad de Valdivia (Chile) durante los últimos 150 años*. BOSQUE 34(2): 191-200, 2013.

HARVEY, D. *Espacios del capital. Hacia una geografía crítica*. Madrid: Urbanismo y desigualdad social. Siglo XXI (2007a), 1985.

HUBER, A.; IROUME, A. Y BATHURST, J. *Effect of Pinus radiata plantation on water balance in Chile*. Hydrological Processes, N°22, 142–148, 2008.

IROUMÉ A.; PALACIOS H.; BATHURST J. AND HUBER A. Escorrentías y caudales máximos luego de la cosecha a tala rasa y del establecimiento de una nueva plantación en una cuenca experimental del sur de Chile. Revista BOSQUE 31(2): 117-128, 2010.

INFOR. *El sector forestal chileno 2015*. Disponible en internet: http://wef.infor.cl/sector_forestal/sectorforestal.php#/2

INSTITUTO NACIONAL DE DERECHOS HUMANOS (INDH). *Informe sobre el proyecto de ley que extiende la bonificación establecida en el decreto ley N° 701, de 1974, sobre fomento forestal, cuyo texto fue reemplazado por el artículo primero del decreto ley N° 2565, de 1979*. Boletín N° 10064-01, 2015.

KAIKA, M. *Constructing scarcity and sensationalising water politics: 170 days that shook Athens*. Antipode, Vol. 35, N°5, pp. 919-54, 2003.

LARA A.; LITTLE C.; URRUTIA R.; MCPHEE J.; ALVAREZ C.; OYARZUN C.; SOTO D.; DONOSO P.; NAHUELHUAL L.; PINO M. AND ARISMENDI I. Assessment of ecosystem services as an opportunity for the conservation and management of native forests in Chile. Forest Ecology and Management 258 (2009) 415–424.

LARSON, A. Y SOTO, F. Decentralizatión of Natural Resource Governance Regimes. Annual Review of Environment and Resources 33: 213-239, 2008.

LINTON, J. Y BUDDS, J. *The hydrosocial cycle: Defining and mobilizing a relational-dialectical approach to water*. Journal Geoforum, N° 57. 170–180, 2014.

Folio001490

LITTLE C.; LARA, A. Y URRUTIA, R. *Revealing the impact of forest exotic plantations on water yield in large scale watersheds in South-Central Chile*. Journal of Hydrology, N° 374, 162–170, 2009.

MÁÑEZ ET AL. *Water resources in coastal areas – scarcity and management implications*. En J. A. Wiedling, *Recent Impluses to Marine Science and Engineering. Between space and sea floor* (págs. 15-17). YOUMARES 3 a joint convention of the German Society for Marine Research and Fraunhofer EMB, 2012.

MARCOS, O. *Sequía: definiciones, tipologías y métodos de cuantificación*. Investigaciones Geográficas, N°26. 59-80, 2001.

MASCAREÑO, A. *Social coordination through public policies: the Chilean case*. In: Cepal Review 101: 107-122, 2010.

MEHTA, L. *The Manufacture of Popular Perceptions of Scarcity: Dams and Water-Related Narratives in Gujarat, India*. World Development, Vol. 29, N°12. 2025-2041, 2001.

MEHTA, L. *Whose scarcity? Whose property? The case of water in western India*. Land Use Policy, N°24. 654–663, 2007.

NÚÑEZ, J., RIVERA, D., OYARZÚN, R., ARUMÍ, J. L. *Chile a secas: vulnerabilidad chilena frente a la sequía y déficit hídrico extremo desde la interfaz ciencia-política*. Instituto de Políticas Públicas, Universidad Diego Portales. Facultad de Economía y Empresa, 2013.

OPPLIGER, A. *Diagnóstico exploratorio de la problemática de escasez de agua de las localidades rurales afectadas ubicadas al oeste de la ciudad de La Unión, comuna homónima*. Documento Técnico, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Chile, 2011.

OPPLIGER, A. *Bases para un proceso de gestión integrada en las microcuencas hidrográficas de Mashue, con énfasis en la producción de agua potable rural, comuna de La Unión, Región de Los Ríos*. Tesis de Pregrado. Universidad de Chile, 2012.

OPPLIGER, A. Tipologías de escasez de agua: develando orígenes mediante el ciclo hidrosocial. Tesis de Master of Sciences. Universität Heidelberg, 2016.

PALOMINO-SCHALSCHA, M., LEAMAN-CONSTANZO, C., & BOND, S. *Contested water, contested development: unpacking the hydro-social cycle of the Ñuble River, Chile*. In: Third World Quarterly, 37 (5), 883–901, 2016.

PARDO, N. *Análisis crítico del discurso: conceptualización y desarrollo*. Cuadernos de Lingüística Hispánica N° 19, 41-62, 2012.

PLADECO (2011). *Actualización Plan de Desarrollo Comunal 2011-2014*.

PNUD *Beyond scarcity: Power, poverty and the global water crisis*. New York. USA, 2006.

Folio001491

PRIETO, M. *La ecología (A)política del modelo de aguas chileno*. En B. Bustos, & M. y. Prieto, *Ecología política en Chile: Naturaleza, propiedad, conocimiento y poder,* 2015.

MESA DEL AGUA, M. *Primera Acta de Reunión del Subcomité de Asuntos Hídricos*. Provincia del Ranco, Región de Los Ríos, Chile. 28 de marzo y 23 de mayo, 2016.

RIJSBERMAN, F. *Water scarcity: fact or fiction?*. Agricultural Water Management, N°80. 5–22, 2006.

SWYNGEDOUW, E.; KAÏKA, M. Y CASTRO, E. *Urban Water: A Political-Ecology Perspective*. Built Environment (1978-), Vol. 28, No. 2, Water Management in Urban Areas (2002), pp. 124-137, 2002.

SWYNGEDOUW, E. Y HEYNEN, N. *Urban political ecology, justice and political of scale*. Editorial Board of Antipode. Published by Blackwell Publishing, 9600 Garsington Road, Oxford OX4 2DQ, UK and 350 Main Street, Malden, MA 02148, USA. pp.898-918, 2003.

SWYNGEDOUW, E. *The Political Economy and Political Ecology of the Hydro-Social Cycle*. Journal of Contemporary Water Research & Education Issue 142, 56-60, 2009.

SWYNGEDOUW E. *UN Water Report 2012: Depoliticizing Water*. Development and Change 44(3): 823–835, 2013.

SWYNGEDOUW E., *"Not A Drop of Water...": State, Modernity and the Production of Nature in Spain, 1898–2010*. The White Horse Press. Environment and History 20. 67–92., 2014.

SZIGETI, C. *Reformas constitucionales en materia de aguas y reformas al Código de Aguas*. Documento de Trabajo. Santiago: Chile Sustentable, 2013.

TORRES-SALINAS ET AL., *Forestry development, water scarcity, and the Mapuche protest for environmental justice in Chile*. Ambiente y Sociedad XIX (1): 121-144, 2016.

WOLFE, S., Y BROOKS, D. *Water scarcity: An alternative view and its implications for policy and capacity building*. Natural Resources Forum, N°27. 99–107, 2003.

Folio001493

QUATERNARY RESEARCH 17, 71–92 (1982)

Palynology of Cushion Bogs of the Cordillera Pelada, Province of Valdivia, Chile

CALVIN J. HEUSSER

Department of Biology, New York University, New York, New York 10003

Received January 3, 1979

Fossil pollen identified in the earliest sediments of three cushion bogs in the Cordillera Pelada (40°10′S, 73°30′W) dated 10,425 ^{14}C yr B.P. includes the subantarctic species *Dacrydium fonckii*, *Tetroncium magellanicum*, *Astelia pumila*, *Gaimardia australis*, *Donatia fascicularis*, and *Drosera uniflora*. All grow today in the Cordillera Pelada and range poleward to the southernmost Province of Magallanes; one species, *Drapetes muscosa*, included with the pollen of these plants in the earliest record, is no longer a constituent of the flora but is limited only to subantarctic Chile. Available evidence indicates that plants survived the last glaciation north of the glacial border with the course of postglacial migration southward following the wastage of the glacier complex. Holocene climatic and vegetational changes in the Cordillera Pelada are interpreted in the context of regional reconstructions which show maximum warmth about 9000 yr ago with a pronounced dry period lasting from 9000 to 6500 yr B.P. Maximum precipitation was later reached around 4000 yr ago but has decreased overall since then. The regional decline of the endemic gymnosperm *Fitzroya cupressoides*, which today is extensively destroyed in the Cordillera Pelada, follows this decrease in precipitation. These climatic data suggest a net southward shift in the zone of westerly winds that bring rainfall to the region over the past 4000 yr.

INTRODUCTION

Quaternary phytogeographers, concerned with the topics of plant survival during times of glaciation, locations of refugia and centers for postglacial dispersal, vectors of dispersion, and routes and rates of migrations onto deglaciated ground, rely heavily on the fossil record to formulate hypotheses to account for the floristics of present-day vegetation. Much of the essential evidence used to trace the Quaternary history of plant species is contained in peat bogs and related lacustrine deposits both outside and within the limits of glaciation. The palynology of biogenic deposits formed in proximity to glacier margins at different times during the Quaternary in southern Chile has served to expound the phytogeography of this region (Auer, 1958; Heusser, 1966, 1974; Heusser and Flint, 1977; Villagrán, 1980).

The Cordillera de la Costa, unglaciated north of central Isla Chiloé (approximately 42°30′S), has been looked upon for some time as a plant refuge during ice ages when much of southern Chile was buried by Andean glaciers (see literature review in Heusser, 1972a). The number of disjunctive subantarctic species in the sector referred to as the Cordillera Pelada is unusually large and invites inquiry to explain their occurrence. Until the observations presented in this paper were made, Quaternary fossil deposits in the Cordillera Pelada had not been examined. This study, centered around the pollen and spores in peat and associated sediments of the cushion bogs, was undertaken chiefly to assemble evidence to bear on the problem of an ice-age refugium. In addition, vegetational and environmental changes suggested by the data were interpreted in the context of previous regional reconstructions.

Cordillera Pelada

The Cordillera Pelada (40°10′S, 73°30′W) is the name first applied by Philippi (1865) to that portion of the Cordillera de la Costa in the southwestern part of the Province of Valdivia (Fig. 1). The appelation *pelada*,

0033-5894/82/010071-22$02.00/0
Copyright © 1982 by the University of Washington.
All rights of reproduction in any form reserved.

Folio001494

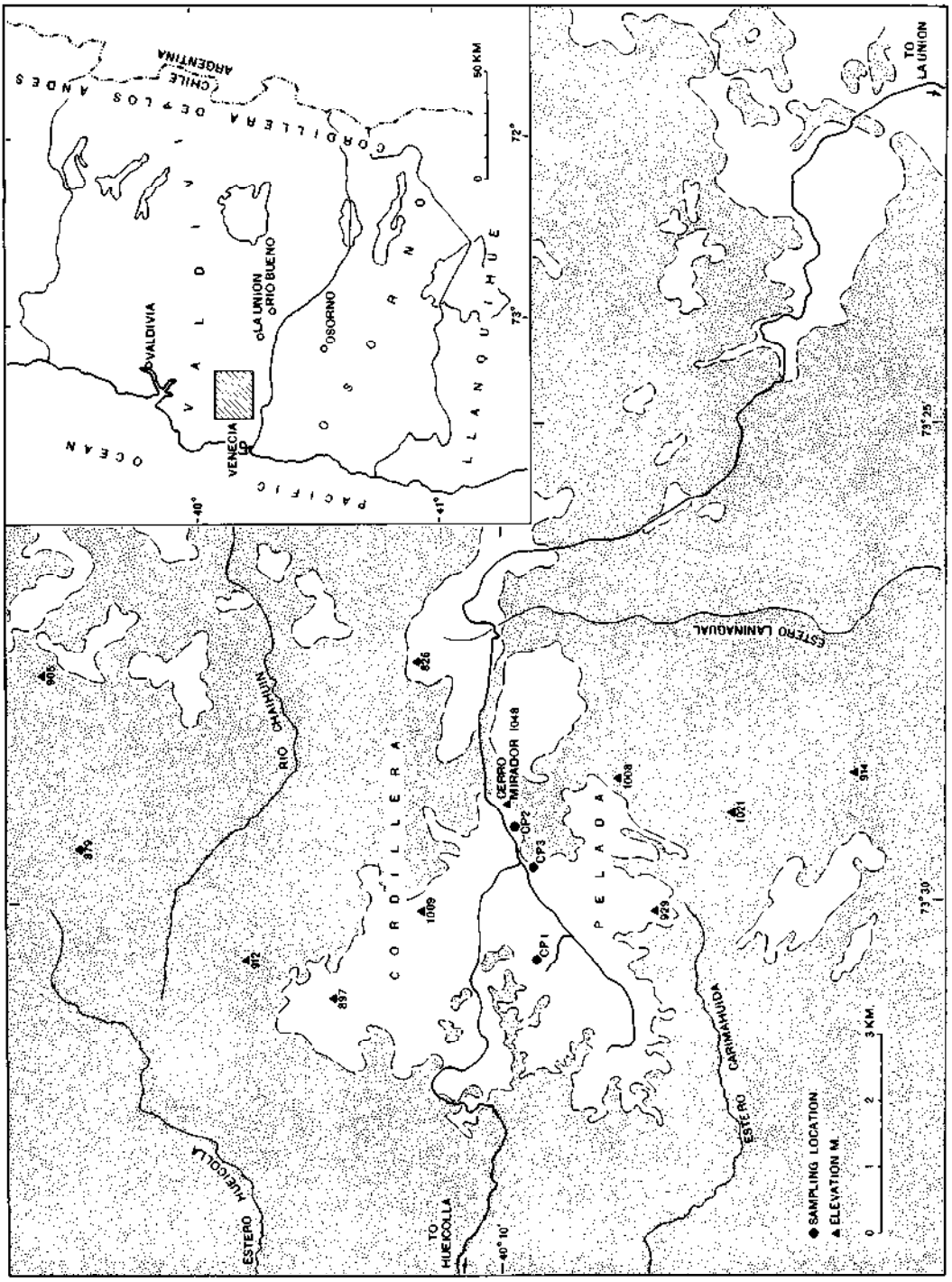


FIG. 1. Location of the Cordillera Pelada in the southwestern part of the Province of Valdivia. Unstippled areas in the cordillera represent destroyed forest or barren ground. Based on the Instituto Geográfico Militar quadrangles: Cumleufú (1972) and Río Colún (1972) drawn to a scale of 1:50,000.

Folio001495

FIG. 2. Cordillera Pelada northeastward from Cerro Mirador.

meaning bare or denuded, derives from the extensive tracts of dead, standing trees and open ground that characterize this tableland (Figs. 2 and 3). Elevations, mostly between 900 and 1000 m, rise highest on Cerro Mirador (1048 m)—the "Altos del Mirador"—which represents an ancient erosion surface of Precambrian or early Paleozoic age (Zeil, 1964). Some 30 km^2 in extent, the Cordillera Pelada is drained on the west by the Estero Hueicolla and Estero Carimahuida, to the south by the Estero Lañinagual, and to the east by the Río Chaihuín. The metamorphic bedrock, resembling mica schist, has been fractured and intensely weathered in most places to a course, sandy rubble, giving rise to soils that are readily drained and generally no more than 1–2 dm in thickness. According to Ramírez and Riveros (1975), soils are acidic and impoverished in nutrients.

Climate of the Cordillera Pelada is maritime, strongly influenced by the cool offshore waters of the Humboldt Current and by the cyclonic storms that move landward from off the Pacific Ocean. Storm frequency in the region is highest in winter when 40% of the precipitation occurs; it is least in summer when only 11% is received (Almeyda and Sáez, 1958). The seasonal pattern results from increased air-mass circulation in winter when unstable, polar Pacific air in the zone of westerly winds comes in contact with air from the subtropical Pacific (Lamb, 1959). Table 1 shows the more pronounced winter-wet character of the climate at lower compared to higher latitudes in Chile resulting from the equatorward movement of the zone in winter.

Annual precipitation because of orographic influence is estimated to exceed 4000 mm in the cordillera; at Venecia, located near sea level to the west (Fig. 1, Table 1), it averages 3500 mm. Measurements made by Weinberger (1973), during three summer months of 1971–1972 at seven stations across the cordillera, indicated that precipitation is heaviest on the windward, western slope and on Cerro Mirador, 904

Folio001496

FIG. 3. Former forest of *Fitzroya cupressoides* in the vicinity of CP 1.

and 756 mm, respectively, and that it progressively decreases through the rain shadow eastward to a minimum of 137 mm. Besides receiving heavy precipitation in winter, the cordillera is frequently enveloped by fog and mist. Almeyda and Sáez (1958) estimate January (summer) temperature to average 16°C and July (winter) temperature 8°C. Subfreezing temperatures between May and October are consistent with times of snowfall, resulting in the creation of a snowpack of some 40 cm (Ramírez and Riveros, 1975).

The forests of the Cordillera Pelada are the *alerzales*, dominated by *Fitzroya cupressoides*. Their area of occupancy, now much reduced, extends between altitudes of 700 and 1000 m. Fire, cutting, and the unexplained death of large numbers of *Fitzroya* over large sectors sometime in the past have destroyed much of the forest and created widespread desolation (Figs. 2 and 3). Thousands of dead trees have remained standing, their trunks white and skeletal, smoothed and polished by the abrasive effect of sand and ice particles carried in gale-force winds during frequent storm passages. Many trees have lost portions of their crowns, their dead secondary branches still attached, and continue to thrive. Flag-formed trees are common. Fire has been the cause of part of the destruction, but where it is not evident, alternative causes are required to explain the legions of dead trees.

On visiting the Cordillera Pelada over a century ago, Philippi (1865), recording his observations, was struck by the scene but found the cause of devastation to be obscure. Translation of the pertinent passage from his account follows, thus:

> All the tableland, as far as one can see, is full of decaying alerces [*Fitzroya cupressoides*] from long ago, their white trunks, widely spaced one

Folio001497

TABLE I. CLIMATOLOGICAL DATA FROM SELECTED STATIONS IN SOUTHERN CHILE[a]

Station	Location	Average temperature (°C)		Precipitation (%)				
		Jan.	July	Winter	Spring	Summer	Autumn	Total (mm)
Chillán	36°36'S, 72°06'W	21.9	9.1	50	16	6	27	1033
Venecia[b]	40°15'S, 73°42'W	15.0	9.0	40	21	11	27	3500
Maullín	41°37'S, 73°35'W	13.6	6.6	37	19	14	29	1946
Melinka	43°54'S, 73°46'W	13.3	7.6	37	22	16	25	4277
Aisén	45°24'S, 72°42'W	14.0	4.6	30	21	20	29	2868
Guarello[b]	50°21'S, 75°21'W	10.8	3.8	25	22	26	27	7500
San Miguel[b]	53°42'S, 71°55'W	9.2	2.9	22	19	27	24	1570

[a] Data from Almeyda and Sáez (1958).
[b] Temperature estimated from synoptic maps showing isotherms.

> from another and none large around, giving a very dismal aspect to this faded and desolate landscape; the sprouts of all dimensions that are developing among the millions of skeletons fail to detract from the gloomy effect produced by so many dead trunks and by the sparse and impoverished vegetation that dominates in all the vast expanse. But what is the cause that produced the millions of dead trees, all of them still young? Why is not a single tree large? Was there an extensive forest fire in the remote past, the occurrence of which the people have forgotten? Or does the sterility of the ground not enable the trees to reach greater age and larger dimensions? (Philippi, 1865, pp. 295–296).

In the *alerzales* remaining today, the crowns of *Fitzroya* are at heights of 20–40 m, below which the leading associates, *Nothofagus betuloides* and *Drimys winteri* var. *chilensis*, form an understory reaching no more than 25 m (Ramírez and Riveros, 1975). Less important in the understory are the trees *Podocarpus nubigenus*, *Pilgerodendron uvifera*, *Embothrium coccineum*, and *Nothofagus antarctica*. Stands are relatively open, and the distribution of species appears to be rather uniform. The shrub cover, as much as 2 m above the ground, consists principally of the bamboo, *Chusquea nigricans*, along with *Desfontainea spinosa*, *Philesia magellanica*, *Berberis serrato-dentata*, *Ugni candollei*, and *Pernettya minima*. Of the herbs, *Oreobolus obtusangulus* is consistently present.

The communities adjacent to the *alerzales*, succeeding in the path of destruction of the former stands of *Fitzroya*, are shrubby, for the most part, consisting conspicuously of *Baccharis magellanica*, *Pernettya minima*, and *Chusquea nigricans*; the herb cover uniformly contains *Oreobolus obtusangulus* (Ramírez and Riveros, 1975). Small trees, represented by *Embothrium coccineum*, *Drimys winteri* var. *chilensis*, *Weinmannia trichosperma*, and *Lomatia ferruginea*, not exceeding 3 m in height, are sparsely distributed. Destruction of the forest has caused widespread erosion because the roots of the dead trees are no longer capable of holding the soil. Consequently, open ground forms a significant portion of these successional communities.

Cushion bogs are a remarkable feature of the vegetation of the Cordillera Pelada (Figs. 4–6). They consist of plants exhibiting a cushion growth form which is characteristic of much wet moorland in the subantarctic region of the Southern Hemisphere, namely in Tasmania, on South Island of New Zealand, and in southern Chile (Godley, 1978). The bogs occupy southerly exposures, sloping at angles of mostly 2–3°, but they also appear somewhat domed. Thus, they may be classified as soligenous, showing a tendency toward ombrogeny. Their area is mostly small, covering 0.25–0.35 ha and ranging to 1.3 ha. Surface pH lies between 4.6 and 5.1 (Ramírez, 1968), and depth does not exceed 140 cm.

The principal species making up the

Folio001498

FIG. 4. Cushion bog at CP 1. Partially destroyed *Fitzroya cupressoides* is in the background; dark cover low to the ground on the left-hand slope is predominantly *Dacrydium fonckii*.

cushion bogs is *Donatia fascicularis*. Consisting of densely branched, erect stems, the plant forms broad, compact cushions that are consolidated into a semi-rigid, carpet-like surface. Several additional species are usually found with *Donatia* including *Drosera uniflora*, *Gaimardia australis*, *Gentiana lactea*, *Tapeinia pumila*, *Oreobolus obtusangulus*, and *Myrteola barneoudii*. *Astelia pumila* grows sparsely on the bog proper, whereas along the wetter margins, it forms dense mats that often contain *Marsippospermum philippii* and *Chusquea nigricans*. Some deterioration of the bogs is evident and accounts for the presence of the latter two species that have invaded from the surroundings. The shrubby *Dacrydium fonckii* was noted on only two of the bogs in the cordillera which suggests that the presence of this species in the flora is limited.

FIELD AND LABORATORY METHODS

The Cordillera Pelada is reached by jeep road that begins about 20 km west of La Unión (Fig. 1). After climbing to Cerro Mirador, where nearby a refugio is accessible for shelter, the road descends toward Hueicolla on the coast. Observations and collections were made in the cordillera during late January 1974. Samples in stratigraphic sections were collected from three representative cushion bogs by means of a Hiller borer. Sampling was done at 5-cm intervals in the deepest parts of the bogs and included several levels for radiocarbon age determination. The profusion of living roots largely of *Donatia fascicularis* which penetrate the deposits make upper levels of the sections unsuitable for dating.

Laboratory processing to concentrate the pollen and spores from each of the samples began with deflocculation by boiling in aqueous 5% KOH solution, followed by sieving of the resulting suspension through nylon screens of 150 and 7 μm, HF treatment of the fraction caught on the finer screen where samples contained much silica, and, finally, acetolysis (see Faegri

Folio001499

and Iversen, 1975 for techniques). Identifications were made using a modern reference collection and description, keys, and illustrations of the pollen and spore taxa (Heusser, 1971). Relative pollen frequencies were calculated in most cases from counts of at least 500 grains/sample; spore frequencies are based on sums of total pollen plus spores. Pollen influx was not taken into account because of the limited chronological control brought on by modern root contamination of the sediments in the upper parts of the shallow deposits. Plant nomenclature follows Muñoz P. (1966) and Ramírez and Riveros (1975); Table 2 contains data on the Chilean plants discussed in the paper.

SECTION LOCATIONS, STRATIGRAPHY, AND AGES

Locations of the three bogs of this study are shown in Fig. 1. CP 1, at approximately 975 m in elevation, is near the end of a spur road, 1.5 km west of the junction with the main Hueicolla—La Unión road. It lies some 250 m north of a small sawmill located at the end of the spur and is the northernmost of two nearby bogs. Covering roughly 1.3 ha, the bog spreads over much of the lower slopes and bottom of a shallow basin that in places has become eroded to bedrock by intermittent, dendritic, surface drainage (Fig. 4). Beyond the extent of the bog, surrounding slopes are occupied by dead standing trees and by patchy remnants of *Fitzroya* forest.

The surface of the bog consists largely of *Donatia* with varying numbers of characteristic bog species, *Gaimardia australis*, *Drosera uniflora*, and *Astelia pumila*. Some *Nothofagus antarctica*, mostly less than 1 m tall, and small patches of *Chusquea nigricans* and *Marsippospermum philippii* are scattered over parts of the surface. On this bog and also the one nearer the sawmill, *Dacrydium fonckii* is well established. The species, growing low to the ground (1–3 dm), is flourishing at both sites, bearing staminate and pistillate strobili as well as fruit and covering several hundred square meters.

Over much of the bog, especially on the

FIG. 5. Cushion bog at CP 2 formed largely by *Donatia fascicularis*.

Folio001500

FIG. 6. Cushion bog at CP 3 showing the blanket of *Donatia fascicularis* invaded by *Marsippospermum philippii* among other species.

sloping portion, the thickness of peat amounts only to a few decimeters. Where the peat is thicker locally in the basin, a section 140 cm in length was sampled to bedrock. A radiocarbon age of the basal 5 cm of the section is 10,425 ± 350 yr B.P. (GX-3804). Two additional ages at depths of 125 and 105 cm are, respectively, 7855 ± 200 yr B.P. (GX-3803) and 6990 ± 130 yr B.P. (GX-3802). Stratigraphy of the section is as follows: 0-45 cm *Donatia* peat, dark yellowish brown (10YR 4/4), becoming black (10YR 2/1) and increasingly decomposed at depth; 45–70 cm fine, very dark grayish brown (10YR 3/2), detritus peat; 70–140 cm fine, dark brown (10YR 3/3) to very dark grayish brown (10YR 3/2), micaceous, detritus peat, increasingly sandy in the basal 15 cm; and 140 cm mica schist.

CP 2, estimated to cover 0.35 ha, is some 400 m west of Cerro Mirador at an elevation of 1025 m. Its surface, somewhat raised and sloping at a low angle to the southeast (Fig. 5), is carpet-like, formed principally of *Donatia* in which *Oreobolus obtusangulus*, *Gaimardia australis*, *Drosera uniflora*, *Gentiana lactea*, and *Tapeinia pumila* are interspersed. *Astelia pumila*, *Chusquea nigricans*, and *Marsippospermum philippii* grow toward the periphery of the bog. Surrounding forest is relatively open, containing varying numbers of dead, standing trunks, and consists of *Fitzroya*, for the most part, along with *Pilgerodendron uvifera*, *Podocarpus nubigenus*, *Nothofagus betuloides*, and *Drimys winteri* var. *chilensis*. Thickness of peat at CP 2 is 120 cm. A radiocarbon age of the deepest peat is 3875 ± 160 yr B.P. (GX-3801); another age at 65 cm depth is 3260 ± 160 yr B.P. (RL-1188). Section stratigraphy shows the following: 0–70 cm *Donatia* peat, dark yellowish brown (10YR 4/4), relatively undecomposed, becoming black (10YR 2/1) and increasingly degraded at depth; 70–120 cm fine, black (10YR 2/1), detritus peat; and 120 cm mica schist.

Folio001501

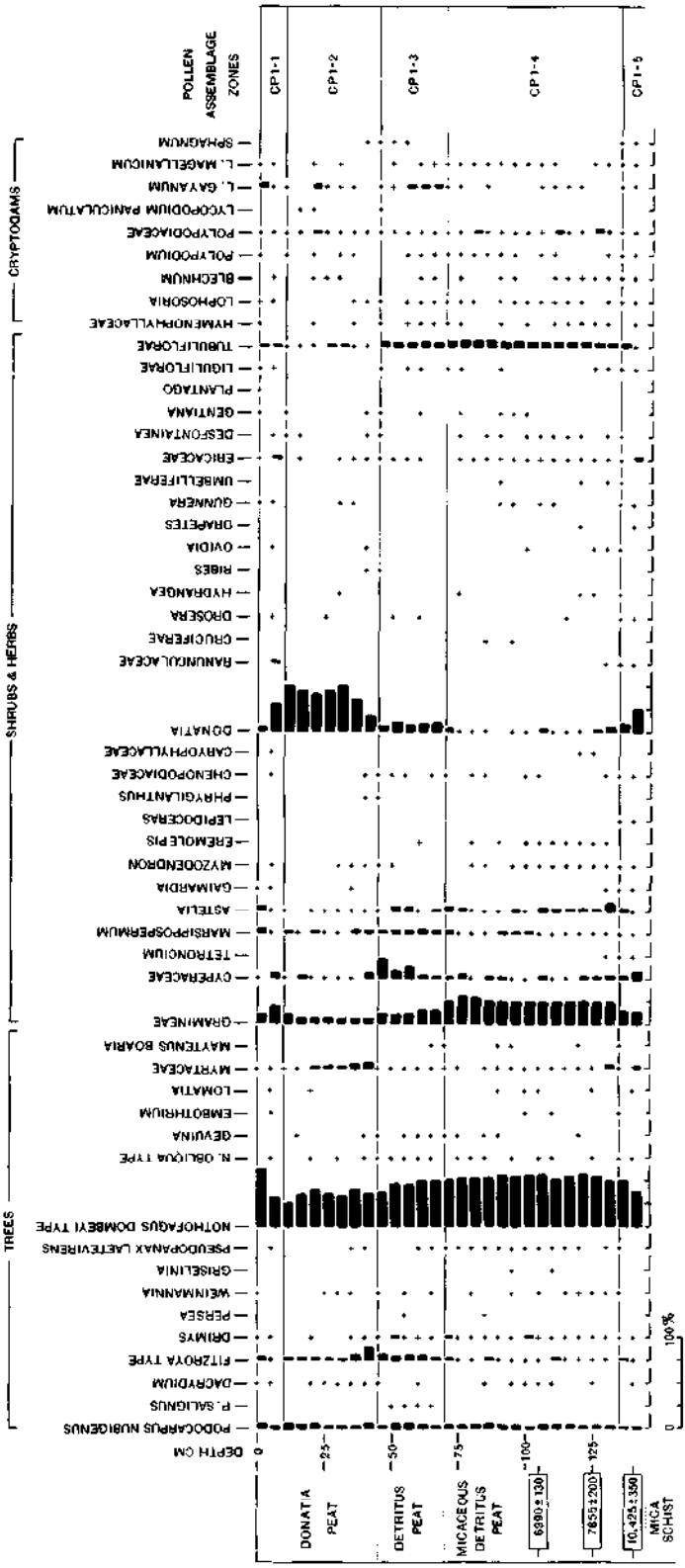


FIG. 7. Pollen diagram of the bog section at CP 1.

Folio001502

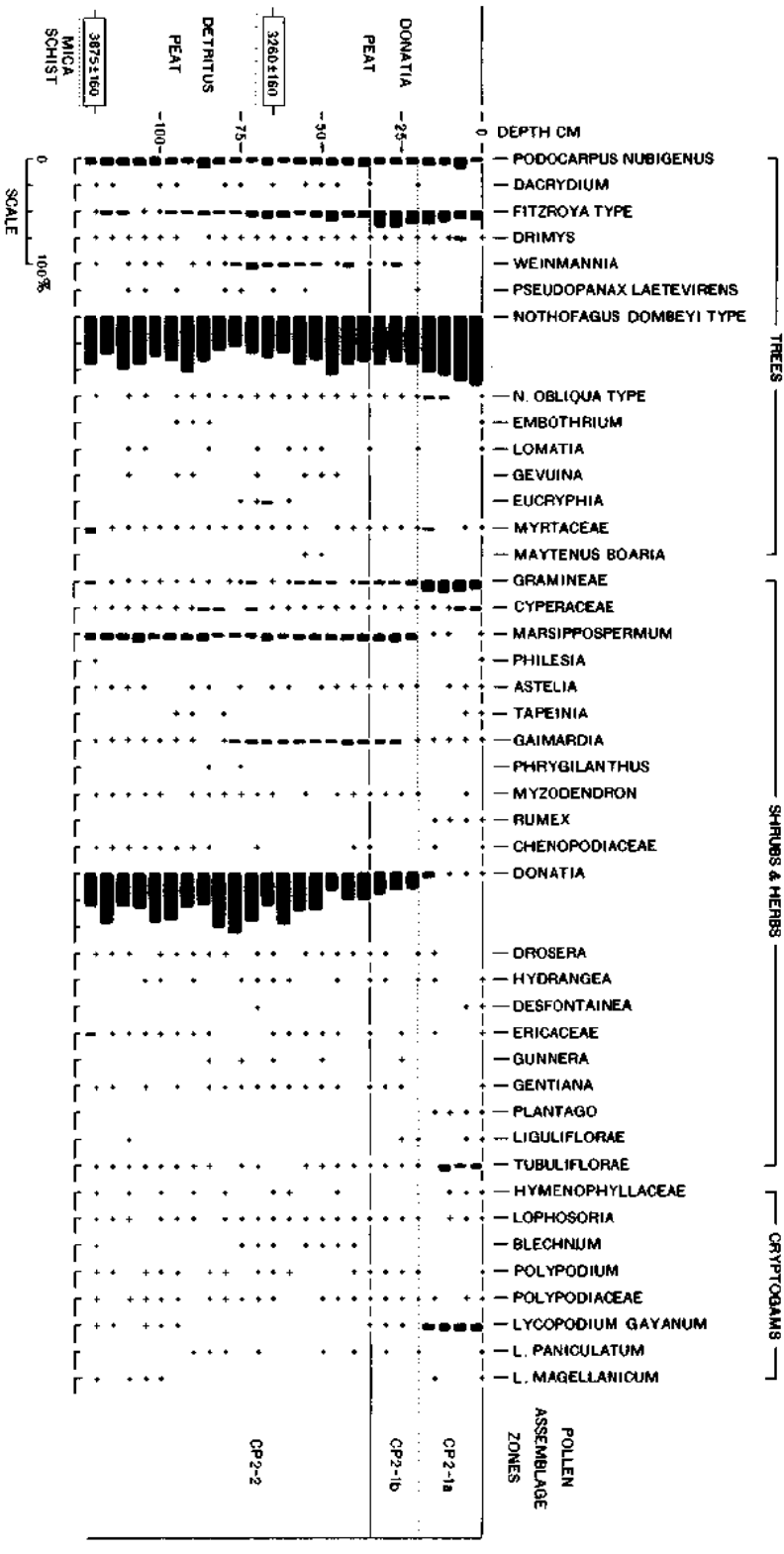


Fig. 8. Pollen diagram of the bog section at CP 2.

Folio001503

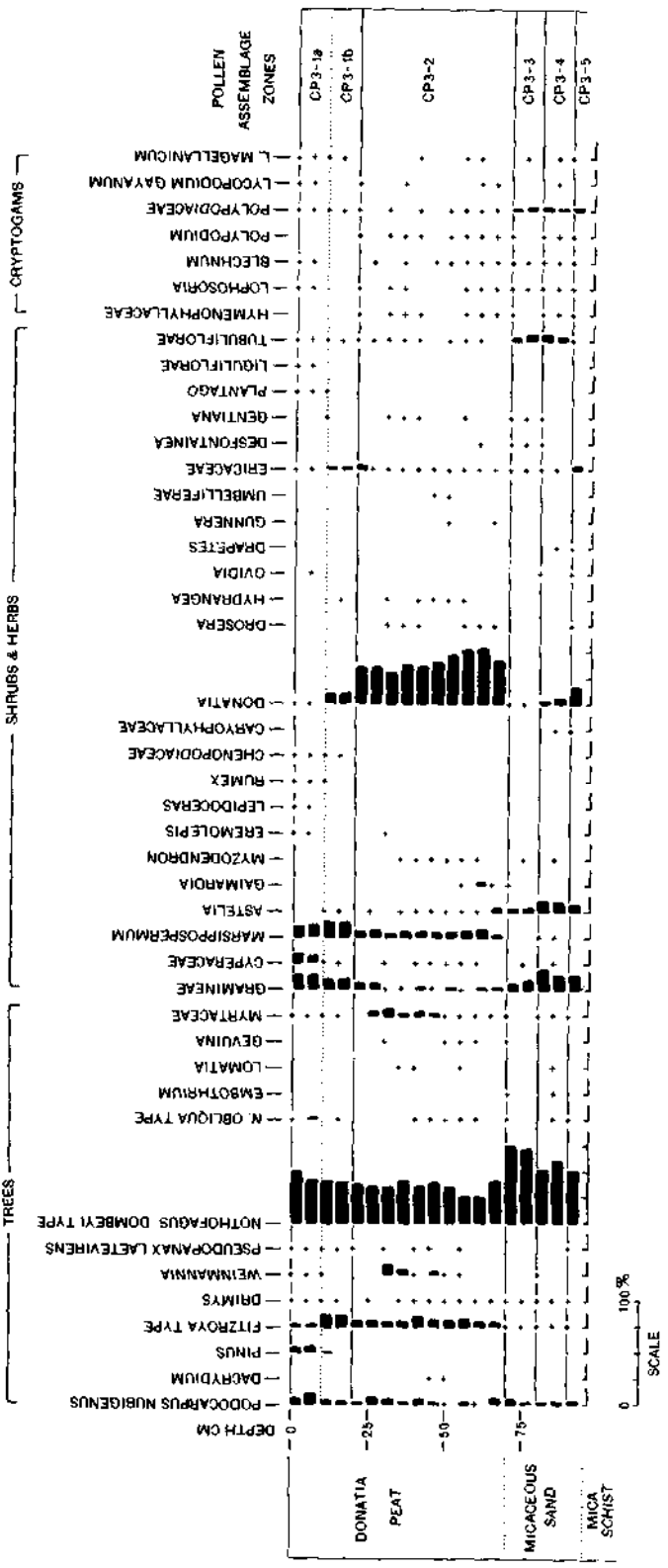


FIG. 9. Pollen diagram of the bog section at CP 3.

Folio001504

TABLE 2. LIFE FORMS AND FAMILY RELATIONSHIPS OF CHILEAN PLANTS DISCUSSED IN THE TEXT INCLUDING SPECIES REPRESENTATIVE OF GENERA SHOWN IN THE POLLEN DIAGRAMS

Seed plants

Trees

Drimys winteri Forst. var. *chilensis* (DC.) A. Gray Winteraceae
Embothrium coccineum Forst. Proteaceae
Eucryphia cordifolia Cav. Eucryphiaceae
Gevuina avellana Mol. Proteaceae
Griselinia scandens (R. & Pav.) Taub. Cornaceae
Lomatia ferruginea (Cav.) R. Br. Proteaceae
Maytenus boaria Mol. Celastraceae
Nothofagus alpina (Poepp. & Endl.) Oerst. Fagaceae
N. antarctica (Forst.) Oerst. Fagaceae[a]
N. betuloides (Mirb.) Oerst. Fagaceae
N. dombeyi (Mirb.) Oerst. Fagaceae
N. nitida (Phil.) Krasser Fagaceae
N. obliqua (Mirb.) Oerst. Fagaceae
Ovidia pillopillo (Gay) Meissn. Thymeliaceae
Persea lingue Nees Lauraceae
Pilgerodendron uvifera (D. Don) Florin Cupressaceae
Podocarpus nubigenus Lindl. Podocarpaceae
P. salignus D. Don Podocarpaceae
Pseudopanax laetevirens (Gay) Seemann Araliaceae
Weinmannia trichosperma Cav. Cunoniaceae

Shrubs

Baccharis magellanica (Lam.) Pers. Compositae
Berberis serrato-dentata Lechler Berberidaceae
Chusquea nigricans Phil. Gramineae
Dacrydium fonckii (Phil.) Florin Podocarpaceae
Desfontainea spinosa R. & Pav. Desfontaineaceae
Gunnera chilensis Lam. Gunneraceae
Myrteola barneoudii Berg. Myrtaceae
Pernettya minima Phil. Ericaceae
Philesia magellanica Gmel. Philesiaceae
Ribes magellanicum Poir. Saxifragaceae
Tribeles australis Phil. Escalloniaceae
Ugni candollei (Barn.) Berg. Myrtaceae

Woody parasites

Eremolepis verrucosa Griseb. Loranthaceae
Lepidoceras kingii Hooker f. Loranthaceae
Myzodendron linearifolium DC. Myzodendraceae
Phrygilanthus tetrandus (R. & Pav.) Eichl. Loranthaceae

Lianas

Hydrangea integerrima (Hooker & Arn.) Engl. Hydrangeaceae

Herbs

Astelia pumila Brown Liliaceae
Donatia fascicularis Forst. Donatiaceae
Drapetes muscosa Lam. Thymeliaceae
Drosera uniflora Willd. Droseraceae
Gaimardia australis Gaud. Centrolepidaceae
Gentiana lactea Phil. Gentianaceae
Marsipposperma philippii (Buch.) Hauman Juncaceae
Oreobolus obtusangulus Gaud. Cyperaceae
Pinguicula antarctica Vahl. Lentibulariaceae
Tapeinia magellanica (Lam.) Juss. Iridaceae
Tetroncium magellanicum Willd. Juncaginaceae

Folio001505

TABLE 2—*Continued*

Vascular cryptogams
Blechnum chilense (Kaulf.) Mett. Polypodiaceae
Lophosoria quadripinnata (Gmel.) C. Chr. Cyatheaceae
Lycopodium fuegianum Roivainen Lycopodiaceae
L. gayanum Rémy & Fée Lycopodiaceae
L. magellanicum (Palisot de Beauvois) Swartz Lycopodiaceae
L. paniculatum Desvaux Lycopodiaceae
Polypodium feuillei Bert. Polypodiaceae

[a] Also frequently found growing as a shrub.

CP 3, also at about 1025 m in elevation with a southeast aspect, is approximately 700 m southwest of CP 2. It covers roughly 0.3 ha (Fig. 6). *Donatia* is most abundant in the bog flora which also contains *Gaimardia australis, Drosera uniflora, Myrteola barneoudii, Astelia pumila,* and *Oreobolus obtusangulus; Marsippospermum philippii* and *Chusquea nigricans* growing on the surface are apparent adventives. Adjacent forest dominated by *Fitzroya* exhibits many dead trees. Section stratigraphy is 0–70 cm *Donatia* peat, undecomposed, dark yellowish brown (10YR 4/4) to very dark brown (10YR 2/2) in the upper part, relatively decomposed, black (10YR 2/1) below; 70–90 cm micaceous sand, dark yellowish brown (10YR 3/4) changing to light olive brown (2.5Y 5/4) at depth; and 90 cm mica schist.

STRATIGRAPHIC PALYNOLOGY

Diagrams of the pollen and spore stratigraphy (Figs. 7–9) show tree taxa on the left followed to the right by shrubs and herbs and by cryptogams. The order among trees is gymnosperms on the left and angiosperms to the right; among nonarboreal taxa, monocotyledons are placed to the left of dicotyledons. Arrangement of the taxa is arbitrary to some extent; for example, the shrubby *Dacrydium* is included with arboreal gymnosperms, and *Gevuina, Embothrium,* and *Lomatia,* members of the Proteaceae, and the Myrtaceae, all representing arboreal and nonarboreal life forms, are arranged as trees. *Nothofagus* is grouped as *N. dombeyi* and *N. obliqua* types (Heusser, 1971). Neither type species grows in the Cordillera Pelada (Ramírez and Riveros, 1975); *N. dombeyi* type is represented mostly by *N. betuloides* and also by *N. nitida* and *N. antarctica* while *N. obliqua* type is represented by *N. alpina* which, according to Weinberger (1973), forms stands only on upper eastern slopes. The diagrams consist of a series of pollen assemblage zones; assemblages recognized are indicated in Tables 3–5. Plus symbols are values <2%.

Stratigraphy of CP 1, one of the two older bogs, is subdivided into five assemblage zones (Fig. 7, Table 3). The youngest CP 1-1 covers the record of changes at and near the surface; *N. dombeyi* type accounts for 63% of the surface spectra with the Gramineae and *Donatia* secondary. In contrast, zone CP 1-2 is distinguished by as much as 51% of *Donatia* and contains a maximum of 13% *Fitzroya* type. Also distinctive are the Myrtaceae which probably depict *Myrteola barneoudii,* a bog plant, or possibly *Ugni candollei,* the representative species in the regional *alerzales.* Zone CP 1-3, corresponding to the uppermost detritus peat, shows an increase in the Cyperaceae which tends to follow the upward trend of *Fitzroya* type. Zone CP 1-4 is characterized by the Gramineae, often in amounts of 25% or greater, and secondarily by the Tubuliflorae. This zone and basal zone CP 1-5 cover the interval of micaceous detritus peat when the deposition rate, ascertained from the three radiocarbon ages, was at a minimum close to 170 yr cm^{-1}. Amounts of *N. dombeyi* type in CP 1-4 are

Folio001506

TABLE 3. POLLEN ASSEMBLAGES AND POLLEN ASSEMBLAGE ZONES FOR THE CP 1 SECTION

Zone	Pollen assemblage
Cp 1-1	*Nothofagus dombeyi* type—Gramineae—*Donatia*
CP 1-2	*Donatia*—*N. dombeyi* type—*Fitzroya* type—Myrtaceae
CP 1-3	*N. dombeyi* type—Cyperaceae—Gramineae—*Donatia*—Tubuliflorae—*Fitzroya* type
CP 1-4	*N. dombeyi* type—Gramineae—Tubuliflorae
CP 1-5	*N. dombeyi* type—*Donatia*—Gramineae—Cyperaceae

mostly 50% or more. Zone CP 1-5 is marked by *Donatia* with a peak of 25%. Included in this zone are *Dacrydium*, *Tetroncium*, *Astelia*, *Gaimardia*, *Drosera*, and *Donatia*, plants of subantarctic Chile which grow in the Cordillera Pelada today; the subantarctic *Drapetes*, no longer part of the cordillera flora, is recorded until about 7855 yr B.P.

CP 2 stratigraphy is covered by two zones, the upper of which is bipartite (Fig. 8, Table 4). CP 2-1a features *N. dombeyi* type with a maximum 65% at the surface and the Gramineae, both taxa reminiscent of spectra in CP 1-1 (Fig. 7); *Rumex* and *Plantago* in this zone approximate the time of settlement by European man. CP 2-1b is marked by a 16% maximum frequency of *Fitzroya* type. Zone CP 2-2 consists of *Donatia*—*N. dombeyi* type, in the main, supplemented by *Fitzroya* type which increases in the upper part. *Donatia* values are mostly around 30% and reach a peak of 55%. Peat deposition at CP 2 averaging 32 yr cm^{-1} is highest of the three bogs.

CP 3 stratigraphy includes the assemblages, with some modification, described for CP 1 and CP 2 (Fig. 9, Table 5). Zone CP 3-1 is characterized by the Gramineae, *Marsippospermum*, and plants introduced by Europeans, namely, *Pinus*, *Rumex*, and *Plantago*. The zone is in two parts: 1a contains a prominence of the Cyperaceae and 50% *N. dombeyi* type at the top; 1b shows a maximum of *Fitzroya* type. The essential feature of CP 3-2 is *Donatia* in amounts as high as 52%. In zone CP 3-3, *N. dombeyi* type is particularly prominent with values of over 70%. This zone, contrasting CP 3-2, conforms with the facies change from *Donatia* peat to micaceous sand. The Gramineae increase in zone CP 3-3 and become prominent in CP 3-4; also, the Tubuliflorae become distinctive of both zones. *Astelia* and *Donatia* characterize CP 3-4 and CP 3-5; at the base of the section *Donatia* registers 17%. *Drapetes*, found only in these two lower zones, occurs in much the same fashion as in lower CP 1.

QUATERNARY PHYTOGEOGRAPHY

The flora of the Cordillera Pelada contains a number of species that range poleward to subantarctic Chile. The cordillera for most of these plants is the extreme northern limit of distribution. Two arboreal examples not found farther equatorward are the beeches *Nothofagus betuloides* and *N. nitida*. Most herbaceous species are restricted to the cushion bogs or wet soils; several characterize the "Magellanic Moorland" from around 48°S to Cabo de Hornos at 56°S (Godley, 1960). Their ranges conform with the cool-temperate, extremely humid and cloudy coastal region.

Distribution maps of representative bog species, selected from a check list of plants

TABLE 4. POLLEN ASSEMBLAGES AND POLLEN ASSEMBLAGE ZONES FOR THE CP 2 SECTION

Zone	Pollen assemblage
CP 2-1a	*Nothofagus dombeyi* type—Gramineae—Tubuliflorae—*Lycopodium gayanum*—*Fitzroya* type
CP 2-1b	*N. dombeyi* type—*Fitzroya* type—*Donatia*
CP 2-2	*Donatia*—*N. dombeyi* type—*Fitzroya* type

Folio001507

TABLE 5. POLLEN ASSEMBLAGES AND POLLEN ASSEMBLAGE ZONES FOR THE CP 3 SECTION

Zone	Pollen assemblage
CP 3-1a	*Nothofagus dombeyi* type—Gramineae—Cyperaceae—*Marsippospermum*
CP 3-1b	*N. dombeyi* type—*Fitzroya* type—Gramineae—*Marsippospermum*—*Donatia*
CP 3-2	*Donatia*—*N. dombeyi* type—*Fitzroya* type—Myrtaceae
CP 3-3	*N. dombeyi* type—Gramineae—Tubuliflorae
CP 3-4	*N. dombeyi* type—Gramineae—*Astelia*—Tubuliflorae—*Donatia*
CP 3-5	*N. dombeyi* type—*Donatia*—Gramineae—*Astelia*

of the Cordillera Pelada prepared by Ramírez (1968), illustrate the subantarctic affinity of the flora (Fig. 11). Data are from various sources (Auer, 1958; Dimitri, 1972; Godley, 1963, 1968; Heusser, 1971; Muñoz, P., 1960; Muñoz S., 1980; Philippi, 1865; Pisano, 1971, 1972, 1975; Reiche, 1907; Skottsberg, 1916, 1924; Villagrán *et al.*, 1974). With the exception of *Dacrydium fonckii*, the maps show ranges extending to Tierra del Fuego. *Donatia fascicularis*, *Drosera uniflora*, and *Pinguicula antarctica*, which also range as much as 300 km north of the Cordillera Pelada, are most widely distributed. Some species, particularly *Drosera uniflora*, *Gaimardia australis*, *Tribeles australis*, *Tapeinia pumila*, and *Tetroncium magellanicum*, tend to cluster toward the north or the south. This distribution pattern suggests polarization, possibly as a result of migration from refugia in these respective regions; alternatively, it may be only apparent, a result of the limited number of collections and observations upon which the maps are based.

Postglacial migration of subantarctic plants from Pleistocene refuges has been the subject of much speculation and debate (see Skottsberg, 1916 and Auer, 1958). The question foremost is: where were the plants during the height of the last glaciation? Glaciers covered much of southern Chile, extending to about 42°30′S on western Isla Chiloé and about 54°S on central Tierra del Fuego (Caldenius, 1932; Flint, 1971; Fischer, 1974; Mercer, 1976; Heusser and Flint, 1977; Porter, 1981). Within the extent of glaciation (Fig. 10), areas that were ice free have not been located, although the Península de Taitao, for example, which borders the Pacific with elevations to 1200 m, seems likely not to have been buried completely by the Andean ice sheet. Thus, latitudes outside the limit of glaciation in Chile and Argentina represented the main, and perhaps only, refuge areas during the last ice age.

Migration proceeded from refugia following the glacial maximum at about 20,000 yr B.P., and distributions of plants became modified in the course of climatic amelioration which was heightened after about 13,000 yr B.P. *Drapetes muscosa* and *Lycopodium fuegianum*, for example, having survived on northern Isla Chiloé during Llanquihue Glaciation, are not found there after around 12,000 yr B.P. (Heusser and Flint, 1977). These plants since have migrated poleward to the Provinces of Aisén and Magallanes. Evidence for the Pleistocene occurrence of *Lycopodium fuegianum* is also found at a number of locations north of Isla Chiloé in the central valley of the Provinces of Llanquihue, Osorno, and Valdivia as far as the latitude of the Cordillera Pelada (Heusser, 1972a, 1974, 1976).

Pollen profiles from Isla Wellington at 49°S (Fig. 10) indicate poleward postglacial migration of *Dacrydium fonckii* and *Podocarpus nubigenus* (Heusser, 1972b). Both became prominent there only after 4700 yr B.P. On Isla Chiloé near 42°S, *Podocarpus nubigenus* is recorded mostly continuously from 43,000 yr B.P. and expanded after about 12,000 yr B.P. (Heusser and Flint, 1977). Today, *Dacrydium* ranges to 53°24′S (Pisano, 1975) and *Podocarpus*

Folio001508

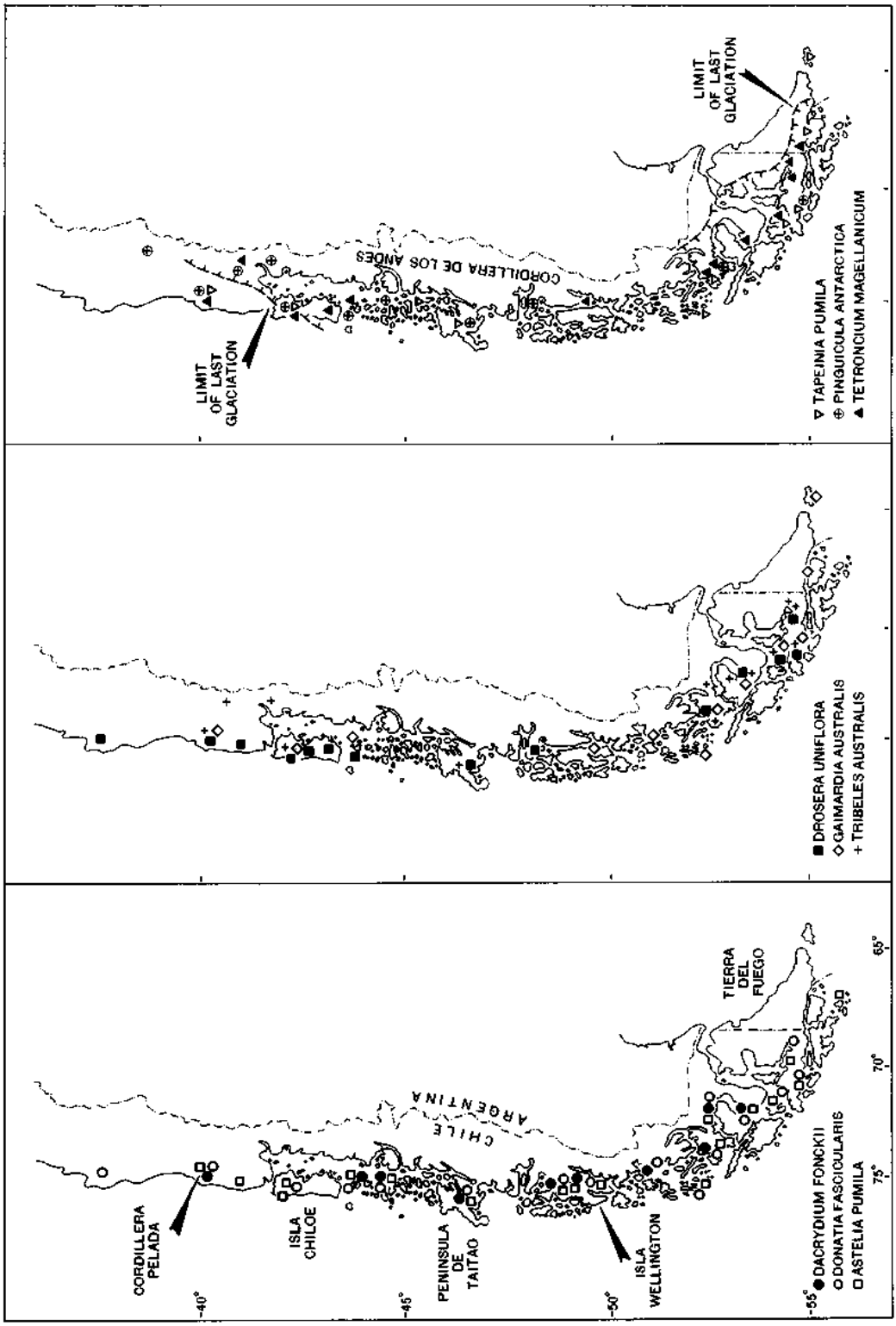


FIG. 10. Distribution in southern Chile of selected subantarctic species found growing on cushion bogs in the Cordillera Pelada. Limit of last glaciation from Caldenius (1932), Mercer (1976), Heusser and Flint (1977), and Porter (1981) shown approximately.

Folio001509

to 51°S (Skottsberg, 1916). Auer (1958) identifies *Dacrydium* in interglacial sediments at higher latitudes in the Atlantic sector of Isla Grande de Tierra del Fuego but this evidence must predate the last interglaciation. A 7.5-m section collected in the southern part of Península Brunswick (53°36'S) during the 1979–80 austral summer (C. J. Heusser, unpublished data) and dated close to 16,000 yr B.P. (Minze Stuiver, personal communication, 1980) contains *Dacrydium* only in the top 30 cm. *Podocarpus* is not in evidence in the section; in fact, with the exception of *Dacrydium*, the subantarctic species characteristic of bogs of the region and also of the Cordillera Pelada are not found in the fossil pollen record. This contrasts data from the Cordillera Pelada (Fig. 7) where *Podocarpus nubigenus*, *Dacrydium fonckii*, *Tetroncium magellanicum*, *Astelia pumila*, *Gaimardia australis*, *Donatia fascicularis*, *Drosera uniflora*, and *Drapetes mucosa* are recorded as early as 10,425 yr B.P.

Data are inconclusive regarding a refugium in the cordillera during the Llanquihue Glaciation around 20,000 yr B.P. A refugium is conceivable, provided the plants could endure the prevailing climatic conditions. If summer temperature at the time of glaciation averaged some 8°C lower than today, as has been suggested (Heusser, 1974), depression of the 16°C January average estimated for the cordillera by this amount would match the present-day 8°C January average shown by Almeyda and Sáez (1958) for the Pacific side of southernmost Chile where many of the above plants thrive at the present time. Equatorward in the unglaciated Cordillera de la Costa, refugia seem certain to have existed for a number of subantarctic species and to have served as migration centers, possibly supplying the subantarctic floral component of the Cordillera Pelada vegetation early in postglacial time. It is evident that some representatives of this flora, for example, *Dacrydium*, *Astelia*, *Drosera*, and *Donatia*, later persisted in the cordillera throughout the postglacial; others, for example, *Gaimardia*, were possibly excluded by unendurable summer warmth and dryness, returning later when climatic conditions became favorable; and still others, for example, *Drapetes*, which were present at the beginning of the record, did not endure the environmental changes and are no longer part of the flora.

REGIONAL HOLOCENE ENVIRONMENTAL CHANGE AND THE DESTRUCTION OF FITZROYA

Because of limited chronological control in the Cordillera Pelada, stemming in part from the problem of modern roots penetrating deep into the cushion bogs, the pollen records from these sites are not entirely satisfactory for use in the interpretation of the Holocene environmental sequence. The regional sequence is best interpreted from a site located 150 km to the southeast near the town of Alerce where trends of temperature and precipitation (Fig. 11) cover the past 16,000 yr (Heusser and Streeter, 1980). The trends were derived by applying regression equations relating modern pollen, temperature, and precipitation data to the fossil pollen contained in an 8.7-m core, the chronology of which is controlled by 12 ^{14}C ages.

For the past 10,425 yr, which is the time span covering the oldest cushion bog (CP 1), the early part of the Alerce sequence shows rising temperature to a maximum value about 9000 yr ago while precipitation decreased. Particularly dry is the interval from 9000 to 6500 yr B.P. Later, precipitation increased to a maximum at about 4000 yr ago; afterward, it fluctuated and registered peaks at about 1000 and 350 yr B.P. Temperature values around these times of increased precipitation were relatively low; Heusser and Streeter (1980) showed that the cool and moist episodes correspond with times of glacier advance in the Andes.

In the Cordillera Pelada, fluctuations in the pollen profiles of section CP 1 (Fig. 7) appear to follow certain trends in the precipitation curve at Alerce. This measure of

Folio001510

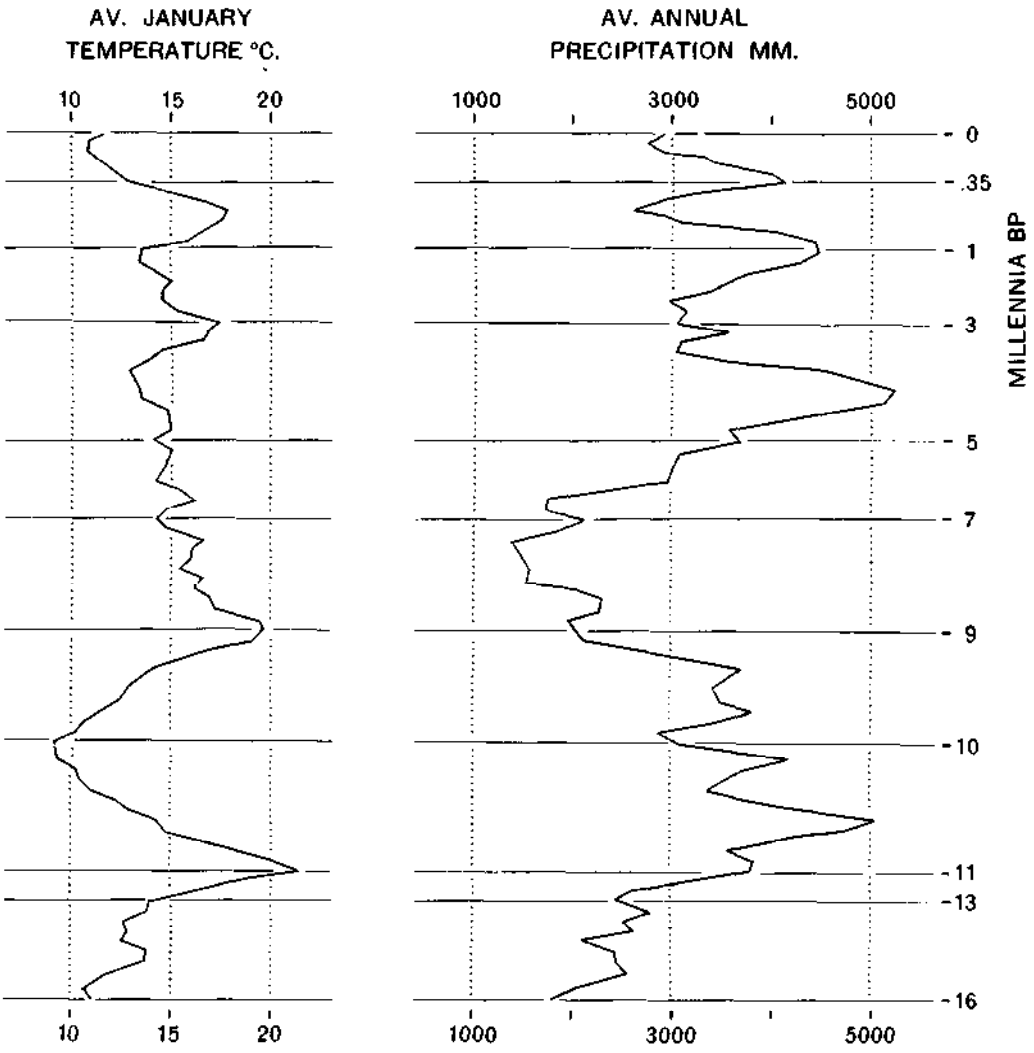


FIG. 11. Average January (summer) temperature and annual precipitation (smoothed curves) reconstructed from fossil pollen data in a section of the bog at Alerce, located 150 km southeast of the study area. Data from Heusser and Streeter (1980).

harmony is suggested by the percentages of hygrophytic *Donatia* which show a marked decrease during the regional Holocene dry interval (9000–6500 yr B.P.) whereas values are relatively high before and after when conditions as reconstructed were wetter. Low precipitation is also a possible cause of the rise in Gramineae and *Tubuliflorae* shown best in zone CP 1-4 when percentages of *Donatia* are lowest. The origin of the bog at CP 2 at around 3875 yr B.P. (Fig. 8) may reflect the time of maximum precipitation at close to 4000 yr ago which followed the dry interval.

The reason for the upward decline of *Donatia* pollen percentages in the *Donatia* peat in all three sections (Figs. 7–9) is not clear. Although *Donatia* is the leading species in the cushion bog communities, it appears to be largely vegetative at the present time and ostensibly has gradually lost its ability to flower and produce pollen. *Donatia* in the central portion of its range is adapted to a cool and humid environment

Folio001511

with considerable cloud cover; greater duration of sunshine and of summer warmth, as amounts fluctuate near the limit of its range in the Cordillera Pelada, are possible factors affecting the flowering ecology of the species.

The rise of the Gramineae and Tubuliflorae in CP 1-4 (Fig. 7), which alternates with the high percentages of *Donatia*, is believed to result from drying of the bog surface, accompanied by the local invasion of *Chusquea* and *Baccharis*. The grass *Chusquea nigricans* is found in small numbers on the bogs at present and grows with the composite species *Baccharis magellanica* on the margins and beyond in forest openings. Both species are light dependent and reflect greater open space and (or) open-canopy forest. In CP 1-3, the development in the profile of the Cyperaceae that accompanies the rise of *Donatia* in the beginning apparently depicts the common sedge *Oreobolus obtusangulus* which ultimately became unable to compete with *Donatia*. Observations indicate that of these two hygrophilous plants, *Oreobolus* requires higher levels of mineral cations, which may explain its apparent increase in the detritus peat at the time water relations at the bog surface began to change.

Fitzroya type is increasingly evident in the Cordillera Pelada diagrams after about 6500 yr B.P. when the regional rise in precipitation began to take place (Figs. 7–9). It develops in relation to the late Holocene rise in *Donatia*. Maxima of *Fitzroya* type are found before and after maximum levels in the *Donatia* profiles, which may represent an artifact resulting from percentage constraint, and in each case are followed by a decrease in values in uppermost levels. *Fitzroya* in the Cordillera Pelada and in other parts of its range is dependent upon relatively high levels of both atmospheric and edaphic moisture. The tree is distributed in the Cordillera de la Costa to northern Isla Chiloé and in the Cordillera de los Andes between about 40°30′ and 43°30′S (Ramírez and Riveros, 1975). Besides occupying humid montane elevations, the population extends across the poorly drained, intervening lowland in parts of the Province of Llanquihue. Its distribution is in the manner of other montane gymnosperms (for example, *Podocarpus nubigenus* and *Pilgerodendron uvifera*) that have become adapted to low elevation acid bogs and paludified terrain.

No single factor has probably been responsible for the destruction of *Fitzroya* that has been observed in the Cordillera Pelada and elsewhere in Chile. Fire and exploitation by European settlers during and since the time of colonization have accentuated the decline of the species in recent centuries (Veblen *et al.*, 1976). Prior to colonization, evidence from three separate pollen records at Alerce (Heusser, 1966) shows that *Fitzroya* type achieved its greatest proportion during the Holocene around 4000 yr B.P. at the time of maximum precipitation and since has progressively become less important, decreasing from as much as 51% to 7% or less of the pollen sum. Thus, its position in the vegetation had declined long before the arrival of the Spanish *conquistadores;* diminution in the record follows the overall decline in precipitation shown in Figure 11. Because the change in *Fitzroya* over the past 4000 yr is gradual, causation of this decline seems unrelated in a major way to fire, disease, or other catastrophe which would be expected to bring about sharp fluctuations in the pollen profiles. In the Cordillera Pelada, fire, the poor nutritive and water-retention capacity of the shallow mineral soils, and the decreasing levels of precipitation all appear to have played a role in reducing the stands of *Fitzroya*. The most recent decrease in precipitation, documented by instrumental records at Valdivia about 40 km northwest of the cordillera (Fig. 1), has taken place since the middle of the nineteenth century (Veblen *et al.*, 1976). Precipitation during the interval of *Fitzroya* type maxima in the Cordillera Pelada was probably not only greater than

Folio001512

today but was distributed more uniformly throughout the year, that is, without critical summer drought, so that vapor pressure deficits were low and maintained through high levels of humidity, extended cloudiness, and lower temperature.

Precipitation fluctuations evident in Figure 11 may be accounted for by shifting storm tracks associated with latitudinal changes in the belt of westerly winds. LaMarche (1975), for example, observed that dry periods, indicated by tree ring measurements in central Chile, may result from the southward displacement of tracks while wet periods may be the consequence of northward displacement. Lamb (1977), in this context, found that the limit of antarctic pack ice appears to move latitudinally in relation to the location of the southern depression tracks. It should be pointed out, however, that precipitation variations in southern South America may be related to fluctuations in at least four indices of the general atmospheric circulation (Pittock, 1980).

The seasonal distribution of precipitation between 33° and 56°S in Chile (Table 1, Fig. 12) shows an intensification of the winter-wet, summer-dry climate northward in the Cordillera Pelada and central Chile. Stations at lower latitudes receive most of the annual total (reaching over 75%) in the autumn–winter period when the frequency of cyclonic storms increases; spring and summer months are driest. At higher latitudes in southern Chile, precipitation is more uniformly distributed in all seasons. From this, it is easy to visualize how a southward shift in the westerly wind regime, causing a protraction of the sum-

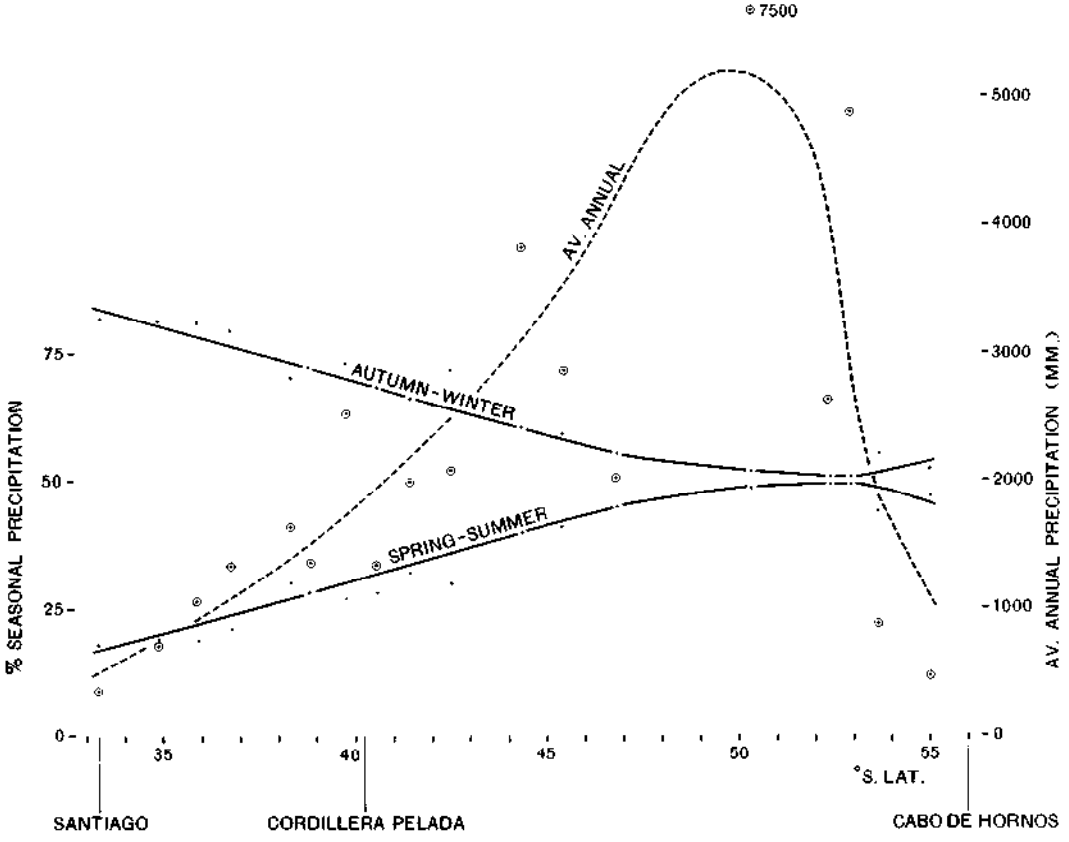


FIG. 12. Distribution of percentage seasonal precipitation and average annual precipitation in central and southern Chile. Data from Almeyda and Sáez (1958).

Folio001513

mer-dry period, could influence the ability of moisture-dependent *Fitzroya* to endure in the Cordillera Pelada. Precipitation trends at Alerce suggest a net southward movement in the zone of westerlies over the past 4000 years.

ACKNOWLEDGMENTS

This paper is offered in tribute to Professor Carlos Muñoz Pizarro of the Museo Nacional de Historia Natural in Santiago who accompanied the author and his wife, Dr. L. E. Heusser, to the Cordillera Pelada. Professor Muñoz died in May 1976 while participating in a symposium on "Threatened and Endangered Species of Plants in the Americas" held at the New York Botanical Garden. Field studies were supported by Grant 1152 from the Penrose Fund of the American Philosophical Society and laboratory and publication costs by National Science Foundation Grant EAR76-02655 and a grant from the James Arthur Fund of New York University.

REFERENCES

Almeyda A., F., and Sáez S., F. (1958). "Recopilación de datos climáticos de Chile y mapas sinópticos respectivos." Ministerio de Agricultura, Santiago.

Auer, V. (1958). The Pleistocene of Fuego-Patagonia. Part II. The history of the flora and vegetation. *Annales Academiae Scientiarum Fennicae*. III. *Geologica Geographica* **50**, 1–239.

Caldenius, C. C. (1932). Las glaciaciones cuaternárias en la Patagonia y Tierra del Fuego. *Geografiska Annaler* **14**, 1–164.

Dimitri, M. J. (1972). Sinopsis de las familias de plantas vasculares. *In* "La Región de los Bosques Andino-Patagónicos. Sinopsis General" (M. J. Dimitri, Ed.), pp. 199–254. Colección Científica del INTA, Buenos Aires.

Faegri, K., and Iversen, J. (1975). "Textbook of Pollen Analysis." Munksgaard, Copenhagen.

Fischer, K. (1974). Die pleistozäne Vergletscherung und die Frage der Landsenkung im Bereich des Chonos-Archipels/Südchile. *Eiszeitalter und Gegenwart* **25**, 126–131.

Flint, R. F. (1971). "Glacial and Quaternary Geology." Wiley, New York.

Godley, E. J. (1960). The botany of southern Chile in relation to New Zealand and the Subantarctic. *Royal Society Proceedings* **152**, 457–475.

Godley, E. J. (1963). Contributions to the plant geography of southern Chile. *Revista Universitaria* **48**, 31–39.

Godley, E. J. (1968). A plant list from the Cordillera San Pedro, Chiloé. *Revista Universitaria* **53**, 65–77.

Godley, E. J. (1978). Cushion bogs. *In* "Geoecological Relations between the Southern Temperate Zone and the Tropical Mountains" (C. Troll and W. Lauer, Eds.), *Erdwissenschaftliche Forschung* **10**, 141–158. Franz Steiner Verlag GMBH, Wiesbaden.

Heusser, C. J. (1966). Late-Pleistocene pollen diagrams from the Province of Llanquihue, southern Chile. *American Philosophical Society Proceedings* **110**, 269–305.

Heusser, C. J. (1971). "Pollen and Spores of Chile. Modern Types of the Pteridophyta, Gymnospermae, and Angiospermae." University of Arizona Press, Tucson.

Heusser, C. J. (1972a). On the occurrence of Lycopodium fuegianum during late-Pleistocene interstades in the Province of Osorno, Chile. *Torrey Botanical Club Bulletin* **99**, 178–184.

Heusser, C. J. (1972b). An additional postglacial pollen diagram from Patagonia Occidental. *Pollen et Spores* **14**, 157–167.

Heusser, C. J. (1974). Vegetation and climate of the southern Chilean lake district during and since the last interglaciation. *Quaternary Research* **4**, 290–315.

Heusser, C. J. (1976). Palynology and depositional environment of the Río Ignao nonglacial deposit, Province of Valdivia, Chile. *Quaternary Research* **6**, 273–279.

Heusser, C. J., and Flint, R. F. (1977). Quaternary glaciation and environments of northern Isla Chiloé, Chile. *Geology* **5**, 305–308.

Heusser, C. J., and Streeter, S. S. (1980). A temperature and precipitation record of the past 16,000 years in southern Chile. *Science* **210**, 1345–1347.

LaMarche, V. C. (1975). Climatic clues from tree rings. *New Scientist* **66**, 8–11.

Lamb, H. H. (1959). The southern westerlies: a preliminary survey; main characteristics and apparent associations. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* **85**, 1–23.

Lamb, H. H. (1977). "Climate, Present, Past, and Future. Volume 2. Climatic History and the Future." Methuen, London.

Muñoz P., C. (1960). Preliminary list of plants collected for the expedition to Laguna de San Rafael, Province of Aisén, 1959. Office of Naval Research Contract Nonr-641(04) Technical Report, 16 pp.

Muñoz P., C. (1966). "Sinopsis de la Flora Chilena." Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago.

Muñoz S., M. (1980). "Flora del Parque Nacional Puyehue." Editorial Universitaria, Santiago.

Philippi, R. A. (1865). Excursión botánica en Valdivia desde los Cuncos en el departamento de la Unión a través de la Cordillera de la Costa. *Anales Universidad de Chile* **27**, 289–351.

Pisano V., E. (1971). Comunidades vegetales del área del Fiordo Parry, Tierra del Fuego. *Anales del Instituto de la Patagonia* **2**, 93–133.

Pisano V., E. (1972). Comunidades vegetales del área de Bahía Morris, Isla Capitán Aracena, Tierra del Fuego (Parque Nacional "Hernando de Magallanes"). *Anales del Instituto de la Patagonia* **3**, 104–130.

Folio001514

Pisano, V. E. (1975). Ampliación del area distribucional de Dacrydium fonckii (Phil.) Florin. *Anales del Instituto de la Patagonia* **6**, 139–140.

Pittock, A. B. (1980). Patterns of climatic variation in Argentina and Chile. I. Precipitation, 1931–60. *Monthly Weather Review* **108**, 1347–1361.

Porter, S. C. (1981). Pleistocene glaciation in the southern lake district of Chile. *Quaternary Research*, in press.

Ramírez G., C. (1968). Die Vegetation der Moore der Cordillera Pelada, Chile. *Bericht der Oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde zu Giessen Neue Folge, Naturwissenschaftliche Abteilung* **36**, 95–101.

Ramírez G., C., and Riveros G., M. (1975). Los alerzales de Cordillera Pelada: flora and fitosociología. *Medio Ambiente* **1**, 3–13.

Reiche, K. (1907). Grundzüge der Pflanzenverbreitung in Chile. *Die Vegetation der Erde* **8**, 1–374.

Skottsberg, C. (1916). Die Vegetationsverhältnisse langs der Cordillera de los Andes S. von 41° S. Br. Ein Beitrag zur Kenntnis der Vegetation in Chiloé, Westpatagonien, dem andinen Patagonien und Feuerland. *Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar.* **56**, 3–366.

Skottsberg, C. (1924). Zur Gefässpflanzenflora Westpatagoniens. *Göteborgs Kungl. Vetenskaps och Vitterhets-Samhälles Handlingar. Fjärde Följden.* **28**, 3–29.

Veblen, T. T., Delmastro, R. J., and Schlatter, J. E. (1976). The conversation of *Fitzroya cupressoides* and its environment in southern Chile. *Environmental Conservation* **3**, 291–301.

Villagrán M., C. (1980). Vegetationsgeschichtliche und pflanzensoziologische Untersuchungen im Vicente Pérez Rosales Nationalpark (Chile). *Disertationes Botanicae* **54**, 1–165.

Villagrán M., C., Serey E., I., and Soto Q., C. (1974). Catálogo de las plantas vasculares colectados en el Parque Nacional "Vicente Pérez Rosales." *Anales del Museo de Historia Natural de Valparaiso* **7**, 75–151.

Weinberger, P. (1973). Beziehungen zwischen mikroklimatischen Faktoren und natürlicher Verjüngung araukano-patagonischer *Nothofagas*-Arten. *Flora* **162**, 157–169.

Zeil, W. (1964). "Geologie von Chile." Borntraeger, Berlin.

Folio001515

Universidad Austral de Chile
Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales

Caracterización de la composición y estructura de dos fragmentos con presencia de *Fitzroya cupressoides* en su distribución septentrional en la Isla del Rey, comuna de Corral, Región de Los Ríos

Patrocinante: Sra. Rocío Urrutia Jalabert
Co-patrocinante: Duncan Christie

Trabajo de Titulación presentado como parte
de los requisitos para optar al Título de
Ingeniera en Conservación de Recursos Naturales

CELESTE ESTRELLA SOTO URIBE

VALDIVIA
2020

	Índice de materias	Página
i	Calificación del comité de titulación	i
ii	Agradecimientos	ii
iii	Dedicatoria	iii
iv	Resumen	iv
1	INTRODUCCIÓN	1
2	ESTADO DEL ARTE	2
2.1	Bosques de alerce en Chile	2
2.1.1	Vegetación asociada	4
2.1.2	Explotación de los bosques de alerce y su estado de conservación	5
2.2	Cobertura vegetal original de la Isla del Rey	6
2.3	Amenazas de conservación en la Isla del Rey	7
3	METODOLOGÍA	8
3.1	Área de estudio	8
3.1.1	Clima	9
3.1.2	Suelo	10
3.1.3	Sectores y división política Isla del Rey	10
3.2	Identificación de poblaciones de alerce en la Isla del Rey	11
3.3	Selección de sitios de muestreo	12
3.4	Diseño de muestreo	12
3.4.1	Muestreo del estrato arbóreo	12
3.4.2	Muestreo del sotobosque y regeneración arbórea	13
3.5	Análisis de datos	13
4	RESULTADOS	14
4.1	Identificación y localización de sitios con presencia de alerce	14
4.2	Ubicación de parcelas y descripción general de la matriz	15
4.3	Caracterización de la composición y riqueza de especies arbóreas	17
4.4	Características estructurales de las especies arbóreas	18
4.5	Composición y estructura del sotobosque y regeneración arbórea	23
4.5.1	Composición y estructura del sotobosque	23
4.5.2	Regeneración arbórea	25
5	DISCUSIÓN	27
5.1	Identificación y localización de las zonas con presencia de *F. cupressoides*	27
5.2	Comparación de la estructura y composición arbórea entre parcelas	27
5.3	Comparación de la estructura y composición del sotobosque y regeneración arbórea entre parcelas	29
6	CONCLUSIONES	30
7	REFERENCIAS	31
Anexos	1 Mapa de pendientes Isla del Rey	
	2 Cuadro descripción de las diferentes posiciones sociológicas	
	3 Escala de abundancia- dominancia de Braun-Blanquet	
	4 Composición de especies en parcelas 1 y 2	
	5 Fotografías terreno	

Índice de figuras Página

Figura 1	Tipos de uso de suelo presentes en Isla del Rey, COT CONAF 2013.	9
Figura 2	Sectores Isla del Rey según el Rol del Servicio de Impuestos Internos (SII)	11
Figura 3	Localización de poblaciones remanentes de Fitzroya cupressoides y Pilgerodendron uviferum en la Isla del Rey.	15
Figura 4	Matriz colindante a Parcela 1 y Parcela 2.	17
Figura 5	Número de individuos de Alerce (rojo) y P. uviferum (azul) en ambas parcelas	19
Figura 6	Distribución de clases diamétricas de los individuos de Alerce (rojo) y P. uviferum. (azul) encontrados en Parcela1.	20
Figura 7	Distribución de clases diamétricas de los individuos de Alerce (rojo) y P. uviferum. (azul) encontrados en Parcela 2.	21
Figura 8	Distribución de alturas de individuos de Alerce (rojo) y P. uviferum (azul) en parcela 1.	22
Figura 9	Distribución de alturas de individuos de Alerce (rojo) y P. uviferum. (azul) en Parcela 2.	22
Figura 10	Porcentaje de cobertura de las especies no arbóreas del Sotobosque en Parcela 1.	25
Figura 11	Porcentaje de cobertura de las especies no arbóreas del Sotobosque en parcela 2.	26
Figura 12	Regeneración arbórea en Parcela 1	27
Figura 13	Regeneración arbórea Parcela 2.	27

	Índice de tablas	Página
1	Listado de especies arbóreas presentes por parcela	18
2	Porcentaje de estratos sociológicos de alerce y *P. uviferum* en Parcela 1.	23
3	Porcentaje de estratos sociológicos de Alerce y *P. uviferum* en Parcela 2	23
4	Sanidad total de ambas especies	24
5	Cipreses de las Guaitecas débiles en P2	24

Calificación del Comité de Titulación

		Nota
Patrocinante:	Sra. Rocío Urrutia Jalabert	6,3
Co-patrocinante:	Sr. Duncan Christie Browne	6,5
Informante:	Srta. Camila Molina González	6,5
Informante:	Sr. Diego Penneckamp Furniel	5,7

El patrocinante acredita que del presente Trabajo de Titulación cumple con los requisitos de contenido y de forma contemplados en el Reglamento de Titulación de Escuela. Del mismo modo acredita que en el presente documento han sido consideradas las sugerencias y modificaciones propuestas por los demás integrantes del Comité de Titulación.

Sra. Rocío Urrutia J.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a las mujeres más importantes en mi vida, mi hermosa familia. A mi abuela *Ella Elisabeth*, a mi madre *María Astrid* que con su amor, perseverancia y esfuerzo me apoyó en este proceso universitario a pesar de las adversidades, a mi hermana mayor *Astrid Luna* gran profesional que con su ejemplo me inspiró y acompañó en mi camino y a *Mónica Caro del Pi* que con su amor me brindó apoyo en todo momento.

Las amo, me inspiran y llenan de orgullo.

~

A todos mis amigos y amigas que me brindaron su apoyo y cariño en este proceso, saben cuánto los amo y que siempre los llevo conmigo.

Les agradezco profundamente.

~

Agradezco inmensamente a mi profesora patrocinante *Rocío Urrutia Jalabert* quien me brindó su apoyo incondicional y creyó en mí y en mi trabajo. Sin su guía en este proceso, nada habría sido lo mismo.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a todos los vecinos y vecinas de la Isla del Rey, que me abrieron sus hogares y corazones, dedicaron su tiempo y me entregaron su apoyo saliendo conmigo a los verdes y maravillosos rincones de su isla, de la cual me enamoré. En particular quiero agradecer a *Varbara Ramos Igor Loncomilla* compañera de terreno incansable, su orgullo y fortaleza ha impulsado la isla a un nuevo horizonte, que estoy segura será más brillante y próspero para su hermosa biodiversidad y sus habitantes. También a *Don Rigoberto Lopez* pues sin historia, su ojo experto, lleno de sabiduría y amor por esos montes, no habríamos sido capaces de encontrar los Alerces de la Isla del Rey.
A ustedes y muchas más gracias.

A mi familia.

Resumen

La Isla del Rey (39°53 'S; 73°19' O) ubicada en la comuna de Corral, desconocida para muchos ciudadanos de la Región de los Ríos, destaca por una gran presencia de plantaciones de monocultivo y una alta fragmentación del paisaje, sin embargo esta alberga una gran biodiversidad. La presencia de alerce o lahuán (*Fitzroya cupressoides*) en la Isla del Rey corresponde a la distribución más septentrional de la especie y su ubicación específica era desconocida hasta ahora. Este estudio tuvo como objetivos localizar las diferentes poblaciones existentes de esta especie y caracterizar la composición y estructura arbórea y de sotobosque de dos fragmentos con presencia de alerce. Para ello se establecieron dos parcelas de 1000 m^2 con 18 subparcelas cada una para caracterizar la regeneración arbórea y el sotobosque. En total se encontraron cuatro fragmentos con la presencia de esta especie inmersos entre plantaciones de monocultivo de eucalipto, en los sectores Collivoqui, Puyehue y Champuto. Ambas parcelas estudiadas mostraron composiciones similares, pero estructuras diferentes. En la parcela 1 se encontraron individuos más juveniles respecto a la parcela 2, donde se encontraron ejemplares de mayor tamaño, los que corresponden a remanentes de una cohorte anterior. En esta última parcela, se registró también una gran regeneración de alerce y ciprés de las guaitecas. En general, las diferencias entre estos rodales se deben a una combinación de factores, como las condiciones de sitio y los factores antropogénicos que tuvieron lugar en el pasado y en el presente, tales como los incendios, el tránsito de animales y de personas. Más allá de estas alteraciones, estos bosques poseen las características típicas de las poblaciones de alerce de esta Cordillera y en especial del subtipo Alerce - Ciprés de las guaitecas

1. INTRODUCCIÓN

El Alerce o lahuán (*Fitzroya cupressoides* (Mol.) Johnston) es una conífera endémica del sur de Sudamérica (39º - 43º S) reconocida como la segunda especie arbórea más longeva del planeta, llegando a vivir más de 3600 años (Lara y Villalba, 1993). Los antecedentes más antiguos del uso del alerce por el ser humano, se remontan a 8.000 años A.C., época de cazadores recolectores asociados a la megafauna, llamado también período Paleoindio (Molina *et al*., 2006). En la época prehispánica la utilización de esta especie por los pueblos indígenas estuvo relacionada netamente a la extracción de utensilios, medicina, herramientas y armas. No se conocen antecedentes de la utilización de su madera para la construcción ni para actividades que hayan requerido procesos de extracción o tala masiva de bosques de alerce (Molina *et al*., 2006). Sin embargo, debido a las extraordinarias características y calidad de su madera, en la época de la colonia se generó una tala masiva de sus poblaciones para la creación de tablas y tejuelas, sumado a los grandes incendios provocados con fines productivos y de colonización (Otero, 2006). Por ello, las grandes superficies que en el pasado albergaban bosques de alerce en sur de Chile, hoy ya no existen. En la actualidad quedan alrededor de 216.130 ha, repartidas en la Cordillera de la Costa de la región de Los Ríos y en la Costa, Depresión Intermedia y Cordillera de los Andes de la región de Los Lagos según el catastro realizado por la Corporación Nacional Forestal (CONAF, 2017). La superficie original del tipo forestal Alerce hacia el año 1550, era de 615.100 ha, según Lara *et al*., (1999). Actualmente, la superficie catastrada corresponde a un 35,13% del hábitat original (Lara *et al*, 1999). La gran explotación sufrida por los bosques de esta especie, junto a su lento crecimiento y longevidad, sugieren que la pérdida ocurrida sea prácticamente irreversible (Pizarro *et al.*, 2004). Por estos motivos el alerce fue declarado Monumento Natural en el año 1976 (Decreto Supremo 490) y "en peligro" según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2020).

La presencia de alerce junto a la de *Pilgerodendron uviferum* (ciprés de las guaitecas) en la Isla del Rey, comuna de Corral, Región de Los Ríos fue documentada por primera vez en 2008 por el Ingeniero Forestal Daniel Soto (Soto, 2008). Esta población de alerce, ubicada en el sector estero Pilhua, 25 m s.n.m., 39°53 'S; 73°19' 0, constituye el punto más septentrional de esta especie (Soto, 2008). A partir de este hallazgo, vecinas y vecinos de la comunidad isleña y una estudiante de Ingeniería en Conservación de Recursos Naturales de la Universidad Austral de Chile, iniciaron la identificación y localización de ejemplares de la especie, con el propósito de levantar información concreta que sirviera para la protección de este importante patrimonio natural. Si bien la presencia de alerce fue documentada por Soto (2008), en la actualidad no existen estudios que caractericen la composición y estructura de los fragmentos de esta especie en la isla.

Por este motivo, esta investigación se propuso como objetivos identificar y localizar las zonas con presencia de esta especie. De esta forma, se espera contribuir al escaso conocimiento que existe de estas poblaciones, sentando bases para futuras investigaciones y la toma de decisiones para el manejo y conservación de estas poblaciones.

Objetivo general

Caracterizar la composición y estructura de dos fragmentos con presencia de *Fitzroya cupressoides* ubicados en su límite de distribución norte en la Isla del Rey, comuna de Corral, Región de Los Ríos.

Objetivos específicos

- Identificar y localizar zonas con presencia de *Fitzroya cupressoides* en la Isla del Rey, comuna de Corral, Región de Los Ríos.
- Caracterizar y comparar la composición y estructura arbórea en dos fragmentos con presencia de *Fitzroya cupressoides,* poniendo énfasis en esta especie y en *Pilgerodendron uviferum*.
- Caracterizar y comparar la composición y estructura del sotobosque y regeneración arbórea asociados a *Fitzroya cupressoides,* en dos fragmentos con presencia de la especie.

2. ESTADO DEL ARTE

2.1 Bosques de alerce en Chile.

Fitzroya cupressoides es reconocido como la especie arbórea más longeva de Sudamérica y el segundo más longevo del mundo, siendo sólo superado por *Pinus longaeva* que crece en las Montañas Blancas de California y Nevada en Estados Unidos, cuyo individuo más viejo tiene 5.060 años (Lara 2016). El alerce puede llegar a medir cinco metros de diámetro y 50 metros de altura. Especie dioica, pocas veces monoica, que posee hojas escamosas de pequeño tamaño distribuidas en verticilos de a tres (Donoso *et al.* 2013). Su corteza es de color castaño rojiza, fibrosa y con surcos bien marcados y profundos (Donoso *et al.* 2013). Sus conos masculinos son axilares y los femeninos son pequeños, subglobosos y leñosos. Las semillas tienen forma de óvalo, de 2.5 mm de tamaño y constan de dos alas en forma de medialuna que al madurar les permite dispersarse gracias al viento (Donoso *et al.* 2013).

Los bosques de alerce crecen en poblaciones disyuntas entre los 39°50´ y los 43°S (Donoso *et al.* 1981). En la Cordillera de la Costa crecen entre los 700 y 1.000 m s.n.m hacia el norte, entre los 550 y 770 m s.n.m. en la Isla de Chiloé y los fragmentos recientemente descubiertos de Isla del Rey, Región de Los Ríos crecen a los 25 m s.n.m. en el sector Pilhua, (Donoso *et al*., 1981 y Soto, 2008). En la cordillera de Los Andes en su ladera occidental crecen entre los 500 y 1.500 m s.n.m.. Sin embargo, se pueden encontrar ejemplares de esta especie a partir de los 100 m s.n.m (Donoso *et al*., 2013). En la depresión intermedia en el seno del Reloncaví, la especie crece bajo los 200 m s.n.m. En estas altitudes el alerce es mucho más escaso debido a su historial de explotación, siendo posible encontrarlo sólo como individuos aislados o en pequeños fragmentos, acompañado de especies del Tipo Forestal Siempreverde (Donoso, 1981).

El nuevo registro de *F. cupressoides* en la Isla del Rey corresponde al límite de distribución norte de Alerce (Soto 2008), siendo de gran importancia biogeográfica, ecológica y genética ya que en esta latitud se han documentado los refugios de flora de la última glaciación pleistocénica y las mayores particularidades genéticas para esta especie (Allnutt *et al.* 1999). Alerce crece en el clima templado oceánico húmedo, que se caracteriza por temperaturas moderadas y altas precipitaciones anuales, variando desde los 2.000 mm en su límite de distribución norte (Región de Los Ríos) hasta más de 6.000 mm por encima de los 700 m de altitud en las laderas occidentales de ambas cordilleras (Donoso *et al*., 1990, Urrutia-Jalabert et al., 2015). Es común encontrar precipitaciones en forma de nieve, particularmente en la Cordillera de los Andes en sus mayores elevaciones, entre los meses de mayo y septiembre (Donoso *et al*. 2013). Alerce es capaz de desarrollarse en suelos de alta humedad usualmente con drenaje restringido, poco profundos, ácidos (pH 4 a 5), pantanosos y extremadamente pobres en nutrientes (Donoso *et al*., 2013). El establecimiento de las nuevas plantas se caracteriza por necesitar alta luminosidad (Lara, 2016). El crecimiento de la especie regenerada por semilla es muy lento; dependiendo de las condiciones de sitio, pudiendo alcanzar tan sólo 1 cm de altura en cuatro años (Grez *et al*. 1990). Debido a su lento desarrollo, la presencia de otras especies puede significar una fuerte competencia para ésta. Es por esto que esta especie ha adoptado una estrategia de regeneración masiva después de alteraciones naturales tales como deslizamientos y erupciones volcánicas, para asegurar la subsistencia de su descendencia (Donoso *et al*., 1990). En bosques poco alterados, el alerce tiende a regenerarse mayoritariamente en claros, generando bosques de una estructura multietánea donde es propenso al autorremplazo en los estratos superiores (Luebert y Pliscoff, 2017). Frecuentemente el alerce puede utilizar la reproducción vegetativa luego de incendios y/o alteraciones de menor magnitud (Silla, 1997). En este proceso de colonización la apertura de dosel estimula el rebrote y crecimiento vegetal. La

remoción del sustrato en contacto con las estructuras expuestas, facilita el crecimiento y la penetración de las nuevas raíces en el suelo (Donoso *et al*., 2013).

2.1.1. Vegetación asociada

Una de las diferencias más claras entre las poblaciones de *Fitzroya cupressoides* se relaciona con la vegetación asociada y el desarrollo de esta conífera dentro de estos diferentes ecosistemas (Donoso 1990). Junto con las características de sitio y sus historias de transformación del paisaje. Según Donoso (1990), es posible encontrar cinco subtipos del tipo forestal Alerce: Alerce - coigüe de Chiloé (*Nothofagus nitida*), Alerce -Coigüe de Magallanes (*Nothofagus betuloides*), Alerce - Ciprés de las Guaitecas (*Pilgerodendron uviferum*), Alerce puro y Alerce Mixto (Donoso 1990). Asociándose a un grupo muy definido de especies. En la Cordillera de la Costa domina el dosel y bajo él crecen coigües de Chiloé, canelos (*Drimys Winteri*) tineos (*Weinmania trichosperma*), ciprés de las güaitecas, mañío de hojas punzantes (*Podocarpus nubigenus*), arrayán (*Luma apiculata*) y otras especies a medida que se desciende en altitud (Donoso 1981). En el sotobosque se desarrolla fuinque (*Lomatia ferruginea*) y pillo-pillo (*Ovidia pillo-pillo*, Donoso 1981). En la Cordillera de Los Andes, alerce se asocia principalmente a Ñirre (*Nothofagus antartica)* y ocasionalmente a lenga (*Nothofagus pumilio)* entre los 750 y los 1.000 m s.n.m. (Donoso *et al*., 2013). Descendiendo por las laderas se encuentra coigüe de Chiloé, mañío de hojas punzantes y en menor frecuencia canelo, mañío hojas cortas (*Saxegothaea conspicua)*, tineo, tepa (*Laureliopsis philippiana)* y luma (*Amomyrtus luma*, Donoso 1981). En las zonas con mal drenaje de ambas cordilleras, es posible encontrar a ciprés de las güaitecas, tepú (*Tepualia stipularis*), avellano (*Gevuina avellana*), taique (*Desfontainia spinosa*), mirtáceas, además de varias especies de helechos, berberidáceas y otros arbustos (Donoso 1981). Cabe mencionar que existe una estrecha relación de alerce con musgos del género *Sphagnum sp.* en terrenos planos y en suelos poco profundos, generando condiciones de saturación casi permanente del sustrato. Este puede llegar a formar una capa de 20 a 30 cm espesor (Donoso 1987) y según Schofield (1985) puede absorber hasta 20 veces su peso seco en agua.

A esta información se le suma el rodal de *F. cupressoides* en la parte baja del estero Pilhua, localizado en la Isla del Rey, con una superficie estimada de 1.19 ha y 350 árboles por ha (Soto 2008).

2.1.2. Explotación de los bosques de alerce y su estado de conservación

La explotación maderera de alerce se inicia en la época de la colonia donde esta especie era parte fundamental de la economía (Otero, 2006). Debido a las extraordinarias características y calidad de su madera, se generó una tala masiva de sus poblaciones para la creación de tablas y tejuelas. Esta extracción del recurso maderero se inicia a partir del siglo XVI extendiéndose durante los siglos XVII y XVIII, concentrándose la mayor explotación en Llanquihue, el Seno de Reloncaví y Chiloé, donde se llegaron a extinguir muchas de las poblaciones de esta especie (Donoso *et al*., 1990, Otero, 2006). Registrándose en 1842 al menos 41 aserraderos en la zona de Llanquihue-Chiloé, exportando anualmente 6.000 m^3 de madera de alerce (Armesto *et al.* 1994). La constante extracción y explotación, produjo quemas e incendios constantes (Otero 2006), los cuales tendrían fines económicos para expandir la colonización, agricultura y ganadería, todo esto a nombre del estadista Vicente Pérez Rosales (Otero 2006). Un hito importante ocurrió el año 1863, donde se registró una gran sequía que alcanzó los 40° S, acontecimiento que facilitó la quema de 30.000 ha de bosques en las zonas de Puerto Varas y Puerto Montt. Durante estos incendios se perdieron los ejemplares arbóreos más antiguos de estas formaciones boscosas (Greg *et al*., 2020). Estos antecedentes obligan al Estado chileno a tomar medidas para la protección de esta conífera (Benoit, 1989). A partir del año 1973 esta especie fue incluida en el Apéndice I de la Convención sobre el comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), la cual regula severamente el comercio de su madera y semillas (CITES, 2019). Además en 1976 a través del Decreto Supremo 490, se declara al alerce como Monumento Natural, lo que prohíbe su explotación definitivamente, pero da la posibilidad de extraer madera de árboles muertos anteriores a este año (Decreto 490, 1976). Sin embargo, la presión sobre esta especie no ha disminuido, detectandose diferentes mecanismos para la extracción del recurso maderero, como el anillado de árboles e incendios forestales provocados de manera intencional (Vergara, 2004). Ambas estrategias buscan como resultado la muerte del individuo, con la finalidad de obtener la solicitud de permisos de extracción de maderas muertas otorgado por la CONAF (Pizarro *et al*., 2004). En la actualidad el alerce tiene una categoría de conservación de “en peligro” (Hechenleitner *et al*., 2005, UICN, 2020).

Los habitantes de la Isla del Rey señalan que estos bosques fueron explotados para abastecer los Altos Hornos de Corral, los cuales funcionaron desde el año 1910 a 1926 (período donde sólo se trabajó con leña verde), para tener su auge en 1940 y su cierre definitivo en 1958 (Rodas, 2014). No se tiene seguridad del año específico en el cual se realizaron estas talas, tampoco del volumen extraído, ni de las actividades operacionales, pero según narran los vecinos en la actualidad, estas se realizaron en las zonas más bajas y accesibles de la isla (orientación suroeste). Es en estas zonas, es posible encontrar vestigios de tocones que fueron cortados y quemados de lo que parecieran ser antiguos árboles de alerce (anexo

4, fotografías 1,2,3 y 4). Actualmente estas son áreas mayormente desconocidas y poco accesibles (Lopez R. comunicación personal, 2019).

2.2. Cobertura vegetal original en la Isla del Rey

Hasta los inicios del siglo XX, la Isla del Rey constaba de una cubierta típica de bosque Valdiviano costero, caracterizado por una gran riqueza de especies y la presencia de al menos tres comunidades arbóreas siempreverdes, presentes en ambas cordilleras (Ramírez 1982), como son: *a)* Olivillo (*Aextoxicun punctatum*), b) Coigüe-ulmo (*Nothofagus dombeyi*) - (*Eucryphia cordifolia*) y c) Roble-laurel-lingue (*Nothofagus obliqua*, *Laurelia sempervirens*, *Persea lingue)* (Hauenstein *et al*., 2001). Estas comunidades son descritas a continuación:

a) **Comunidad boscosa Olivillo;** Se distribuye junto al océano Pacífico, en la vertiente occidental de la cordillera de la Costa hasta los 400 msnm desde el Bío-Bío hasta el norte de Chiloé. Es un bosque húmedo y denso, sus especies están adaptadas a altas condiciones de humedad, dominando musgos y helechos (Hauenstein *et al*., 2001). Las especies características de esta asociación son; Olivillo (*Aextoxicon punctatum*), tepa, helecho palmita (*Blechnum mochaenum*), musgo lana del pobre (*Rigodium implexum*) y copihue (*Lapageria rosea*). Bosque perennifolio denso y con escaso acceso a la luz en los estratos bajos, también denominado Pluviselva Valdiviana Costera (Ramírez 1982).

b) Comunidad boscosa Coigüe-ulmo: Representado en la cordillera de la Costa sólo en su vertiente oriental y entre los 200 y 500 msnm, distribuyendose desde Cautín hasta Chiloé. Destaca el coigüe como especie colonizadora, el ulmo como especie característica de esa asociación. Es una comunidad higrófila con una gran variedad de especies leñosas (Ramírez 1982,) y uno de los bosques con más abundancia de helechos, pudiéndose encontrar al menos 35 especies (Hauenstein *et al*., 2001).

c) Comunidad boscosa Roble-Laurel-Lingue: Se distribuye a lo largo de la depresión Intermedia, desde Victoria hasta la desembocadura del río Maullín. Es un bosque donde domina el roble (*Nothofagus obliqua*), el cual coexiste con lingue (*Persea lingue*), laurel (*Laurelia sempervirens*) y arrayán (*Luma apiculata*). El sotobosque original es poco abundante, sin embargo, con la apertura del dosel puede desarrollarse de manera abundante, junto a trepadoras, como lo es el copihue (*Lapageria rosea)* y distintos tipos de voqui como *Campsidium valdivianum* y *Boquila trifoliolata* (Hauenstein *et al*., 2001). La presencia de individuos de estas especies, permite identificar esta comunidad como original de la

Isla, a pesar de que es muy difícil encontrar las especies principales: roble y lingue. Sin embargo, el laurel es abundante (Hauenstein *et al*., 2001).

2.3. Amenazas de conservación para la población de Alerce de la Isla del Rey

En el estudio de Soto (2008), se documentó la tala de algunos individuos de alerce para la construcción de cercos y bostas de ganado mayor en la Isla. Una de las principales amenazas para estas poblaciones de alerce podría ser la actividad ganadera no regulada, compuesta por vacunos con dueño y asilvestrados, conocidos localmente como baguales (constatados en terreno). Se ha demostrado que la ganadería altera la dinámica del bosque (Belsky y Blumenthal, 1997; Hobbs, 2001) impactando negativamente la regeneración (Zamorano-Elgueta *et al.*, 2014). El tránsito animal, podría generar procesos de compactación de suelos, alterando de este modo los mecanismos biológicos de retención y reciclaje de nutrientes (Donoso, 2014). La tala del bosque nativo significa igualmente una amenaza directa a estos fragmentos, debido a la apertura del dosel que facilita el crecimiento o establecimiento de especies invasoras presentes en la isla como el comúnmente conocido espinillo o chacay (*Ulex europaeus*), el Aromo australiano (*Acacia melanoxylon*), el pino (*Pinus radiata)* y retamillo (*Teline* o *Genista monspessulana.* Además la fragmentación y perturbación directa de individuos y superficies de bosque nativo. A lo anterior se suman los cambios de uso de suelo, donde dominan el paisaje plantaciones de monocultivos forestales de rápido crecimiento de eucalyptus y pino (Soto 2008, Figura 1).

3. METODOLOGÍA

3.1 Área de estudio

La Isla del Rey, comuna de Corral, es la isla más grande de aguas interiores y la de mayor superficie de la Región de Los Ríos, con 5.103 ha. En ella se encuentran al menos seis usos de suelo diferentes basados en la Carta de Ocupación de Tierras (COT) según el catastro de la CONAF (2013, Figura 1).

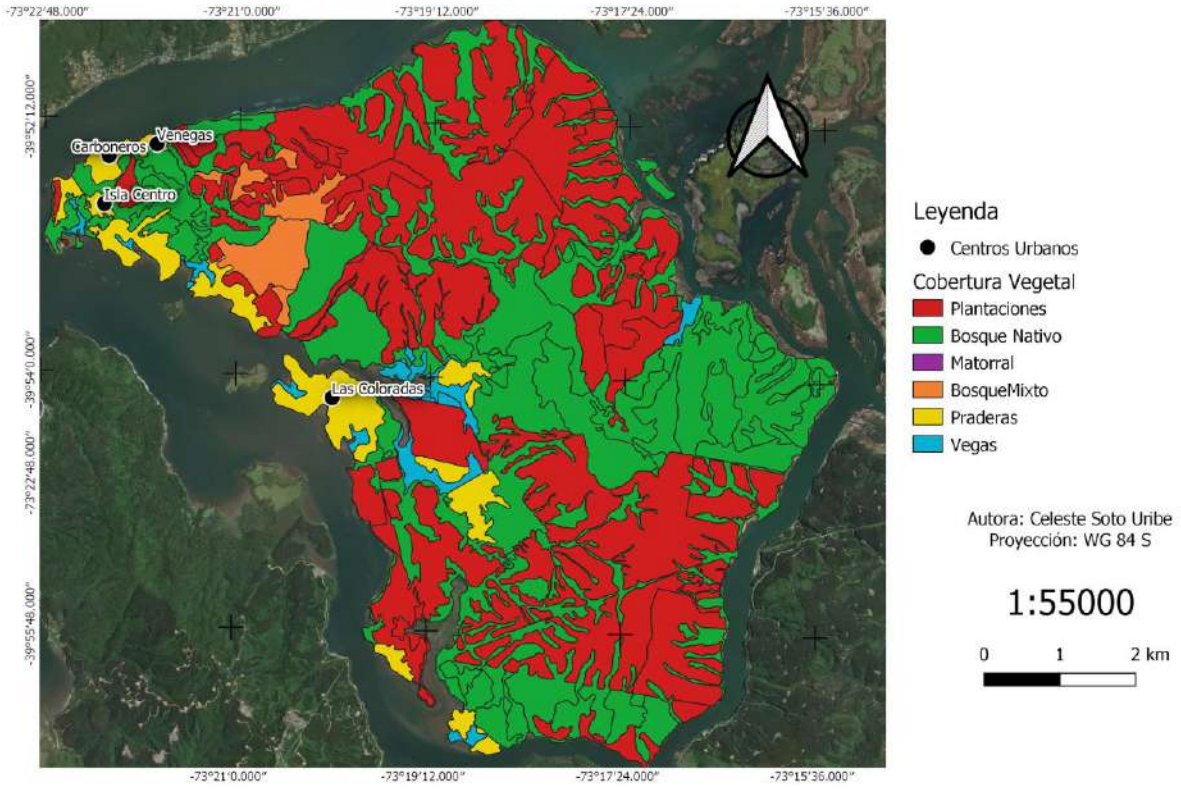


Figura 1. Tipos de uso de suelo presentes en Isla del Rey, COT CONAF 2013

Según la Figura 1, se puede observar la existencia de grandes extensiones de monocultivos que cubren un 45% de la superficie de la Isla (CONAF, 2013). Estas plantaciones, corresponden a pino insigne (*Pinus radiata*) de la empresa forestal Arauco, eucalipto (*Eucalyptus nitens y Eucalyptus globulus*) y en pequeñas proporciones plantaciones de aromo australiano de la empresa Anchile (Hapette R., 20019 comunicación personal). En contraste, se observa casi un 30% de bosque nativo y 17% de matorral y praderas, siendo lo restante (8%) ocupado por humedales y zonas urbanas. Además se observa una gran parte del paisaje cubierta por espinillo (*Ulex europaeus*, Ramírez 1994), el cual ha invadido aproximadamente un 7% de la superficie de matorrales (COT-CONAF 2013).

3.1.1. Clima

La Isla del Rey presenta un clima oceánico de influencia mediterránea, con precipitaciones anuales que varían entre los 2.000 y 2.350 mm (Hauenstein 2001), con escasos períodos de sequías (Almeyda y Saez 1958) y con una temperatura media anual de 12°C. Según el CEA (2001) la isla tendría un

microclima particular, esto debido a la geomorfología del terreno, de la cual no se tienen datos concretos por la falta de estaciones meteorológicas en el sector.

3.1.2. Suelo

Según Hauenstein (2001) predominan en la Isla suelos rojos arcillosos, con pendientes pronunciadas y gran variabilidad del relieve, con alturas que van desde los 10 m s.n.m. hasta los 340 m s.n.m (Anexo 1). En las zonas ribereñas es posible encontrar un sustrato más rocoso, poco profundo, formado por esquisto metamórfico y cancagua. El origen de estas últimas derivan de tobas fluviales de una data reciente (Illies, 1960).

3.1.3. Sectores y división política de la Isla del Rey

La isla se encuentra dividida políticamente en pequeños y medianos a grandes propietarios, donde las personas que poseen entre 0,5 y 200 ha se clasifican como “pequeños propietarios” (artículo 2, ley 20.823). Las que poseen más de 200 ha, y con motivos de este estudio, se clasifican como “otros propietarios”. Según el rol del servicio de impuestos internos (SII, año desconocido), al menos 899.82 ha se reparten entre 45 pequeños propietarios y 4.283,6 ha entre 4 propietarios (Figura 2).

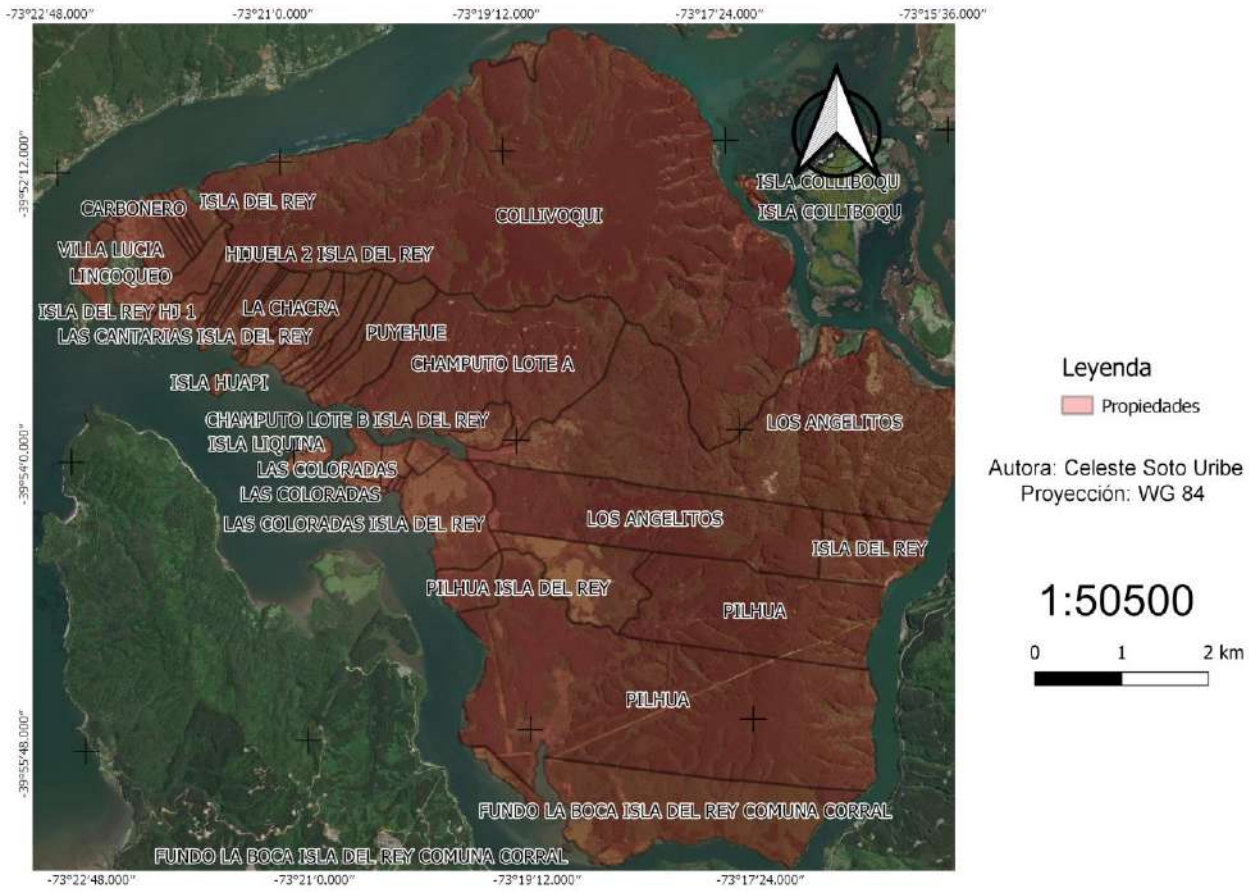


Figura 2. Sectores y propiedades en la Isla del Rey según el Rol del Servicio de Impuestos Internos (SII)

Los 45 pequeños propietarios representan el 17,63% de la superficie de la isla. Son familias que han mantenido sus tierras de generación en generación, de los cuales sólo cinco propietarios superan las 50 ha. La mayoría de ellos se concentran en los sectores Carboneros, Venegas y Las Coloradas (Figura 2), y otra parte de ellos se distribuyen en terrenos de la ladera suroeste de la isla, en los sectores Loncomilla, Las Cantarias, Lincoqueo, La Chacra, Puyehue e Isla Huapi (figura 2).

Los otros propietarios son dueños de un 83,93% de la superficie total de la isla, donde 2.263,7 ha corresponden a la empresa forestal Anchile, 637,9 ha a forestal Arauco y 1,382 a otros dos propietarios. Estas hectáreas corresponden a un porcentaje de 44.3%, 12,49% y 27,08% del total de la isla, respectivamente; abarcando los sectores conocidos como Collivoqui, Champuto, Los Angelitos, Pilhua y el Fundo la Boca (Figura 2).

3.2. Identificación poblaciones de alerce en la Isla del Rey

A partir de la publicación de Soto (2008), vecinas y vecinos de la Isla, se reunieron para recuperar relatos y experiencias con la finalidad de dar con la ubicación de individuos de alerce. Con esta información, se iniciaron salidas a terreno el año 2017 a pie, caballo y por vía fluvial, para identificar y localizar individuos de la especie. Una vez que estos eran identificados, el sitio era georreferenciado a través del programa Wikiloc, el cual registra puntos GPS, junto a fotografías e información específica de cada sitio (Figura 3). Los mapas para mostrar los diferentes usos de suelo y la presencia y localización de alerce en la Isla del Rey, se generaron a través del programa Qgis versión 3.10. Dada la similitud de condiciones ambientales en que se pueden encontrar alerce y Ciprés de las Guaitecas, también se identificaron los puntos donde sólo se encontraba esta última.

3.3. Selección de sitios de muestreo

A partir de los puntos seleccionados con presencia de alerce en la Isla, se procedió a elegir los sitios a muestrear. Los criterios para la selección de los fragmentos para la instalación de las parcelas de muestreo (P1 y P2), fueron la presencia de alerce, vulnerabilidad en relación a la matriz circundante y la accesibilidad por tierra a estos lugares, evitando aquellos más anegados que pudiesen dificultar la posterior toma de datos. Finalmente, las parcelas 1 y 2 se ubicaron en el sector Collivoqui, colindando con los sectores Puyehue (P1) y Champuto (P2), inmersas en fragmentos de bosque nativo que existen en las laderas bajas de estos sectores, rodeadas de plantaciones de Eucaliptos.

3.4. Diseño de muestreo

3.4.1. Muestreo del estrato Arbóreo

Para la toma de datos de características estructurales y ecológicas de ambos fragmentos con presencia de alerce, se establecieron dos parcelas de 1000 m^2 (50 m de largo x 20 m de ancho) ubicadas en el sector Collivoqui de la isla, colindando con los sectores Puyehue y Champuto (Figura 2). En cada parcela se realizó un censo de los ejemplares arbóreos (>5 cm de diámetro y >2 m de altura), midiendo el diámetro a la altura del pecho (DAP, a una altura de 1,3 m) únicamente a las especies alerce y ciprés de las guaitecas. Se determinaron sus posiciones sociológicas según la clasificación de Kraft de 1884 (Calderón et al. 2002) y la sanidad de sus copas (Anexo 2). Para la determinación de esta última, se observó el estado general de la copa según el porcentaje de sequedad en que ésta se encontraba,

clasificándose en las siguientes categorías; a) Sano (sin problemas evidentes de sanidad), b) Con daño leve (individuo con presencia de sequedad o daño en su copa <50%), c). Con daño severo (>51% de su copa seca o con daño) y d) Muerto en pie (100% de la copa seca). La altura de los ejemplares fue estimada con tubos de PVC (1 m de altura) para los individuos de menor tamaño (hasta los 3 m) y para los árboles de mayores dimensiones ésta fue calculada visualmente. Además del censo para individuos de alerce y ciprés, se realizó un listado de todas las especies arbóreas presentes en cada parcela.

3.4.2. Muestreo del sotobosque y regeneración arbórea

Con el fin de evaluar el sotobosque y la regeneración arbórea, se realizaron dos transectos a lo largo de cada parcela, dentro de los cuales se establecieron nueve subparcelas de 4 m^2 (2 m x 2 m). La disposición y distribución de éstas fue dirigida en base a la presencia de regeneración de alerce, siempre contemplando metro y medio mínimo de distancia entre cada una, esto con el objetivo de contabilizar la mayor cantidad de regeneración de alerce posible y la vegetación asociada a esta.

En las subparcelas se cuantificó la composición de especies y la cobertura de cada de estas encontrada en el sotobosque. Para la medición de cobertura fueron utilizados marcos de PVC de diferentes medidas: un metro cuadrado (100 cm x 100 cm), 0,25 m2 (50 cm por 50 cm) y 0,04 m2 (20 cm por 20 cm), los cuales representan un 25%, 6,25 % y 1% de cobertura respectivamente en proporción a los 4 m^2 de cada subparcela. Los diferentes estratos vegetales evaluados según la metodología de Braun-Blanquet fueron: a) *regeneración* de tepú como única especie arbórea contemplada en la cobertura (< 2 m y < 5 cm de DAP), b) *arbustos* (1-3 m altura), c) *helechos* (0-1 m altura), d) *herbáceas* (0-1 m altura), y finalmente, e) *musgos* (0 - 50 cm altura). Cabe mencionar que las coberturas pueden sobrepasar el cien por ciento, debido a la sobre posición de los diferentes estratos vegetales (Braun-Blanquet 1979) (Anexo 3).

3.5 Análisis de datos

La riqueza específica de las especies vegetales de cada parcela se calculó a través del Índice de Margalef (Dmg) [1], donde los valores inferiores a 2,0 se consideran como zonas de baja diversidad y los valores superiores a 5,0 como indicativos de alta diversidad (Margalef 1995).

$$Dmg=(S-1)/\ln N \qquad [1]$$

Donde *DMg* = Índice de Margalef; *S*= Número de especies arbóreas en cada parcela *N*= número total de especies vegetales (arbóreas y arbustivas) registradas en los dos fragmentos (Margalef 1995).

Primero que todo, es necesario aclarar que en este estudio no se graficó la cobertura de la regeneración arbórea y únicamente se contabilizaron cada uno de los individuos encontrados, a excepción del tepú que, debido a su extensa presencia en las parcelas, se consideró únicamente a esta especie arbórea en los gráficos de cobertura. Respecto a la cobertura del sotobosque, se calculó el promedio de esta para cada especie, considerando las 18 subparcelas de cada parcela por separado (P1 y P2). Esto con la finalidad de expresar el porcentaje de cobertura total del sotobosque en cada parcela. En este porcentaje se contabilizaron las diferentes formas vegetales anteriormente mencionadas, además de fustes y/o ramas de origen externo pero con presencia dentro de las subparcelas. Debido a lo anterior, es que los porcentajes pueden superar el 100% de cobertura.

4. RESULTADOS

4.1. Identificación y localización de sitios con presencia de Alerce

En base a las excursiones (a caballo, a pie y vía fluvial) alrededor de toda la geografía insular desde octubre del año 2017 hasta comienzos del año 2020 (febrero), se pudieron identificar cuatro lugares con presencia de alerce y cinco lugares sólo con presencia de Ciprés de las guaitecas (Figura 3).

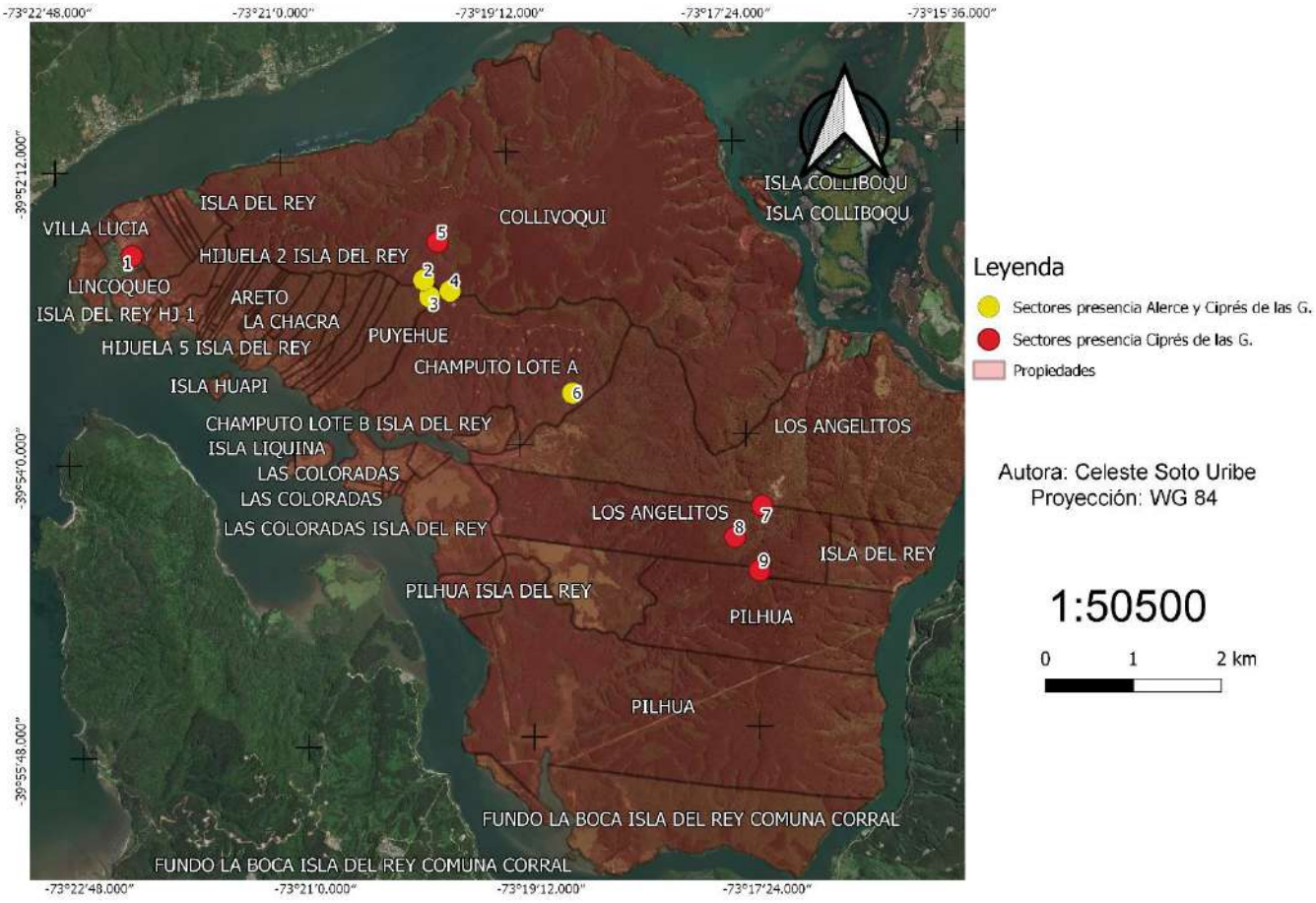


Figura 3. Localización de puntos con presencia de *Fitzroya cupressoides* y *Pilgerodendron uviferum* en la Isla del Rey.

Se encontró alerce en los sectores Puyehue (punto 3), Collivoqui (punto 2 y 4) y Champuto (punto 6), ubicados a una altitud de 200 a 220 m s.n.m. aproximadamente. Alerce siempre estuvo asociado a la presencia de ciprés de las guaitecas,. Tres de los puntos se encontraron inmersos en fragmentos de bosque nativo ubicados en las partes bajas de las laderas de mayor pendiente del sector Collivoqui (puntos 2, 3 y 4), encontrándose rodeados por plantaciones de *Eucalyptus nitens* y *Eucalyptus globulus* de la forestal Anchile (sector Puyehue y Collivoqui). El punto 6, es el único que se encuentra inmerso en una superficie mayor de bosque nativo siempreverde, donde dominan el dosel algunos alerces, cipreses, coigües (*Nothofagus dombeyi* y *Nothofagus nitida)* y canelos, en un terreno que pertenece a la empresa forestal Arauco (sector Champuto).

Respecto a Ciprés de las guaitecas, se encontraron cinco puntos con la presencia de esta especie (sin alerce). El primer lugar se encuentra en pleno centro poblado de la isla, sector Villa Lucía (punto 1), en un humedal que colinda con el patio de al menos cuatro viviendas y al límite de una plantación de

eucalipto. El punto 5 se encuentra inmerso en la plantación de eucalipto de la empresa forestal Anchile sector Collivoqui junto a los puntos 2, 3 y 4 con la presencia de alerce. Respecto a los puntos 7, 8 y 9 se ubican en el sector Pilhua, rodeado de plantaciones de Eucaliptos, donde hasta el momento no se ha encontrado presencia de alerce. Cabe mencionar que todas las poblaciones de alerce y ciprés de las guaitecas se encuentran en zonas bajas de menor pendiente, en condiciones de anegamiento y de difícil acceso, lo que limitó la búsqueda en otros lugares donde fue imposible acceder.

4.2. Ubicación de las parcelas y descripción general de la matriz

Las dos parcelas se encuentran inmersas en dos fragmentos discontinuos de bosque nativo ubicados en las partes bajas de las laderas de mayor pendiente (Figura 3 puntos 2 y 4). Los fragmentos se encuentran rodeados por plantaciones, en este caso de *Eucalyptus nitens* y *Eucalyptus globulus* de la forestal Anchile (Figura 4). Esta situación se repite en la mayoría de los fragmentos con presencia de alerce y ciprés de las guaitecas encontrados en la isla, debido a que estos remanentes pertenecen en su mayoría a las empresas de Anchile y Arauco. La parcela 1 (P1) se encuentra en el sector Collivoqui incluyendo parte del sector Puyehue (Punto 2, Figura 3) a una altitud de 217 m s.n.m., en una exposición suroeste, a unos 35 m de distancia de la plantación más cercana. La parcela 2 (P2) se encuentra al límite norte del sector Champuto (Punto 4, Figura 3,) a una altitud de 200 m s.n.m., en una exposición sureste y a unos 13 m de distancia de la plantación más cercana (Anexo 5, fotografía 11 y 12). Ambas parcelas se encuentran relativamente cerca una de otra (345m), pero no son parte de un solo parche de bosque nativo, pues están separadas por plantaciones de eucalipto. En ambas parcelas fue posible identificar marcas del paso de fuego y tala de individuos, de lo que se sospecha fueron alerces y/o cipreses de las guaitecas. Es así como se encontraron individuos volcados y tocones con cicatrices de fuego, hachazos y cortes de motosierras. También, llamó la atención la presencia de tocones y troncos volcados de lo que se cree fueron coigues, encontrados en el sector Puyehue en una de las entradas para acceder a P1 (Anexo 5, fotografías 18, 19 y 20). Cabe señalar que, según relatos de vecinos y vecinas, hubo ocurrencia de incendios forestales intencionales (hace 60 a 70 años aproximadamente) para despejar el terreno con diferentes fines económicos, además de la tala y extracción de madera para su venta y comercio. Inmerso en el fragmento de bosque nativo donde se encontraba P1, se observaron individuos de mañío hembra), *Laureliopsis philippiana* (Tepa), tineo (no registradas dentro de P1) y canelo. En las cercanías de P2, se encontraron individuos de coigüe de entre 8 a 10 m de altura y en sus cortezas individuos de calahuala (nombre científico).

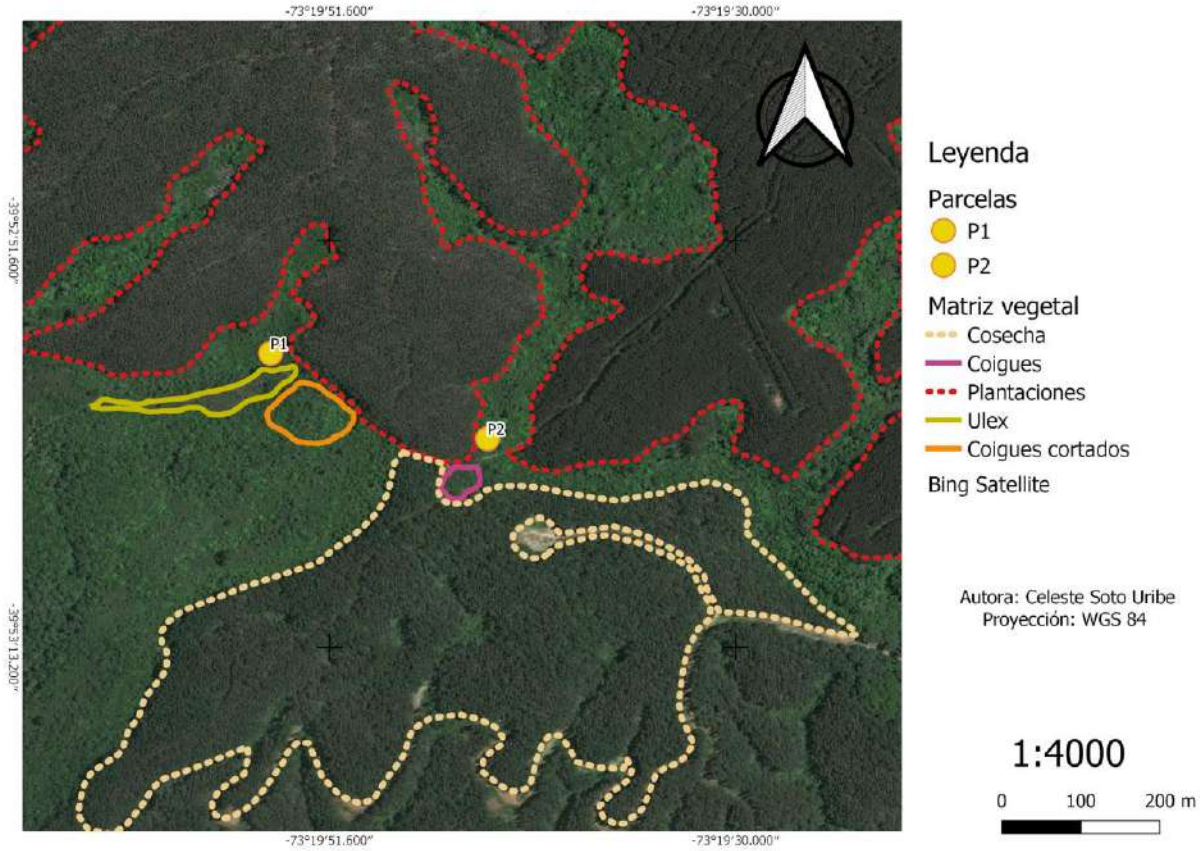


Figura 4. Matriz vegetal colindante a parcelas 1 y 2. En el mapa se muestran los sectores Collivoqui, Puyehue y Champuto de la isla del Rey.

En la Figura 4 se puede apreciar la abundante presencia de espinillo o chacay representada con una línea de color amarillo, justo al sur de P1 y en el límite noroeste del sector Puyehue. En enero de 2019 se realizaron cosechas de plantaciones de eucaliptos (Anexo 5, fotografías 1 y 2) las cuales corresponden a la 2da rotación (Figura 4, zona color beige). Actualmente esta parte se encuentra en un proceso de restauración con especies nativas por parte de la empresa forestal Arauco, donde fueron plantadas 30 hectáreas a una densidad de 1600 plantas de Coigues por ha. Esto debido a la importancia de esta ladera en la cuenca hidrológica del sector Champuto, la que abastece de agua a todo el sector de Las Coloradas (comunicación personal jefe provincial CONAF, Esteban Salinas, 2019).

4.3. Caracterización de la composición y riqueza de especies arbóreas.

En P1 se observa una abundante presencia de tepú (con una altura de 4 a 5 m), el cual presenta un dosel semiabierto del cual emergen alerce y ciprés de las guaitecas. La condición del suelo es de anegamiento constante. Se aprecian grandes superficies de pompón bajo las copas de tepú, con poco

acceso a luz y cubiertos por la hojarasca caída de esta especie. En P2 ciprés y alerce son las especies más abundantes y de mayor altura (de 5 a 10 m). Bajo éstas crece tepú de unos 3 a 4 m de altura, apreciándose la existencia de musgo pompón bajo el dosel y una situación de anegamiento constante del suelo. Fuera de P2 se aprecian huellas y pisadas de animales bovinos y una feca registrada cerca de P2. Se observa al musgo pompón agrupado de manera fragmentada bajo el dosel y una gran presencia de regeneración de alerce.

En términos de la riqueza de especies, fueron identificadas 33 especies vegetales en total en ambas parcelas (Anexo 4), donde 30 fueron encontradas en P1 y 29 en P2. De este número total, 13 especies son arbóreas, pertenecientes a 6 familias botánicas diferentes; *Cupressaseae* (alerce y ciprés de las guaitecas), *Winteraceae* (canelo), *Myrtaceae* (tepú, luma, melí y patagua valdiviana), *Pinaceae* (pino común), *Proteaceae* (fuinque y notro), *Cunoniaceae* (ulmo, tineo), con 10 y 11 especies en P1 y P2, respectivamente (Cuadro 1).

Cuadro 1. Listado de especies arbóreas presentes por parcela

Especies arbóreas	Parcela 1	Parcela 2
Fitzroya cupressoides	x	x
Pilgerodendron uviferum	x	x
Drimys Winteri	x	x
Tepualia stipularis	x	x
Pinus radiata	x	
Lomatia ferruginea	x	x
Luma apiculata		x
Amomyrtus meli	x	x
Embothrium coccineum	x	x
Gevuina avellana	x	x
Eucryphia cordifolia	x	

Myrceugenia planipes	x
Weinmannia trichosperma	x

La riqueza específica fue obtenida a través del índice de Margalef, resultando en 2,6 para la P1 y 2,9 para P2. Esto se debe a que el número de especies arbóreas presentes en cada parcela, se diferencia por tan sólo una especie; pero respecto a la composición, encontramos *Eucryphia cordifolia* y *Pinus radiata* únicamente en P1 y *Luma apiculata*, *Myrceugenia planipes* y *Weinmannia trichosperma* sólo en P2. Llama la atención la presencia de tocones y snags con marcas y partes carbonizadas dentro y fuera de ambas parcelas, (Anexo 5, fotografías 3, 4, 5 y 6). Esto da cuenta de la tala de individuos y la ocurrencia de incendios en años anteriores (data desconocida).

4.4. Caracterización estructural de las especies arbóreas.

4.4.1. Densidad de árboles

Fue posible encontrar 43 árboles de alerce y 22 árboles de ciprés de las guaitecas en P1 y 27 individuos de alerce junto a 102 cipreses en P2 (Figura 5). La extrapolación de estas cifras lleva a 430 árboles/ ha de alerce y 220 árboles/ ha de ciprés de las guaitecas en P1 y 270 individuos/ ha de alerce y 1.020 individuos/ha de ciprés en P2.

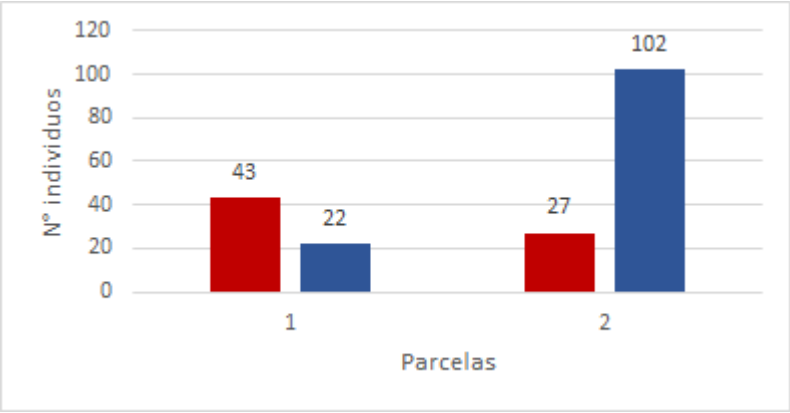


Figura 5. Número de individuos de Alerce (rojo) y Ciprés de las Guaitecas (azul) en Parcela 1 y 2.

4.4.2. Distribución diamétrica

Según los diámetros medidos para ambas especies fue posible identificar que la mayor parte de los individuos corresponden a juveniles de entre 5 a 20 cm de DAP en P1 (Figura 6). En P1 se puede observar que la mayoría de los ejemplares de alerce identificados midieron entre 5 y 10 cm de DAP, y la totalidad de los cipreses estuvieron entre los 5 y 20 cm de DAP (Figura 6). Los individuos con mayor diámetro registrados dentro de P1 son alerces de entre 40 y 50 cm de DAP.

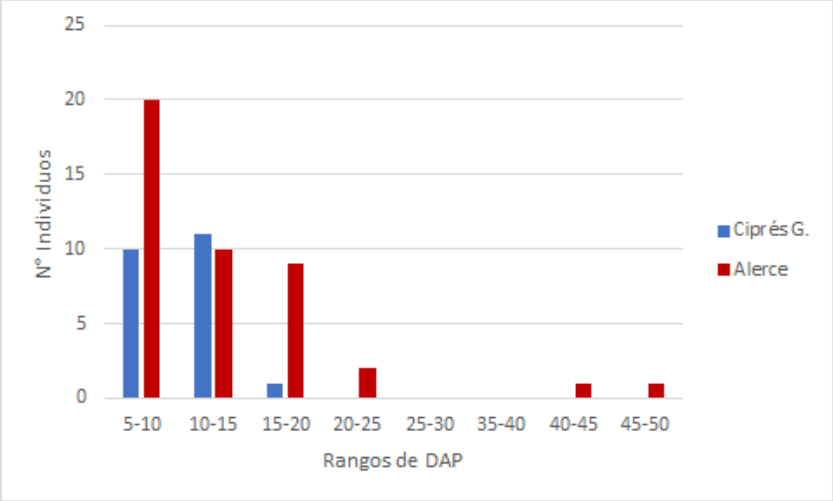


Figura 6. Distribución de clases diamétricas de los individuos de Alerce (rojo) y Ciprés de las Guaitecas (azul) encontrados en Parcela 1.

La figura 7 muestra que en P2 el mayor número de árboles de ambas especies se concentran entre los 10 y 20 cm de diámetro y que también existen varios ejemplares de mayor tamaño (entre 20 y 60 cm de DAP), lo que refleja una mayor variedad de diámetros respecto a P1. Incluso existen individuos de alerce y ciprés entre los 70 cm y 1.5 m de DAP, los que, si bien son escasos, tienen importantes dimensiones si se comparan con el resto de árboles de la parcela. El individuo de mayor tamaño registrado corresponde a un ciprés de las guaitecas de 1,47 m de DAP, siguiéndole dos ejemplares de alerce de 1,15 m y 100 cm de DAP.

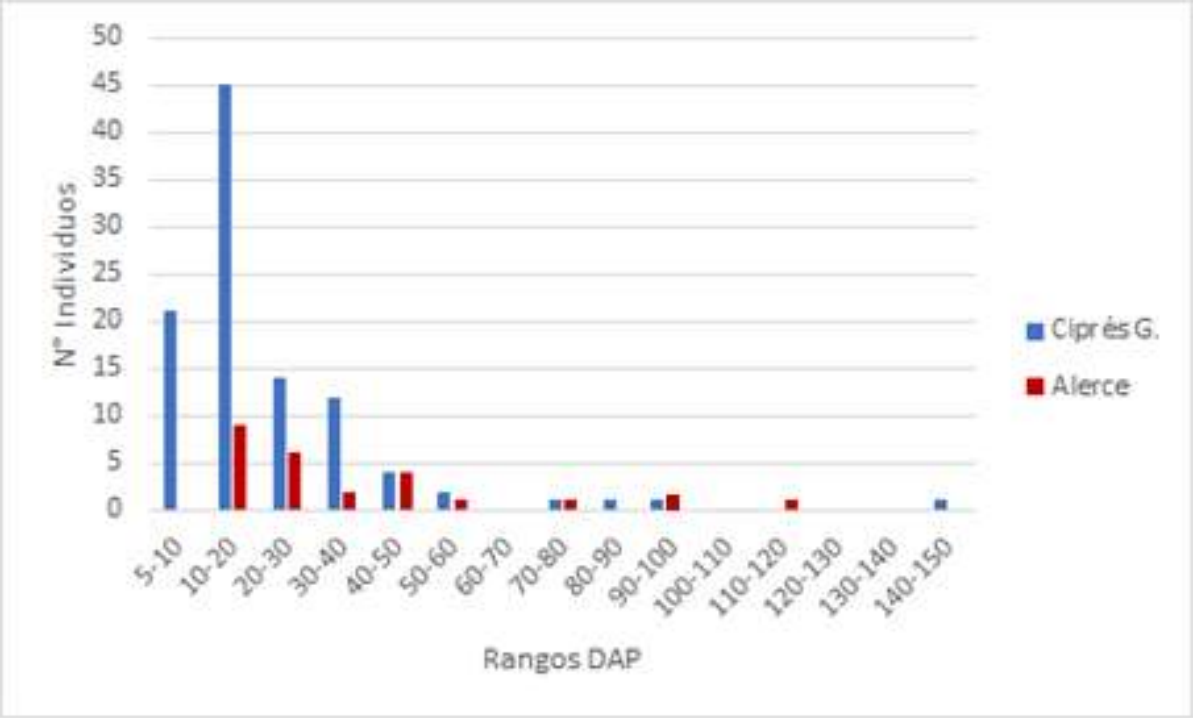


Figura 7. Distribución de clases diamétricas de los individuos de Alerce (rojo) y Ciprés de las Guaitecas (azul) encontrados en parcela 2.

4.4.3. Altura de las especies en cada parcela

Respecto a las alturas registradas, en la Figura 9 es posible constatar que la mayoría de los árboles de ambas especies presentes en P1 se encuentran entre los 5 y 10 metros, con 35 y casi 20 individuos de alerce y ciprés de las guaitecas, respectivamente. Las mayores alturas registradas corresponden a árboles de entre 10 a 15 m donde cinco son alerces y uno es ciprés de las guaitecas (Figura 9). Existe un sólo alerce que mide 16 m.

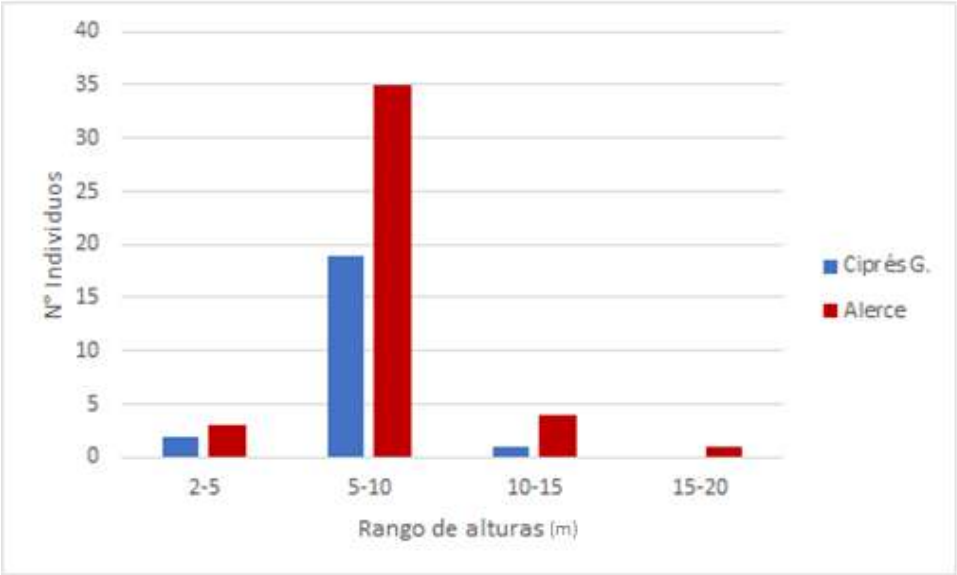


Figura 8. Distribución de alturas (m) de individuos de Alerce (rojo) y Ciprés de las Guaitecas (azul) encontrados en Parcela 1.

En P2 se observa una mayor concentración de individuos de ambas especies entre los 2 y 10 m de altura. La mayor altura para alerce fue de 16 m y 22 m para ciprés.

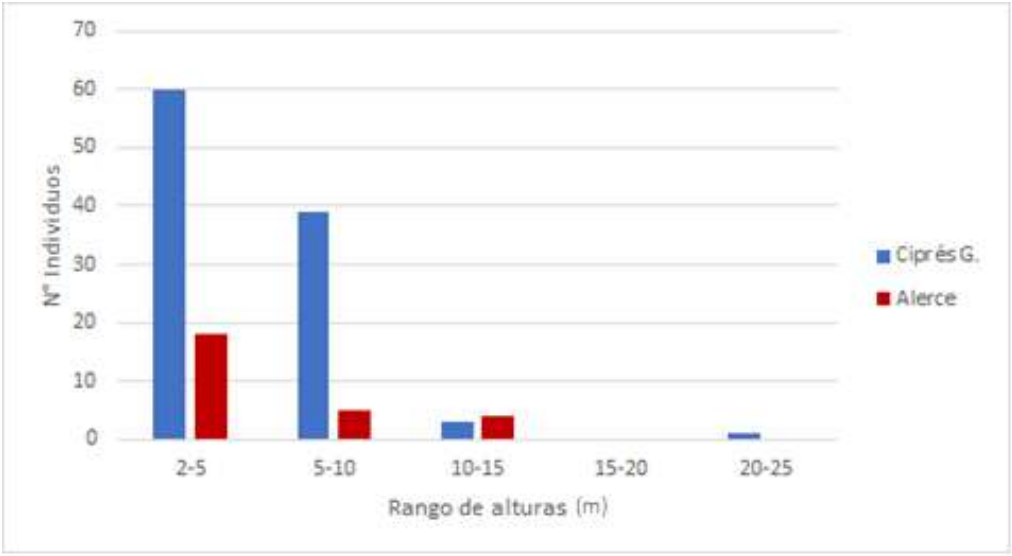


Figura 9. Distribución de alturas de individuos de Alerce (rojo) y Ciprés de las Guaitecas (azul) en Parcela 2.

4.4.4. Posición sociológica

Los estratos sociológicos ocupados en el dosel por las especies de Alerce y Ciprés de las Guaitecas, se pueden observar los cuadros 2 y 3:

Cuadro 2. Número de individuos de alerce y P. uviferum, **y su** porcentaje en cada estrato sociológico en parcela 1

Especie	Total individuos	Sumergidos	Suprimidos	Intermedios	Emergentes	Dominantes
Alerce	43	0	32,5%	46,5%	16,4%	4,6%
Ciprés G.	22	4,5%	13,6%	68,5%	13,4%	0

En P1 encontramos que la mayoría de los individuos de ambas especies se encuentran posicionadas en el estrato intermedio con 20 individuos de alerce y 15 de ciprés, le siguen 14 individuos de alerce que están suprimidos por el dosel y 3 cipreses. Esta última es la única que cuenta con un individuo sumergido bajo el dosel. También es posible observar a 7 individuos de alerce y 3 de ciprés emergiendo en el dosel y finalmente, se aprecia a alerce sobresalir con 2 ejemplares dominantes de 15 y 16 m cada uno (Figura 9).

En P2 se ve que la concentración de ejemplares sigue siendo en el estrato intermedio, 96 cipreses y 21 alerces. El ciprés, debido a la gran cantidad de individuos registrados, tiene una participación protagónica en el dosel de P2. Respecto a los ejemplares suprimidos, encontramos 2 ejemplares de alerces y de ciprés bajo el dosel y sobresaliendo sobre el resto de las copas en total 4 ejemplares de ambas especies.

Cuadro 3. Porcentaje de estratos sociológicos de Alerce y P. uviferum, parcela 2

Especie	Total individuos	Sumergidos	Suprimidos	Intermedios	Emergentes	Dominantes
Alerce	27	0	7%	78%	15%	0
Ciprés G.	102	0	2%	94%	4%	0

4.4.5. Sanidad de individuos

Respecto a la sanidad de la copa se puede apreciar que la mayoría de individuos se encontraban sanos. Los únicos ejemplares que fueron observados con problemas en sus copas corresponden a ejemplares de Ciprés. Esta última especie contaba con el 96% de individuos con una copa sana, sólo un 4% de la totalidad tenía problemas de sanidad en sus copas, lo que se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 4. Sanidad total de ambas especies.

Sanidad	Alerce	Ciprés G.
Sano	69	119
Débil	0	5

Los individuos débiles de ciprés, en P1 se observó sólo un individuo con daño foliar. Este era un ejemplar de 7 m de altura con 6 cm de DAP que era parte del estrato intermedio del dosel.

En P2 encontramos 4 ejemplares de ciprés con daño foliar evidente, dos en el estrato intermedio y 2 suprimidos bajo el dosel. Además, uno de los ejemplares estaba semi volcado y con sus raíces expuestas, de lo cual no se encontraron signos de la caída de ramas o de algún otro ejemplar arbóreo cercano para explicar esta situación.

Cuadro 5. Cipreses de las Guaitecas débiles en P2.

Ejemplar	**DAP cm**	**Altura m**	**Estrato arbóreo**
2	57	5,50	Inter
3	16	6	Inter
4	10	3|	Sup
5	11	3	Sup

4.5. Composición y estructura del sotobosque y regeneración arbórea

4.5.1. Composición y cobertura del sotobosque

Las especies no arbóreas del sotobosque registradas fueron en total 18 especies vegetales de 14 familias diferentes. En P1 se encontraron 12 especies de 13 familias y en P2 17 especies de 14 familias diferentes. En P1 las 13 familias corresponden a Myrtaceae, Desfontainiaceae, Ericaceae, Gricelineaceae, Bromeliaceae, Cyperaceae, Poaceae, Philisiaceae, Alstroemeriaceae, Bignoniaceae, Gesneriaceae, Blechnaceae y Sphagnaceae. Se puede observar en la figura 11 que la mayor cobertura está representada por el helecho *Blechnum chilensis (Costilla de vaca)* con casi un ~35% de cobertura, siguiéndole en porcentaje el tepú con un ~16% y *Griselinia racemosa* (arbusto nativo característico de los bosques de alerce) con ~15%. *Gaultheria insana* también característica de bosques de alerce aparece con 4%, *Desfontaina spinosa* con 5%, *Myrceugenia parvifolia* con ~7%, y *Greigia sphacelata* (Chupón) con ~7%. *Sphagnum spp*. (pompom), *Luzuriaga radicans (*quilineja), *Mitraria coccinea* (botellita) y *Ugni molinae* (murta) poseen una cobertura entre 1 y 2%. En particular llama la atención la presencia del musgo *Sphagnum spp*., del que no se tenía registros de su presencia en la isla.

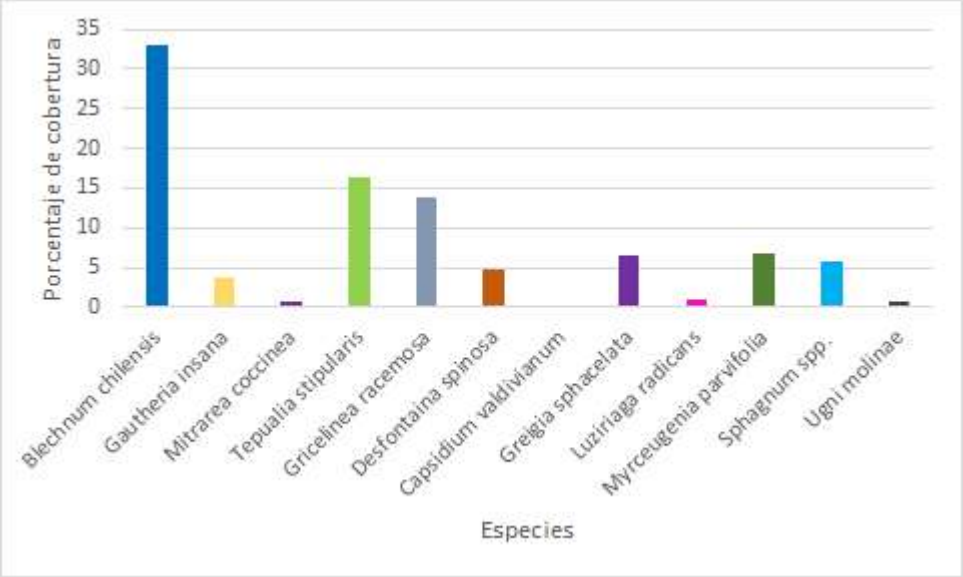


Figura 10. Porcentaje de cobertura de las especies no arbóreas del sotobosque en Parcela 1.

En P2 se encontraron 14 familias diferentes Myrtaceae, Desfontainiaceae, Dicksoniaceae, Ericaceae, Gricelineaceae, Bromeliaceae, Cyperaceae, Poaceae, Philisiaceae, Alstroemeriaceae, Bignoniaceae, Gesneriaceae, Blechnaceae y Sphagnaceae. Se puede observar respecto a la cobertura de estas especies, que existe un gran porcentaje del helecho *B. chilensis* con un 18 %, *Myrceugenia*

parvifolia 10%, *Ugni molinae* y *Desfontaina spinosa* ambas con un 9%, *Blechnum blechnoides* ~8%, *Tepualia stipularis con un 7%*, *Sphagnum spp.* con un 6%, *Gaultheria insana* con un 5% y finalmente, con menos de 4% están *Griselinia racemosa*, *Lophosoria cuadripinata*, *Mitraria coccinea*, *Greigia sphacelata*, *Dendroligotrichum dendroides* (musgo pinito), *Asteranthera ovata* (estrellita) y *Luzuriaga polyphylla.* (Figura 12).

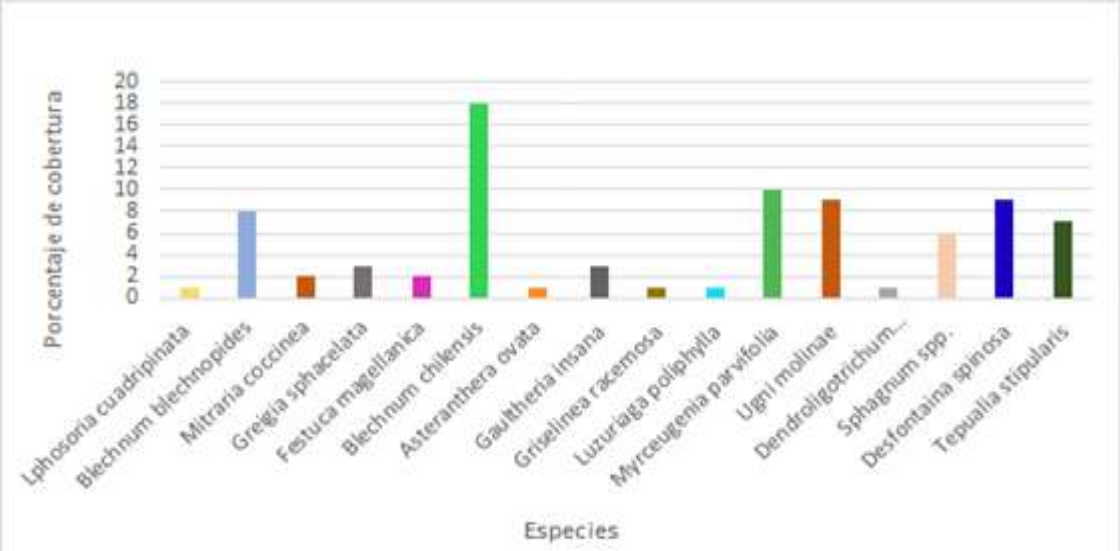


Figura 11. (nombre)

4.5.2 Regeneración arbórea.

Con respecto a la regeneración arbórea en el total de las subparcelas de cada sitio (P1 y P2), se puede observar las siguientes especies regenerando bajo el dosel. En P1: *Fitzroya cupressoides*, *Drimys winteri*, *Lomatia ferruginea*, *Tepualia stipularis*, *Amomyrtus meli* y *Gevuina avellana* (Figura 13). P2 contiene exactamente las mismas especies sólo que a esta lista se suma el ciprés de las guaitecas. En P1 *A. meli* es la especie con mayor número de individuos regenerando bajo el dosel con 11 individuos, le siguen *D. winteri* ,*T. stipularis* ambas con 10 ejemplares, *Lomatia ferruginea* con 9, *Fitzroya cupressoides* con 8 y en último lugar *G. avellana* con 2.

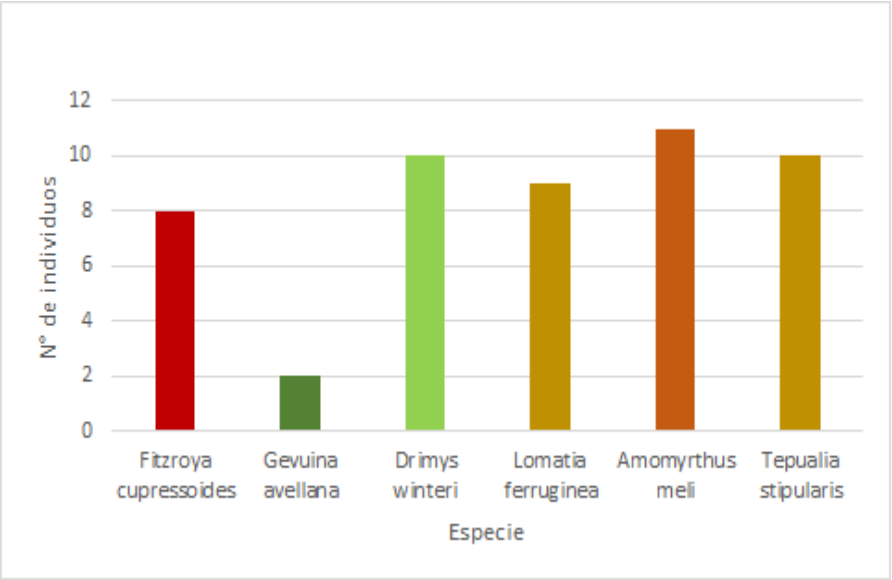


Figura 12. Regeneración arbórea en el total de subparcelas de la Parcela 1

Llama la atención que en P2 se observan más de 90 individuos de *Fitzroya cupressoides* regenerando bajo el dosel, acompañando de *D. winteri* con 20 plántulas, *P. uviferum* con 17, *L. ferruginea* con 6, *T. stipularis* con 3 y finalmente 1 individuo para G. *avellana* y *A. meli*.

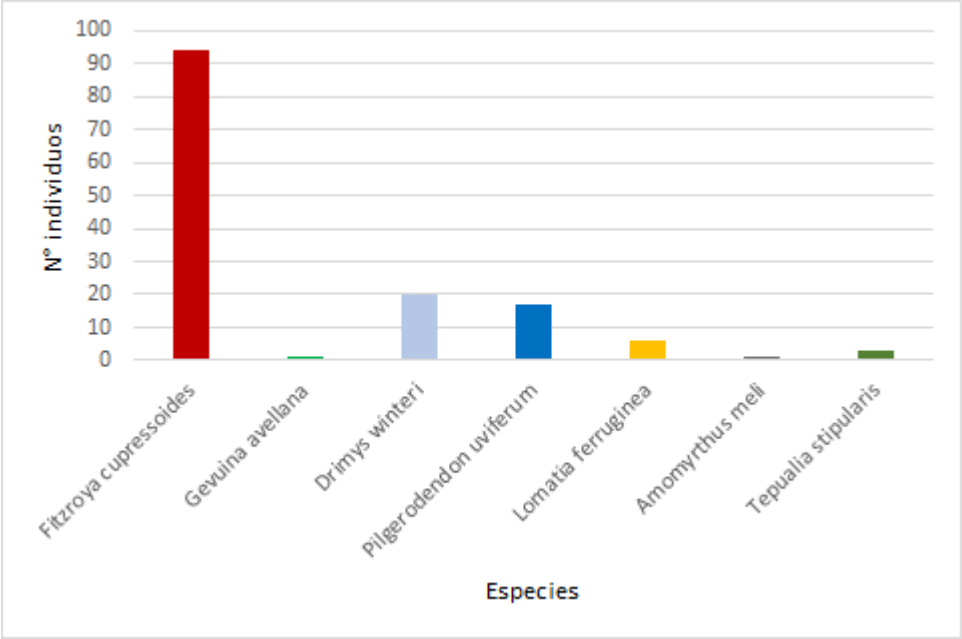


Figura 13. Regeneración arbórea en el total de subparcelas de la parcela 2.

5. DISCUSIÓN

5.1. Identificación y localización de zonas con presencia de *Fitzroya cupressoides*.

Fue posible constatar en terreno la existencia de cuatro lugares con la presencia de esta especie, donde el acceso a estos lugares es mayoritariamente dificultoso y desconocido. Abruptas pendientes, zonas anegadas y densas coberturas boscosas limitan el fácil acceso y recorrido por la isla. La ubicación y altitud de las dos poblaciones muestreadas (200 a 220 m s.n.m.) se asemejan a otras poblaciones de alerce en la Cordillera de la Costa y de Los Andes, donde la presencia de estos individuos es en pequeños bosquetes o fragmentos, los que coexisten junto a especies del tipo Forestal Siempreverde (Donoso, 1981). Además, las condiciones de sitio en ambas parcelas coinciden con las poblaciones de alerce existentes en la Cordillera de la Costa (Donoso, 1981), las cuales se distinguen por suelos poco profundos, y/o con restricciones de drenaje y pendientes suaves (Donoso, 1981).

Estos cuatro fragmentos son catalogados por la CONAF como zonas de alto valor de conservación (Comunicación directa CONAF 2019), los que se encuentran distanciados unos de otros y no cuentan con las medidas ni resguardos necesarios (inexistencia de zonas buffer). Esto último, pues se encuentran rodeados de plantaciones forestales y presentan alto riesgo de incendios además por la presencia de población cercana y por la invasión de especies exóticas vegetales y animales (Anexo 5, fotografía 11 a la 17). Respecto a este último punto, está comprobado que debido a las diversas actividades de manejo forestal, se fomenta el avance de especies invasoras en los territorios donde se desarrolla esta actividad (Pauchard *et al*., 2014). Además, cabe mencionar que las especies de rápido crecimiento utilizadas en las plantaciones de monocultivo (pino y eucalipto), pueden aumentar la evapotranspiración y disminuir el caudal de los cursos de agua en las cuencas hidrográficas donde estos se establecen, pudiendo afectar las napas freáticas (Pauchard *et al*., 2014) y así las poblaciones de alerce y ciprés que requieren de bastante agua para su desarrollo.

Debido a las dificultades para acceder a ciertas zonas de la isla, es posible que alerce se encuentre en otros lugares del territorio. Se recomienda por lo tanto realizar expediciones con la ayuda de un dron, para determinar su presencia en otros sitios potenciales.

5.2. Comparación de la estructura y composición arbórea entre parcelas.

Se observa que la composición de especies entre ambas parcelas no es muy diferente, con valores

de riqueza específica baja según el índice de Margalef (Elgueta, 2013) pero con una diversidad de especies comúnmente esperadas para estos bosques. Este tipo de asociación vegetal encontrada, representan una formación boscosa típica de *Fitzroya cupressoides* de la Cordillera de la Costa (Donoso *et al*., 2004, Szejner *et al.*, 2011 y Urrutia-Jalabert *et al.*, 2015), específicamente a la Alerce - Ciprés de las Guaitecas, por la abundante presencia de tepú en estos bosquetes. La existencia del Tipo Forestal Siempreverde, es típica de bosquetes o individuos de alerce aislados de bajas altitudes después de perturbaciones o alteraciones, tanto en la cordillera de la Costa como de Los Andes (Donoso, 1981).

Llama la atención la alta densidad de ciprés de las guaitecas en P2, donde es posible encontrar hasta 1.020 individuos/ha. Según Schlatter *et al*., (2003) la vegetación indica las condiciones de sitio referente al acceso de agua, el drenaje y la riqueza de los elementos nutritivos del suelo. En este caso, la abundante presencia de ciprés refleja condiciones de anegamiento constante del suelo, condición idónea para esta especie (Bannister *et al*., 2008), pero no exactamente para alerce, la que si bien puede vivir en lugares con estas características, prefiere zonas con mejor drenaje (Donoso 1981). Esto también responde al por qué encontramos menos individuos de alerce en P2, reflejando que las condiciones de sitio entre ambas parcelas, si bien a simple vista se asemejan, cuentan con diferencias que determinan la estructura del dosel. Cabe señalar que estos rodales cuentan con una baja densidad de alerces por ha, en comparación con otros estudios afines. Estos individuos son mayoritariamente juveniles en ambas parcelas, lo que refleja la regeneración y/o rebrote de esta especie después de una alteración de baja a mediana intensidad (Lara, 2016 y Donoso *et al.*, 2016). Sin embargo, también es posible observar, particularmente en P2, individuos de mayores dimensiones de alerce, lo que hace referencia a remanentes de una cohorte más antigua en esta parcela. Estos ejemplares de mayores dimensiones deben ser los responsables de la regeneración presente en el lugar, la que después de la ocurrencia de ciertas perturbaciones, tiende a formar rodales coetáneos (Lara, 2016). Esto no significa que los individuos tengan la misma edad, de hecho el rango de edades puede variar desde años a décadas (Donoso *et al*., 2013). Los estratos sociológicos registrados reflejan esta misma situación, donde se observa en P1 un gran número de ejemplares de alerce suprimidos bajo el dosel, en contraste con P2 que cuenta con un mayor porcentaje de individuos emergentes para ambas especies.

Las alturas registradas de la mayoría de los individuos no superan los 10 m. Esto puede deberse a las condiciones nutritivas de los suelos, donde es posible encontrar grandes concentraciones de aluminio activo (Schlatter *et al*., 2003), lo que dificulta el desarrollo óptimo de las raíces (Urrutia *et al.*, 2015), especialmente en zonas con restricción de drenaje (mencionadas anteriormente), las que aumentan la deficiencia de fósforo, potasio y magnesio (Schlatter *et al*., 2003). Estas condiciones de suelo se encuentran por lo general en la Cordillera de la Costa (Schlatter *et al*., 2003) y comúnmente son estas

restricciones junto a la poca profundidad de estos, que la estructura de las formaciones boscosas que yacen en estos, reflejen bajas alturas y pequeñas dimensiones de sus individuos (Schlatter *et al*., 2003 y Urrutia-Jalabert *et al*., 2015).

En términos de sanidad, se puede decir que el estado de ambas especies es saludable. Si bien fue posible encontrar cinco individuos de ciprés de las guaitecas con problemas evidentes en sus copas, esto puede deberse a que con el paso de los años el dosel se va cerrando cada vez más y la mayor competencia entre individuos limita el acceso al recurso lumínico, lo que puede producir debilitamiento, poco crecimiento y finalmente la mortalidad del individuo (Donoso *et al*., 2014).

5.3. Comparación de la estructura y composición del sotobosque y regeneración arbórea entre parcelas.

Nuevamente, el sotobosque encontrado coincide con los registros de riqueza de los bosques de alerce en general (Donoso *et al*., 2004 y Szejner *et al.* 2011) y con el subtipo Alerce-Ciprés de las Guaitecas en particular, debido a la alta frecuencia de tepú (Donoso et al., 2013). Sin embargo, en términos de composición se observa que P2 tiene mayor riqueza de especies en el sotobosque pero una menor cobertura de esta y más regeneración arbórea que P1, especialmente de ciprés de las guaitecas y canelo, esto tiene sentido si analizamos las condiciones de anegamiento que están presentes P2, donde solo las especies más resistentes a estas pueden establecerse y desarrollarse. Además, no son tan solo las condiciones de sitio de cada parcela (como la apertura de dosel, profundidad, calidad y estado de saturación del suelo) sino que también influyen factores antropogénicos que alteran en las dinámicas estructurales y ecológicas del rodal (Schlatter et al. 2003). Si bien es claro el paso del fuego por ambas parcelas, se desconoce la severidad o magnitud del incendio ocurrido. Según Donoso *et al*. (2013), los incendios forestales tienden a ser bastante heterogéneos en términos de intensidad e impacto en un ecosistema, lo cual es clave para entender la respuesta de la comunidad afectada, especialmente en la dinámica regenerativa del dosel (Donoso *et al*. 2013). A lo anterior se suma las perturbaciones antrópicas del territorio a las que se ven expuestas estas parcelas, alteraciones como el paso de animales o personas por dentro o alrededor de las parcelas (Anexo 5, fotografía 17), el ramoneo, madereo e introducción de especies vegetales alóctonas al territorio. Estos factores, son ser determinantes en la dinámica regenerativa por ende la respuesta del ecosistema alterado (González *et al*. 2005) y son claves para en la estructura y composición de los rodales (González *et al*. 2005 y Donoso *et al.*, 2018). Respecto a este último punto, llama la atención la cercanía de una gran extensión de espinillo ubicada muy cerca de P1. Es necesario advertir que esta especie consta de una exitosa estrategia de colonización, presentando un

rápido crecimiento, alta capacidad de rebrote y creación de semillas, garantizando así su subsistencia a lo largo del tiempo y dificultando su control una vez que ya se ha establecido en un área (Pauchard *et al*., 2014). Asimismo, se automantiene en el tiempo gracias a las perturbaciones antrópicas y además aumenta las dinámicas o regímenes de fuego en el territorio donde crecen (Pauchard *et al*., 2008), lo que representa una gran amenaza para estos fragmentos. Además, fue posible constatar la presencia de pino dentro de P1, lo cual es un antecedente importante debido a que esta especie figura como una de las con mayor potencial invasor de diferentes regiones a nivel mundial (Pauchard *et al*., 2014).

Respecto a la regeneración arbórea encontrada en P2, llama la atención la abundante cantidad de individuos de alerce encontrados, pudiendo deberse estos a menor flujo de transito de animales o personas dentro o alrededor de esta parcela, lo que favorece el crecimiento sin la amenaza de ser aplastado. También es importante considerar que al existir una condición de anegamiento en P2 dificulta el establecimiento de especies menos resistentes, si bien alerce no prefiere estas condiciones le favorece la menor competencia que otorga estas condiciones. Con respecto a esto, es posible observar la presencia de regeneración de ciprés de las guaitecas, que como se mencionó anteriormente prefiere condiciones de sitio de anegamiento constante. Esto coincide con una mayor presencia de musgo pompón en esta parcela. Cabe señalar que es conocida la facilidad de regeneración por rebrote de raíces de alerce y la baja productividad y probabilidad de germinación de sus semillas, por lo que se sospecha, que muchos de estos individuos sean rebrotes (clones) de los individuos más grandes presentes en los rodales (Silla *et al*., 2001).

Es importante señalar que la metodología utilizada para cuantificar la regeneración arbórea de alerce, no es la más efectiva para estimar la representatividad a nivel de rodal, debido a que puede existir una sobreestimación. Sin embargo se optó por implementarla en este caso, por la necesidad de contabilizar la mayor cantidad de regeneración de alerce.

6. CONCLUSIONES

Hacia enero del 2020 se encontraron cuatro lugares con la presencia de Alerce en la Isla del Rey, el cual siempre se encontró acompañado de Ciprés de las Guaitecas. Estos fragmentos se encuentran en su mayoría ubicados en predios de las empresas forestales Anchile y Arauco, donde además existe la presencia de especies invasoras que pueden alterar el equilibrio de estas poblaciones. Cabe destacar que la isla cuenta con todos los factores para comprometer de manera potencialmente dañina, su biodiversidad y en particular, los fragmentos con presencia de alerce. Respecto a esto, es importante que

las empresas realicen los estudios y evaluaciones pertinentes en conjunto con CONAF e involucrando a la comunidad, con el propósito de implementar las medidas necesarias para la protección y resguardos de estos icónicos ecosistemas, que por ley se encuentran protegidos. Además, es importante estudiar las consecuencias que puedan tener la abundante presencia y cercanía de plantaciones de monocultivos a los fragmentos de alerce y ciprés de las guaitecas. Una medida pertinente sería la creación de zonas buffer, inexistentes en este momento, que distancien las plantaciones de estos fragmentos de alto valor de conservación y el control de especies invasoras colindantes.

Cabe señalar que debido a la dificultad del terreno de la isla, se sugiere realizar estudios en terreno con ayuda de un dron, para delimitar la superficie total de las zonas con presencia de alerce y ciprés de las guaitecas y la contabilización de estos individuos para su protección.

No se encontró una mayor diferencia en términos de composición entre ambas parcelas y llama la atención la presencia del musgo Sphagnum spp., del cual no existían registros anteriores para la Isla del Rey. Estos fragmentos con presencia de alerce cuentan con las características típicas de composición y estructura de los bosques de alerce de la Cordillera de la Costa y del subtipo Alerce-Ciprés de las Guaitecas. En términos de estructura entre ambas parcelas, las diferencias se atribuyen a una mezcla de componentes donde toma relevancia las condiciones del sitio, el historial de perturbaciones y principalmente el factor antrópico que interactúa constantemente con estas poblaciones, determinando la estructura del rodal y la cobertura del sotobosque entre ambas parcelas. Queda en evidencia, que las dinámicas de sucesión y regeneración presentes en ambos fragmentos han estado condicionados a las condiciones de sitio y las perturbaciones antrópicas presentes en la isla.

Respecto a la regeneración alerce y ciprés de las guaitecas muestreada en este estudio (según los métodos catastróficos de regeneración de ambas especies), se sospecha que estos individuos deben ser rebrotes y por ende clones de los individuos presentes. En base a lo anterior, se recomienda realizar estudios genéticos y acciones de restauración específicas para alerce en particular. Además, se sugiere estudiar con mayor profundidad las condiciones de sitio, como también la composición y estructura del resto de especies que acompañan a alerce. También es necesario realizar programas de control y extracción de especies invasoras, ya que su presencia significa una amenaza constante para estos delicados ecosistemas. Además en el contexto nacional de la megasequía sostenida que se experimenta en el último milenio, según los datos registrados por el Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR2), se prevé que se experimentará una progresiva aridificación de la zona centro y sur de Chile (CR2, 2015) lo que es un antecedente sumamente importante para estos delicados ecosistemas y considerando el rol fundamental que cumplen estos ecosistemas respecto a la captura, almacenamiento de carbono, pueden ser una gran herramienta para mitigar el eventos climáticos (Urrutia-Jalabert *et al*., 2015) .

Por último, es importante mencionar que existieron limitaciones en el proceso de desarrollo de este trabajo, donde la caracterización de estructura del dosel no incluyó a todas las especies arbóreas. Estas limitaciones se produjeron debido a la situación de pandemia a nivel mundial que obligó a realizar cuarentenas desde el mes de marzo del año 2020, afectando la toma completa de datos planificada para esta investigación.

7. REFERENCIAS

Almeyda E, F Sáez. 1958. Recopilación de datos climáticos de Chile y mapas sinópticos respectivos. Ministerio de Agricultura. Dirección General de Producción Agraria y Pesquera.

Allnutt T R, A Newton, A Lara, A Premoli, J Armesto, R Vergara, M.F. Gardner. 1999. Genetic variation in *Alerce cupressoides* (alerce) a threatened South American conifer. Molecular Ecology

Armesto J, C Villagrán, C Donoso. 1994. Desde la era glacial a la industrial: La historia del bosque templado chileno. Ambiente y desarrollo.

Bannister J, C Le Quesne, A Lara. 2008. Estructura y dinámica de bosques de *Pilgerodendron uviferum* afectados por incendios en la Cordillera de la Costa de la Isla Grande de Chiloé. Universidad Austral de Chile, Instituto de Silvicultura, casilla 567, Valdivia, Chile.

Benoit I. 1989. Libro rojo de la flora terrestre de Chile. CONAF, Santiago, Chile.

Belsky A J, D M Blumenthal. 1997. Review Soils Livestock Grazing of the on Forests. *Conservation Biology*

Blanco D, M Balze. 2004. Los turbales de la Patagonia. Bases para su inventario y la conservación de su biodiversidad. *Wetlands International.* América del Sur 25 de Mayo 758 10º I (1002) Buenos Aires, Argentina.

Braun-Blanquet J. 1979. Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales [ed. 3]. H. Blume Ediciones, Barcelona.

Calderón S, J Gayoso, J Guerra, B Schlegel. 2002. Inventarios forestales para contabilidad de carbono. Manual de procedimientos. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 30 p.

Donoso, C. 1981 a. Tipos Forestales de los bosques nativos de Chile. Doc. de Trabajo N° 38. Proyecto FAO.FO:DP/CHI/76/003.

Donoso C. 2013. Las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina. Autoecología. In Donoso C, Lara A, Escobar B, Premoli A, Souto C eds. Alerce cupressoides. Valdivia, Chile. Marisa Cuneo Ediciones. p. 68-81. Segunda edición

Donoso, C., V. Sandoval, R. Grez, y J. Rodriguez 1993. Dynamics of Alerce cupressoides Forest in Southern Chile. Journal of Vegetation Science".

Donoso C., Gonzales M. y Lara A. 2014. Ecología Forestal. Bases para el Manejo Sustentable y Conservación de Bosques Nativos de Chile. Ediciones UACH. Segunda edición.

Donoso, C.; Grez, R.; Sandoval, V.; Juacida, R.; Gayoso, R. Nuñez, P. 1987. Zonificación, caracterización y subtipificación del Tipo Forestal Alerce. Proyecto de manejo del Tipo Forestal Alerce. Informe de Convenio N° 115. Serie Técnica, Fac. Cs. Forestales, Universidad Austral de Chile (4 tomos). Citado por Donoso 1990.

Elgueta V. 2013. Composición, estructura y dinámica de un bosque secundario de Roble-Raulí en los faldeos orientales de la Cordillera de Nahuelbuta, Región de la Araucanía, Chile.

Donoso, P,: A. Promis, y D. Soto. 2018. Silvicultura de bosques nativos. Experiencias de silvicultura y restauración en Chile, Argentina y el oeste de Estados Unidos. Produced by the Chile Inititiatve, OSU College of Forestry, Corvallis, Oregon USA; printed by Imprenta America, Valdivia, Chile.

Gallardo M. y Contreras I., 2017. Fragmentación y biodiversidad del paisaje, asociada a la construcción de la autopista Valle BioBío en Concepción.

Gonzalez M., Veblen T y Silbod J. Fire history of *Araucaria-Nothofagus* forests in the Andean cordillera of south-central Chile. Instituto de Silvicultura, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile and 2 Department of Geography, University of Colorado, Boulder, CO, USA.

Hall P., Walker S., y Bawa K., 1996. Effect of Forest Fragmentation on Genetic Diversity and Mating System in a Tropical Tree, *pithecellobium elegans*.

Haffer, Jürgen. 1967. . "Speciation in Colombian forest birds west of the Andes ". Amer: Mus. Novitates. No. 2294, pp. 1-57.

Hechenleitner V., P., M. F. Gardner, P. I. Thomas, C. Echeverría, B. Escobar, P. Brownless y C. Martínez A. 2005. Plantas Amenazadas del Centro-Sur de Chile. Distribución, Conservación y Propagación. Primera Edición. Universidad Austral de Chile y Real Jardín Botánico de Edimburgo. 188 pp.

Hawenstein E., Rutherford P. & Gonzales M. (2001) Determinación de la vegetación boscosa original y uso del suelo de la Isla del Rey (Valdivia, Chile).

Illies H. (1960) Geologie der dedend von Valdivia-Chile. N:jB. Geologie und Palaontologie 111:30-110

Lara A. y Villalba R, 1993. 3,620-year temperature reconstruction from *Fitzroya cupressoides* tree rings in southern South America. Science 260: 1104-1106.

Lara A. 2016. Alerce: Los viejos lentos del bosque. Artículo de opinión, facultad de medicina Clínica Alemana, Universidad del Desarrollo.

Margalef R. 1995. Ecología. Barcelona, España. Omega. 255 p.

Molina R., Correa M., Smith C. Y Gainza A. Alerceros Huilliches de la Cordillera de la Costa de Osorno. Editorial Andros 2006.

Moure, M., O. Reyes y M. Casal. 2001. Relación entre el proceso de maduración y la respuesta germinativa al fuego de semillas de dos especies de *Ulex*. III Congreso Forestal Español. Granada: Junta de Andalucía. Pp. 865 -874.

Muñoz M. y Serra V., 2006 Estado de Conservación de las Plantas de Chile. MNHN CONAMA. Ficha de descripción especie "*Alerce cupressoides".*

Nuñez M.A., Simberloff D., Relva M.A. 2008. Seed predation as a barrier to alien conifer invasions. Pauchard A., García R.A., Peña E., González C., Cavieres L.A., Bustamante R. 2008. Positive feedback between plant invasions and fire regimes. *Teline monspessulana* (l.) K.Koch (fabaceae) in central Chile. *Biological Invasions*.

Pujadas R, J Font 1998. Ordenación y planificación territorial. Editorial Síntesis, S, A. Vallehermoso, 34 -28015 Madrid.

Premoli A, P Quiroga, C Souto, M Gardner. 2013. *Alerce cupressoides*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2013.

Kraft G. 1884. Durchforstungen, Schlagstellungen und Lichtungshieben. Hanover, Germany: Klindworthś Verlang. (original no visto).

Ramírez C. 1973 Germinación, crecimiento juvenil y relaciones de competencia de Rubus constructus L f. et M. y Ulex europaeus L. Agricultura Técnica (Chile) 33(2): 90-93.

Ramirez C. 1982 La vegetación nativa del sur de Chile. Creces (Chile) 3(6-7): (40-45).

Rodas F. 2014 Memorias de los trabajadores de los Altos Hornos de Corral: Análisis del proceso de proletarización en la producción de carbón vegetal, 1940- 1950. Instituto de Historia y Ciencias Sociales, Universidad austral de Chile.

Szejner P, C Le Quesne, M González, D Christie. 2011. Recuperación de bosques de Pilgerodendron uviferum (D. Don) Florin luego de perturbaciones antrópicas en la Cordillera de la Costa de Valdivia, Chile.

Silla F, S Fraver S, A Lara, T Allnut, A Newton. 2001. Regeneration and stand dynamics of Fitzroya cupressoides (Cupressaceae) forests of southern Chile's Central Depression. a Instituto de Silvicultura, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile Institute of Ecology and Resource Management, The University of Edinburgh, Darwin Building, Mayfield Road, Edinburgh EH9 3JU, UK

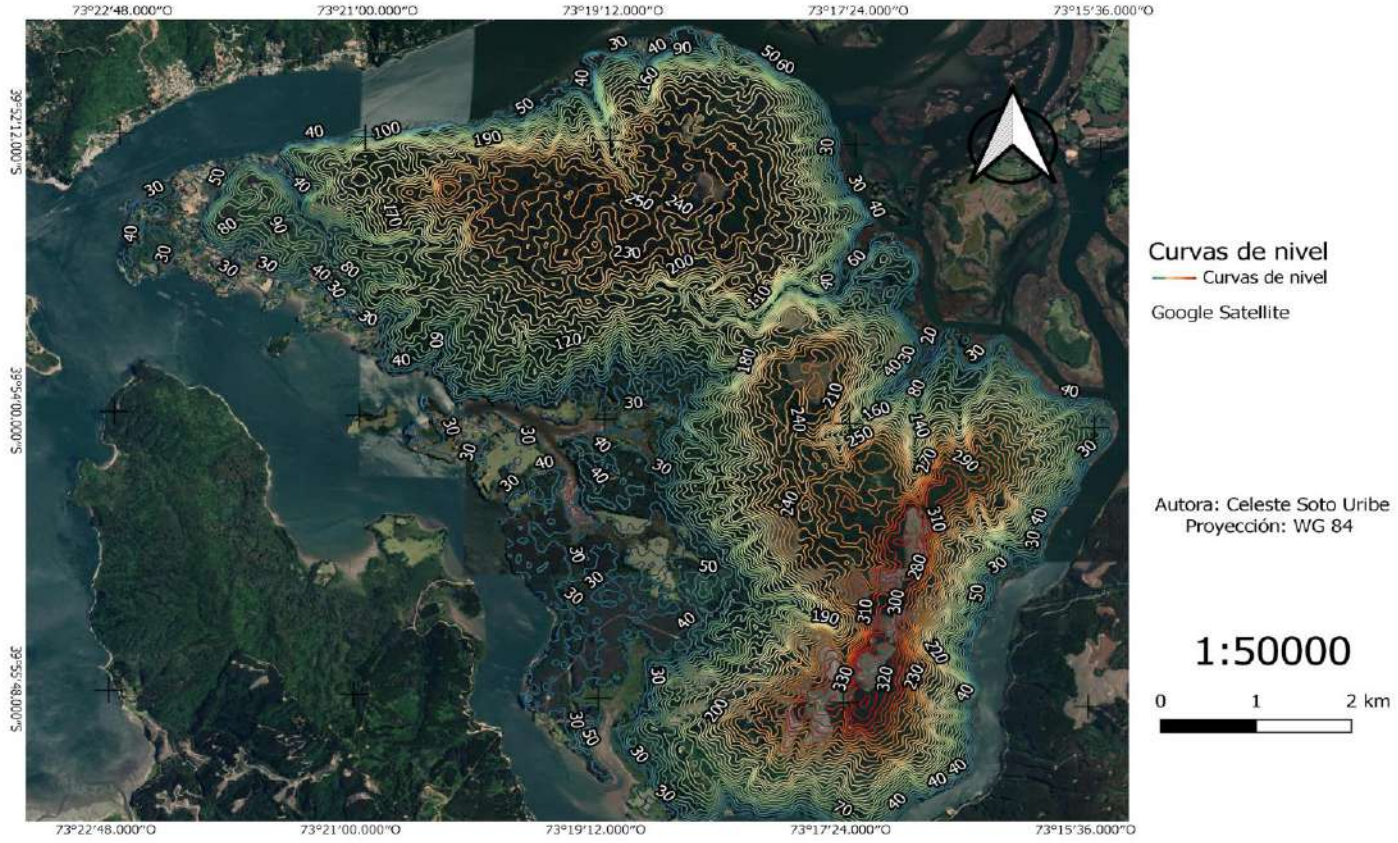
Soto D. 2008. Comunicación breve, Nuevo registro de una población de Alerce cupressoides (molina) I.M. Johnst. En su límite norte en la Isla del Rey, Chile. Gayana Bot. 66(1) Concepción 2008

UICN (Unión internacional para la conservación de la naturaleza). Consultado el 20/02/2020, link < https://www.iucnredlist.org/species/30926/2798574 >.

Zamorano C, L Cayuela, J Rey-Benayas, P Donoso, D Geneletti, R J Hobbs. 2014. The differential influences of human-induced disturbances on tree regeneration community: a landscape approach.

ANEXOS

Anexo 1. Mapa de pendientes Isla del Rey.



Anexo 2. Cuadro descripción de las diferentes posiciones sociológicas

Posición sociológica		Características
Emergentes		Árboles de un desarrollo muy superior al resto presente en el rodal, generalmente provienen de la generación anterior.
Dominantes		Las copas reciben luz directa por arriba y por los lados.
Intermedias		Árboles más pequeños. Reciben luz directa, escasa desde arriba y ninguna de los lados. Cuando son intolerantes, con el tiempo tienden a bajar su crecimiento o mueren en esta posición. Los tolerantes, mantienen su posición o suben al dosel superior.
Inferiores:		Las copas están totalmente por debajo del nivel general.
	-Suprimidos	No reciben luz ni de arriba ni de los lados. Los intolerantes mueren.
	-Sumergidos	Los tolerantes, mantienen su posición o suben al dosel superior en ausencia de perturbaciones exógenas o endógenas.

Anexo 3. Escala de abundancia- dominancia de Braun-Blanquet.

Índice	Significado
r	Un individuo, cobertura despreciable
+	Más individuos, cobertura muy baja
1	Cobertura menor a 5%
2	Cobertura del 5 al 25%
3	Cobertura del 25% al 50%
4	Cobertura del 50 al 75%
5	Cobertura igual o superior a 75%

Anexo 4. Composición de especies en parcelas 1 y 2.

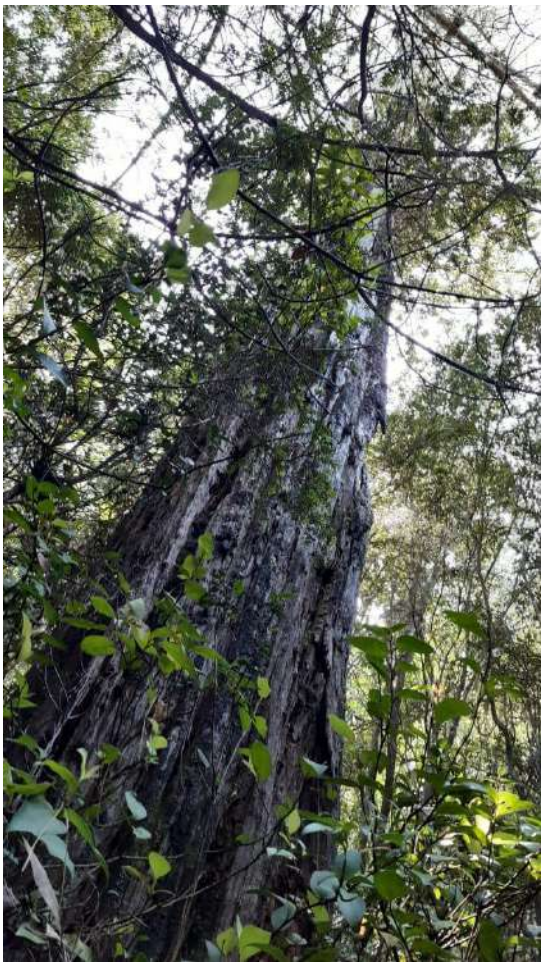
Especies arbóreas	**Parcela 1**	**Parcela 2**
Amomyrtus meli	x	x
Drimys winteri	x	x
Embothrium coccineum	x	x
Eucryphia cordifolia	x	x
Fitzroya cupressoides	x	x
Gevuina avellana	x	x
Lomatia ferruginea	x	
Luma apiculata		x
Myrceugenia planipes		x
Pilgerodendron uviferum	x	x
Pinus radiata	x	
Tepuealia stipularis	x	x
Weinmannia trichosperma		x
Especies arbustivas		
Chusquea sp.		x
Desfontainia spinosa	x	x
Gaultheria mucronata	x	x
Gaultheria insana	x	x
Greigia sphacelata	x	x

Myrceugenia parvifolia	x	x
Ugni molinae		x
Herbáceas		
Anemone hepaticifolia		x
Uncinia tenuis		x
Trepadoras		
Campsidium valdivianum	x	x
Lapageria rosea	x	x
Luzuriaga radicans	x	
Luzuriaga polyphylla		x
Mitraria coccinea	x	x
Helechos		
Blechnum blechnoides		x
Blechnum corralense	x	
Blechnum chilense	x	x
Blechnum hastatum	x	
Lophosoria quadripinnata	x	x
Musgos		
Sphagnum sp.	x	x

Anexo 5. Fotografías terreno

1. Vista desde la cosecha forestal hacia el fragmento de bosque nativo donde se encuentra P2, ladera sur sector Collivoqui.

2. Vista desde límite suroeste del sector Puyehue, de fondo se observa el río Torna galeones.



3. Árbol de alerce muerto en pie, con cicatriz de intento de tala. (Parcela 2)

4. Cicatriz árbol de alerce

5. Tocón de alerce con muestra de cicatrices de fuego en base y parte superior, sector Parcela 1.

6. Alerce muerto en pie, sector Parcela 2 (fuera de la parcela), de fondo se aprecia la cercanía del lugar con las plantaciones de monocultivo.

7. Vista a la Parcela 1

8. Vista al interior de la Parcela 1

9. Vista hacia la Parcela 2.

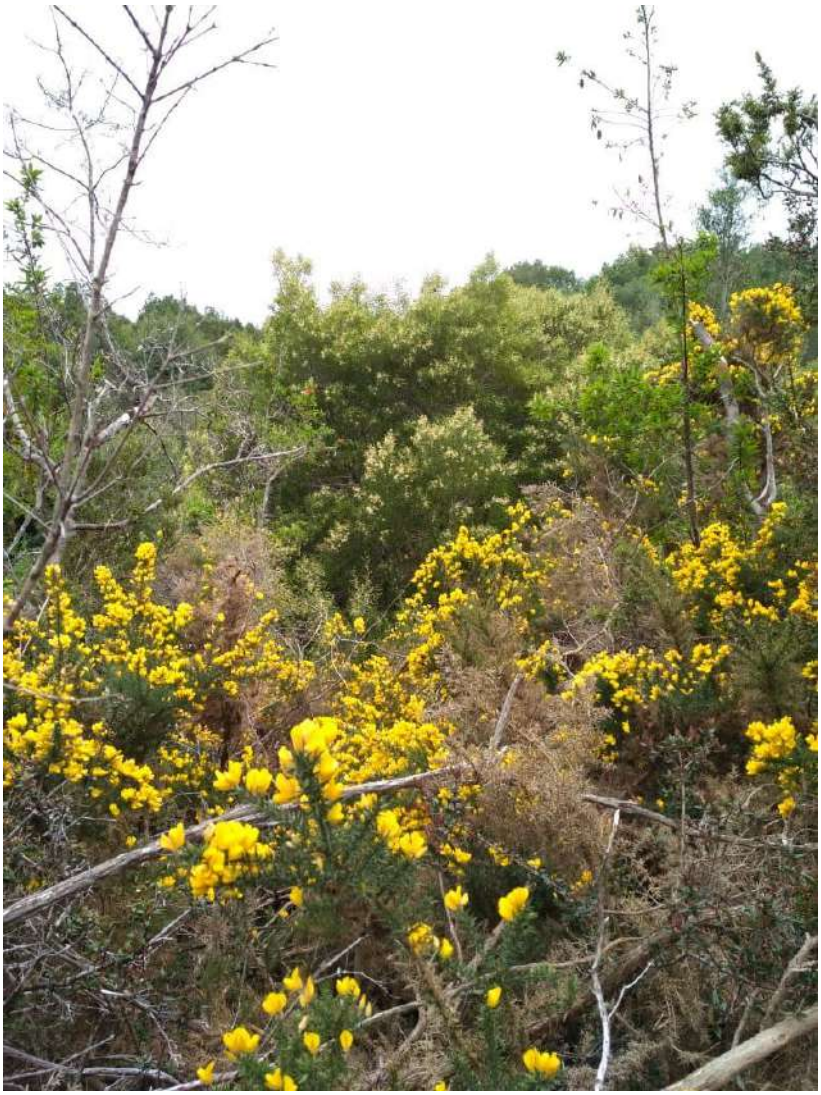
10. Vista desde el interior de la Parcela 2.

11. Vista a la entrada norte de la Parcela 1, desde la plantación del monocultivo, sector Collivoqui. Se observa un alerce de medianas dimensiones indicando la entrada del fragmento.

12. Vista a la Parcela 2, desde plantación de monocultivo, sector Collivoqui. Se aprecian alerces y cipreses sobresaliendo en el dosel.

13. Pino muerto dentro del sector Parcela 1

14. Conos de pino en sector Parcela 1



15. Espinillo inmerso en bosque siempre verde, cercano a la Parcela 1, sector Puyehue.

16. Perro de vecino en bosque siempreverde colindante con los fragmentos de alerce.

17. Bosta de animal bovino cercano a la Parcela 1, limite sector Collivoqui y Champuto.

18. Tocón y árbol de alerce muerto en pie, ambos con cicatrices de fuego, dentro de la Parcela 1

19. Coigues volteados camino a Parcela 1 por el sector Puyehue límite norte, colindante con sector Collivoqui.

20. Coigues volteados camino a Parcela 1 por el sector Puyehue límite norte, colindante con sector Collivoqui.

RESUMEN PÚBLICO
PLAN MAESTRO
FORESTAL ANCHILE LTDA

MAYO DE 2023
OSORNO

1.- Identidad y Objetivos

Forestal Anchile Ltda., es una empresa chilena de capitales japoneses, que fue fundada el año 1989 por Daio Paper Corporation.

El objetivo principal de Forestal Anchile Ltda., es el establecimiento de plantaciones forestales de Eucalipto y su posterior manejo silvícola, cosecha y comercialización de la madera en forma sustentable en el tiempo, entendiendo que el propósito de producir madera y otros productos y servicios del bosque debe ser en armonía con el medio ambiente y las personas, respetando y cumpliendo los principios y criterios de los estándares a los que la empresa está adherida; Forest Stewardship Council® (FSC®) y de CERTFOR/PEFC Chile.

En el ámbito de la Responsabilidad Social Empresarial, todo el que hacer de la empresa está orientado por la Política Integrada en Aspectos, Ambientales, Sociales de Seguridad y Salud Ocupacional que ha creado e implementado y que a continuación se presenta:

POLITICA AMBIENTAL, SOCIAL, SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL.

"FORESTAL ANCHILE LTDA., tiene como objetivo principal el establecimiento de plantaciones forestales y su posterior manejo, cosecha y comercialización de manera económicamente viable, ambientalmente responsable y socialmente aceptada.

Entendiendo que el propósito de producir madera, y otros productos y servicios provenientes del bosque debe ser en armonía con el medio ambiente, y junto a las personas y a las comunidades con las cuales se relaciona, FORESTAL ANCHILE LTDA., se compromete a:

1. Mejorar continuamente la rentabilidad de las plantaciones forestales, a través de la implementación de nuevas tecnologías y buenas prácticas forestales, que sean ambientalmente responsables y socialmente aceptadas.

2. Prevenir, minimizar o mitigar impactos negativos producto de las operaciones de la empresa, sobre el medioambiente, los trabajadores y comunidad vecina.

3. Conservar y proteger el bosque nativo que se encuentra en el patrimonio de la empresa.

4. Participar en la comunidad como un vecino más, estableciendo canales de comunicación claros y eficientes.

5. Promover iniciativas que vayan en beneficio mutuo de la comunidad y la empresa.

6. Apoyar el desarrollo local en comunidades relevantes cercanas al patrimonio de la empresa, mediante la coordinación y gestión de recursos, en conjunto con municipios, servicios públicos y otros actores importantes.

7. Respetar las comunidades vecinas e indígenas, en relación a sus costumbres, tradiciones, religión y patrimonio.

8. Promover la salud ocupacional y seguridad de los trabajadores directos y de las empresas contratistas, mediante prácticas no contaminantes y menos riesgosas.

9. Elevar la calidad de vida de los trabajadores directos y de las empresas contratistas, mediante la modernización y mejoramiento de las condiciones de trabajo.

10. Respetar la legislación nacional vigente en materias ambientales y laborales, además los convenios internacionales: CITES, RAMSAR, Biodiversidad y aquellos de la Organización Internacional del Trabajo OIT, específicamente:

- Convenio 29 sobre, Trabajo Forzoso
- Convenio 87 sobre, Libertad Sindical y Protección del Derecho de Sindicación
- Convenio 98 sobre, Derecho de Sindicación y de Negociación Colectiva
- Convenio 100 sobre, Igualdad de Remuneraciones
- Convenio 105 sobre, La abolición del Trabajo Forzoso
- Convenio 111 sobre, La Discriminación en el Empleo
- Convenio 138 sobre, Edad Mínima
- Convenio 182 sobre, Las Peores Formas de Trabajo Infantil
- Convenio 169 sobre, Pueblos Indígenas y Tribales

Forestal Anchile Ltda., adhiere a los Principios y Criterios del **Forest Stewardship Council®,** licencia **FSC® C019563** y **CERTFOR/PEFC Chile**, los cuales se compromete a respetar y cumplir.

Para dar cumplimiento a esta Política, se deberá capacitar y entrenar a todo el personal de la empresa, contratistas y sus trabajadores.
Es responsabilidad del personal de Forestal Anchile Ltda., difundir esta Política entre sus proveedores, clientes y otras partes interesadas.

2.- Descripciones del Recurso, Manejo y Conservación

Este Resumen Público del Plan Maestro de la Empresa, será revisado y actualizado anualmente, en este proceso participan todos los responsables del manejo forestal de la empresa, debiendo finalmente ser aprobado por la Gerencia General.

El patrimonio de Forestal Anchile Ltda., se ubica en las regiones de: La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos y su composición se detalla en el cuadro siguiente:

Cuadro Nº1-A. Patrimonio de Forestal Anchile Ltda. (31/12/2022).

Usos	Superficie(ha)	Superficie (%)
Plantaciones Forestales exóticas	28.399,0	48,3
Terrenos a Plantar	1.924,5	3,3
Total Productivo *	***30.323,5***	**51,6**
Protecciones Permanentes	13.805,6	23,5
Bosques Nativos	12.571,1	21.4
Total Nativo *	***26.376,7***	**44,9**
Otros Usos *	***2.060,3***	**3,5**
TOTAL *	**58.760,5**	**100,00**

El cuadro Nº1 muestra que la superficie existente, de plantación al 31 de diciembre de 2022, es de 28.399,0 ha (48,3% de la superficie total) y que 26.376,7 ha (44,9%) están cubiertas por vegetación nativa, destinada a proteger los suelos, los recursos hídricos y la biodiversidad, transformando a la Empresa en una de las que hace más aporte de superficie de acuerdo a su tamaño, en pro de la conservación del bosque nativo y del medio ambiente.

En el cuadro N°1-B se muestra la evolución del Uso Histórico del Suelo, tomando como base la existencia del año 1994 y considerando los movimientos hasta el 2022, movimientos relacionados con Compras, Ventas, Cosechas, Construcción de Caminos y Actualizaciones Cartográficas. Las diferencias relativas a la disminución de superficie de Bosque Nativo y Protecciones, se explican por las ventas de predios que involucraban una alta participación de este tipo de uso de suelo.

Cuadro N° 1-B: Descripción Uso Histórico del Suelo (ha).

Uso de Suelo	1994	2022
A Forestar (Praderas en 1994)	5.248,6	1924,5
Plantación	23.045,9	28.399,0
B. Nativo	17.606,7	12.571,1
Protección Permanente	15.372,6	13.805,6
Protección Temporal	1.673,9	
Otros Usos	1.083,1	2.060,3
TOTAL	**64.030,8**	**58.760,5**

Certificación:

Cuadro Nº2.A Resumen General Superficie Certificada FSC® (31/12/2022)

	Superficie (ha)		Plantaciones (ha)
Superficie Total	**58.760,5**		**30.394,9**
Superficie certificada FSC®	**57.793,6**		**29.497,4**
Superficie No certificada FSC®	**966,8**		**897,5**
Bosque Nativo Certificado FSC®	**26.376,7**		

Cuadro Nº3.A Resumen Superficie No Certificada FSC® por encontrarse en Litigios, Traspasada, Sustituida (31/12/2022)

Predio	Sup. Plantación No Certificada (ha)	Total de Superficie (ha)
Mashue (Litigio Legal)	4,3	39,1
Pato Llico (Litigio Legal)	30,1	64,6
Superficie Sustituida Post 94	794,2	794,2
Vivero	68,9	68,9,0
Total	**897,5**	**966,8**

Cuadro Nº2.B Resumen General Superficie Certificada CERTFOR/PEFC Chile (31/12/2022)

	Superficie (ha)	Plantaciones (ha)
Superficie Total	**58.691,5**	**30.394,9**
Superficie Certificada CERTFOR	**57.760,8**	**29.956,1**
Superficie No certificada CERTFOR	**999,6**	**438,8**

Cuadro Nº3.B: Resumen Superficie No certificada CERTFOR/PEFC Chile por encontrarse en litigios o traspasada (31/12/2022).

Predio	Sup. Plantación No Certificada (ha)	Total Superficie (ha)
Mashue (Litigio legal)	4,3	39,1
Pato Llico (Litigio Legal)	30,1	64,6
Calabozo 1 (Predio Nuevo)	106,6	390,5
Vivero	68,9	68,9
El Refugio (Predio Nuevo)	2,2	102,7
Parga (Predio Nuevo)		47,7
Calabozo 2 (Predio Nuevo)	136,3	173,3
Parcela 12 – Fresia (Predio Nuevo)	90.4	112.8
Total	**438,8**	**999,6**

En el Cuadro Nº4 se indican las principales especies forestales y la superficie existente en el patrimonio de la Empresa. Se destaca ampliamente Eucalyptus nitens como la especie más importante.

Cuadro Nº4. Principales Especies Plantadas (al 31 de diciembre de 2022)

Especie	Total superficie (ha)
Eucalyptus nitens	25.342,5
Eucalyptus globulus	732,4
Pino Insigne	1.324,7
Pino Oregón	523,2
Otras especies	475,7
Total	**28.399,0**

El año 1994, después de algunas pruebas, la empresa determinó utilizar la especie Eucalyptus nitens para establecer operativamente en sus plantaciones, decisión basada principalmente en las características de esta especie, como son: tolerancia a las bajas temperaturas de la zona, su rápido crecimiento, densidad y buen volumen.
Otras especies como el Pino insigne y Pino Oregón se han ido incorporando en pequeña escala dentro de nuestro patrimonio, en sitios donde el desarrollo de la especie Eucalipto no ha sido el esperado, resultando más atractivo económicamente perseverar con estas otras especies, generando de paso la oportunidad de diversificar la matriz productiva disponible.

2.1 Objetivo del Manejo.

La Empresa maneja sus plantaciones, con el objetivo de maximizar su aprovechamiento en la producción de madera de Eucalipto, destinada principalmente a la producción de astillas para la fabricación de celulosa, la cual es finalmente transformada en productos terminados de papel.

2.2 Productos Forestales No Maderables (PFNM).

La Empresa está consciente que dentro de su patrimonio, especialmente en las áreas de bosque nativo, existen Productos Forestales No Maderables (PFNM) que crecen en forma natural, los cuales básicamente son hongos comestibles, plantas para uso alimenticio, frutos silvestres, especies vegetales de usos medicinales, químicos o farmacéuticos, semillas y tallos comestibles, fibras vegetales, etc., que son recolectados desde hace mucho tiempo por algunos vecinos y comunidades locales desde nuestros predios, sin habérseles impedido el acceso a ninguno de ellos.

Desde el año 2014, hemos iniciado un trabajo de mayor acercamiento con los vecinos, en el cual se incluye una encuesta referente a los PFNM, con el objetivo de determinar cuáles son aquellos productos más demandados, la época en que se recolectan, los lugares y la cantidad, de tal manera de proteger las áreas de recolección y empadronar a los recolectores, todo lo anterior tendiente a prevenir y evitar daños a los ecosistemas donde existen, y generar de esta forma la sustentabilidad de existencia y abastecimiento de estos recursos en el tiempo.

2.3 Áreas de Alto valor de Conservación (AAVC).

Hasta el momento la Empresa ha definido en su patrimonio, 69 áreas de importante valor ambiental o social, que las ha declarado como Áreas de Alto Valor de Conservación (AAVC), cubriendo una superficie de 5.600,5 ha, equivalente al 10% del patrimonio (Ver Cuadro Nº 6).

Cuadro Nº6 Resumen de AAVC

Cuadro resumen de Altos Valores de Conservación en Forestal Anchile LTDA.									
Categoría de AVC	Subcategoría de AVC	Descripción AVC	Descripción del alto valor	Región	Comuna	Sector	Predios	Cantidad AVCs	Superficie (ha)
AVC 1	AVC 1.1	Áreas Protegidas	Área colindante al Parque Nacional Alerce Costero donde están representados núcleos boscosos relevantes, a saber: Bosque Laurifolio templado costero de Weinmannia trichosperma y Laureliopsis philippiana, Bosque resinoso templado costero de Fitzroya cupressoides y Bosque laurifolio templado interior de Nothofagus dombeyi y Eucryphia cordifolia. También es parte del Sitio prioritario para la Biodiversidad, de Conama 2002.	Los Ríos	La Unión	Cumlelfu - Punilahue	Punilahue (11) y Sta. María de Punilahue (119)	1	4107,0
	AVC 1.1	Áreas Protegidas	Área colindante al Sitio Ramsar, Santuario de la Naturaleza, Carlos Anwandter (Río Cruces). Este lugar sirve de buffer al Santuario que constituye un ecosistema muy relevante por sus características de humedal, generado después del Terremoto y Maremoto de 1960. Este sitio se destacó por su importancia mundial en la reproducción del cisne cuello negro (Cygnus melancoryphus); alberga además a una especie en peligro de extinción como el huillin (Lontra provocax) y, entre otras, una vegetación ripariana que estabiliza sus orillas y por tanto entregando protección de ellas y dando condiciones para el refugio de variadas especies de fauna y regulación de ciclos biogeoquímicos.	Los Ríos	Mariquina	Sector Bellavista	Bellavista A (24) y Bellavista B (111)	1	114,5
	AVC 1.2	Especies raras, amenazadas y en peligro	Área inserta en el sitio denominado Sitio Prioritario Humedal de Mahuidanche (CONAMA 2002), donde se encuentra el Huillin o Nutria de Río, Lutra provocax, especie considerada en "Peligro de extinción" (Iriarte, 2008; UICN, 2011). Esta área corresponde a fragmentos de bosque nativo pantanoso y zonas de "hualves". Estos bosques son denominados también "pitrantos", las especies principales son la Pitra, el Temu y el Canelo	Araucanía	Toltén	Ultra Boldo	San Germán (53)	1	468,9
AVC 2		Grandes ecosistemas a escala de paisaje significativos a nivel global, nacional o regional	Está constituido por un núcleo boscoso que forma parte de uno mucho mayor en la Cordillera de la Costa de Osorno, por lo tanto, provee conectividad y además puede constituir una importante área de amortiguación para la conservación del resto de los bosques. Según Luebert y Pliscoff (2006) esta área se encuentra en el Piso vegetacional "Bosque laurifolio Templado Interior de Nothofagus dombeyi y Eucryphia cordifolia". Las especies que dominantes son las del Tipo Forestal Siempreverde, subtipo Tolerantes emergentes y Siempreverde, subtipo Siempreverde, entre otras, su dosel dominante presentaespecies tales como olivillo (Aextoxicon punctatum), ulmo (Eucryphia cordifolia), lingue (Persea lingue), tepa (Laureliopsis philippiana) y algunos individuos remanentes de coihue (Nothofagus dombeyi).	Los Lagos	Purranque	Purranque	Los Riscos (03)	1	451,1
AVC 3		Áreas dentro de o que contienen Ecosistemas raros, amenazados o en peligro	Está área presenta la presencia de Alerce (Fitzroya cupressoides), especie que se encuentra catalogada como una especie En Peligro (Benoit, 1989) por el RCE del Ministerio de Medio Ambiente y Monumento Natural según el D.S. 490 de 1976. Este bosque de Alerce queda en el piso vegetacional "Bosque laurifolio templado interior de Nothofagus dombeyi y Eucryphia cordifolia" (Luebert & Pliscoff, 2006).	Los Ríos	Corral	Tres Chiflones	Los Alerces (80)	1	4,2
						Isla del Rey	Collivoqui (74)	1	26,3
AVC 4	AVC 4.1	Protección de cuencas receptoras	Aquí están representadas las 60 Tomas de Agua catastradas que están dentro o asociadas al patrimonio de Forestal Anchile Ltda., las cuales están ubicadas entre la comuna de Lanco por el Norte hasta la comuna de Purranque por el Sur. Estas tomas de agua abastecen de agua para consumo humano, riego y ganado , a usuarios individuales o colectivos. La vegetación de estas áreas asociadas a las tomas de agua corresponde, según Luebert y Pliscoff 2004, a los pisos vegetacionales Bosque caducifolio templado de Nothofagus obliqua y Laurelia sempervirens, Bosque laurifolio tamplado interior de Nothofagus dombeyi y Eucryphia cordifolia y Bosque laurifolio templado de Weinmannia trichosperma y Laureliopsis phillippiana.	Los Ríos, Los Lagos	San Juan de la Costa, Los Lagos, Corral, La Unión, Valdivia, Lanco, Río Negro, Purranq	Varios	Varios	60	396,1

AVC 5		**Necesidades de las Comunidades**	Esta área satisface necesidades básicas de subsistencia de la comunidad de Pilpilcahuin, absatece de agua para el riego de cultivos de dicha comunidad. La vegetación que forma las zonas de protección aledañas al curso de agua donde se encuentra instalada la bocatoma corresponde a Bosque Laurifolio Templado Interior de Nothofagus dombeyi y Eucryphia cordifolia. En este bosque la especie dominante es coigue y ulmo, sin embargo, son importantes en la composición florística Persea lingue, Podocarpus saligna, Weinmannia trichosperma, Laureliopsis philippiana y Dasyphyllum diacanthoides. La presencia dominante de coigue marca la fisonomía del bosque (Luebert y Pliscoff, 2004).	**Los Ríos**	**La Unión**	**Pilpilcahuin**	**San Juan Chico (122)**	**1**	**27,2**
AVC 6		**Áreas para satisfacer la identidad cultural de las comunidades locales**	Este Valor Religioso-Cultural lo constituye una "Cruz Mayor del poblado de Riachuelo", que está relacionada con el beato Monseñor Francisco Valdés Subercaseaux. En 1958 con ocasión de la visita de este Obispo a Riachuelo, se genera la motivación de la instalación de una Cruz Mayor para profesar la Fe Católica, dicha Cruz se instaló ese mismo año en la parte alta de un cerro en el sector del Camino a El Bolsón y fue retirada en Abril de 1998. Este sector se usaba como lugar de peregrinación preferentemente para Semana Santa, con la participación de todos los fieles católicos de la localidad. Esta árae donde se ubica dicha Cruz, se usará generalmente como lugar de peregrinación para Semana Santa.	**Los Lagos**	**Río Negro**	**Riachuelo**	**Río Blanco (166)**	**1**	**0,03**
		Áreas para satisfacer la identidad cultural de las comunidades locales	Este Valor Cultural lo constituye un "Ngen(ko) o Espíritu del Agua", de la Comunidad Indígena de Pilpilcahuin. El agua, para la cosmovisión del pueblo mapuche, no es solo un elemento vital para el consumo humano, ganadero o riego, sino que además, el agua en sí es vida, tiene esencia o espíritu, Ngenko, por tanto es una energía, Newen. El agua es el mollfun o savia de la Ñuke Mapu (Madre Tierra). Especial importancia adquiere en la celebración del Wetripantu de cada año, ritual muy importante que se realiza con el agua al amanecer, donde las personas se bañan y esperan la nueva salida del sol con el cuerpo limpio y renovado y sintiendo la fuerza de los Chau (Dioses) y de la Ñuke Mapu (Madre Tierra). Así entonces, se inicia un nuevo ciclo en la vida familiar y comunitaria en el pueblo mapuche. En esta área vegetación que forma las zonas de protección aledañas al curso de agua donde se encuentra instalada este Valor Espiritual corresponde a Bosque Laurifolio Templado Interior de Nothofagus dombeyi y Eucryphia cordifolia. En este bosque la especie dominante es coigue y ulmo, sin embargo, son importantes en la composición florística Persea lingue, Podocarpus saligna, Weinmannia trichosperma, Laureliopsis philippiana y Dasyphyllum diacanthoides. La presencia dominante de coigue marca la fisonomía del bosque (Luebert y Pliscoff, 2004).	**Los Ríos**	**La Unión**	**Pilpilcahuin**	**San Juan Chico (122**	**1**	**5,2**
Total AVC´s								**69**	**5.600,53**

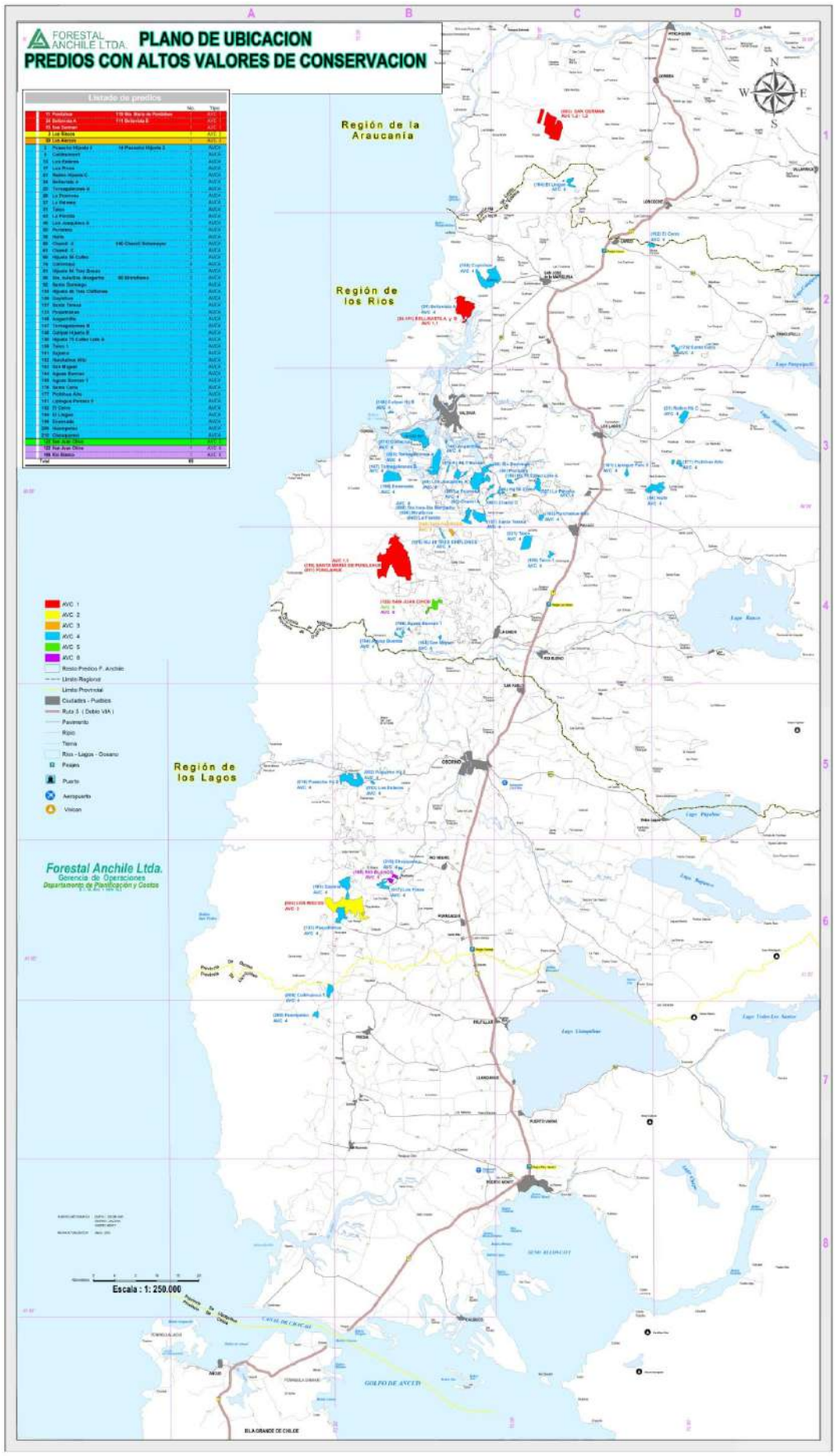
Cada Tipo de AVC cuenta con un plan de conservación independiente, donde se aplican medidas diferenciadas según el caso, con el fin de proteger los atributos especiales de dichas áreas.

- Delimitación de los AVC.
- Generar un mapa con la identificación del AVC.
- Elaborar una línea base sobre la vegetación y/o especies presente en el AVC.
- Identificar especies amenazadas presentes en el área.
- Identificación de potenciales hábitats de fauna amenazada
- Identificación y control de amenazas
- Definir áreas de exclusión de ganado.
- Revisar periódicamente el estado de los cercos, para evitar ingreso de animales.
- Enriquecimiento con especies nativas de ser necesario
- Identificar las medidas de mitigación de los impactos de las operaciones forestales.
- Generar un plan de mitigación para las áreas afectadas por agentes externos.
- Identificar las juntas de vecinos, colegios y comunidades cercanas o relacionadas al AVC.
- Realizar charlas de capacitación Internas y de inducción a personal externo (EESS)
- Entregar material de difusión acerca del AVC y los valores que se protegen.
- Realizar charlas de información a las comunidades

Con el objetivo de identificar potenciales AVC para su evaluación y posterior declaración como tal, la Empresa implementó las siguientes fuentes de información:

1) Entrega de información básica y consulta referente a los AAVC en las reuniones con los vecinos y durante las actividades de catastro de vecinos.
2) Captura de información mediante el acceso directo a la página web de la empresa.
3) Catastro de tomas de agua.
4) Consulta a entidades y expertos.

Los Altos Valores de Conservación, cuyo manejo considera la conservación global del recurso, están disponibles para que las instituciones interesadas puedan hacer investigación a través de convenios con la Empresa. Los criterios utilizados para la definición de AVC son los establecidos por el Estándar FSC®. Estos se encuentran claramente identificados en la cartografía predial de la empresa.



2.4 Protección y Conservación del Bosque Nativo

Forestal Anchile Ltda., posee una gran superficie de bosque nativo, la que alcanza a aproximadamente el 45 % de su patrimonio y donde todos estos sectores se consideran como reservorios de la biodiversidad y corredores biológicos de macro y micro zonas, entendiéndose por éstos a las zonas naturales que interconectan áreas de bosques nativos, permitiendo el desarrollo y conservación de los hábitat naturales que favorecen la biodiversidad y sirven como zonas de amortiguamiento de los efectos antrópicos.

El bosque nativo dentro de la empresa es de 26.446,12 ha. (44,6%), los cuales se encuentran todos en la Ecorregión Valdiviana (según Luerbert y Pliscoff) distribuidos de la siguiente forma, según piso vegetacional:

Piso Vegetacional:**Distribuciónde BN por Piso (%):**

- "Bosque caducifolio templado de *Nothofagusobliqua* y *Laureliasempervirens*" (21,6%)
- "Bosque laurifolio templado interior de *Nothofagusdombeyi* y *Eucryphiacordifolia*" (71,4%)
- "Bosque laurifolio templado costero de *Weinmanniatrichosperma* y *Laureliopsisphillippiana*" (7%)

Además de existir una alta presencia de bosque nativo por piso vegetacional, esta superficie de bosque nativo se espera vaya incrementando año a año, debido a la ampliación de anchos mínimos de protección de las quebradas de acuerdo al grado de pendiente del terreno y requerimientos del paisaje entre otros motivos. En gran medida, este incremento, se relaciona con la aplicación de procedimientos internos operativos que, evalúan los sectores de protección y de acuerdo a sus características (pendiente del terreno, tipo de cauce, uso aguas abajo, etc.), evalúa y determina la localización de la reforestación.

En los casos que se requiera restauración de bosque nativo, se aplicarán los conocimientos y técnicas desarrolladas en conjunto con la Universidad Austral en el predio Los Riscos, a propósito de la restauración de 41 ha que había sido sustituidas por plantación de especies exóticas, donde básicamente se establece que en todo sitio que se desea restaurar como bosque nativo se aplicará el criterio de "restauración pasiva", es decir, se esperan 2 años que el ecosistema recupere por sí solo su cubierta vegetal nativa, antes de intervenir activamente con plantación de especies nativas seleccionadas de acuerdo al sitio en cuestión. En todo caso durante el periodo de espera de 2 años, se hace monitoreo de esta etapa, considerando hacer pequeñas intervenciones que permitan erradicar la aparición de rebrotes de plantas exóticas y/o invasoras.

Ahora bien, si por circunstancias especiales del sitio (alto riego de erosión, deslizamiento o sedimentación de cursos de agua) o por consideraciones de tipo social (cuidado del paisaje), entre otras, se podría iniciar de forma inmediata con la "restauración activa".

2.5 Superficie de Sustitución de Bosque Nativo Post Noviembre del año 1994

Para dar cumplimiento a las exigencias del estándar FSC®, en el sentido de verificar si dentro de la superficie de plantaciones certificada de la empresa, existen áreas constituidas por sustitución de bosque nativo por plantaciones exóticas posterior a noviembre del año 1994, la Empresa estableció un convenio con la Universidad Austral de Chile y su Departamento de Geomática.

Este trabajo utilizó como línea base la información contenida en el Proyecto Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile y la definición de bosque nativo contenida en este mismo estudio.

El resultado de este trabajo arrojó que, dentro del patrimonio de la Empresa, 794,2 ha correspondían a superficie sustituida post noviembre del año 1994 (1.3 % de la superficie total de la empresa).

Con este antecedente la Empresa realizó una nueva revisión de la información, con el fin de determinar si este acto era responsabilidad directa de la empresa o de antiguos propietarios o terceros, concluyendo que del total de hectáreas sustituidas 442,5 ha (0.76% de la superficie total) fueron sustituidas por acción directa de la Empresa.
De acuerdo a esta realidad, y en concordancia con las directivas del FSC® (ADVICE-20-007-15), la empresa se comprometió a implementar el estándar de Madera Controlada FSC® (FSC-STD-30-010 V2-0 EN), el cual se aplica a toda la superficie de sustitución (sin distinción de responsabilidad).

3.- Planificación, Paisaje y Consulta

3.1 Planificación:

Las plantaciones de Eucalipto, una vez que se encuentran en el rango 14-16 años de edad, son candidatas al aprovechamiento de su madera, ya que en este rango de edad las plantaciones generalmente cumplen con los requisitos de calidad requeridos por nuestros clientes.

La Empresa planta principalmente Eucalyptus nitens por su buena adaptabilidad al clima (buena resistencia a las heladas) y suelo de la zona, buen rendimiento de madera (m^3/ha) y costos de establecimiento sustentables.

Los procedimientos de trabajo de todas las actividades de la Empresa, se describen en los Manuales de Operaciones y Prescripciones Técnicas, los cuales consideran aspectos de: seguridad para los trabajadores, ambientales y de impacto social. Estos documentos son revisados y actualizados constantemente.

La planificación de los caminos considera la accesibilidad a todos los rodales del bosque, con el propósito de administración predial y control de actividades y para la ejecución de faenas de cosecha, con trazados de menores longitudes, que a su vez generan menores impactos ambientales a los cursos de agua y zonas de protección permanentes. Para lograr estas mejoras, se incorporó en la planificación herramientas computacionales que ayudan a optimizar y buscar más y mejores alternativas de trazados.

Un aspecto relevante en la planificación es la elección de la maquinaria adecuada para desarrollar las faenas productivas, las que son utilizadas según las condiciones topográficas de las áreas a cosechar.

Actualmente, la empresa ha incorporado maquinaria de avanzada tecnología para el aprovechamiento de sus bosques, ayudando de esta forma a controlar en parte el impacto de las operaciones de cosecha al ambiente, (suelo, agua, vegetación nativa, biodiversidad), y las comunidades vecinas, disminuyendo también el riesgo de accidentes personales de los trabajadores que las ejecutan.

Dentro de lo posible y de acuerdo a condiciones normales, la planificación de cosecha se realizará considerando tamaños de rodales contiguos menores a 100 ha, con el fin de evitar posibles impactos visuales por el tamaño de la operación. De no poder implementarse esta planificación, se evaluará cosechar estos sectores en al menos dos periodos consecutivos.

La empresa por otra parte está participando, en conjunto con otras empresas forestales del proyecto de FSC- Chile, “Operaciones Forestales”, que finalmente definirá para las faenas de cosecha a tala rasa, los criterios que se aplicarán en Chile para su ejecución.
La empresa cuenta en su Planificación con el uso del sistema de información geográfico (S.I.G.). El que considera incorporar variables de oferta volumétrica, proyecciones, antecedentes topográficos para elección de equipos de cosecha, planificación de caminos y canchas de acopio de madera.

3.2 Paisaje

El paisaje es un tema que reviste atención especial en la planificación de las operaciones forestales, sobre todo en sitios de interés turístico u otro. Desde hace unos años la empresa ha tenido un acercamiento al tema, al incorporar consideraciones básicas relacionadas con el impacto visual que se genera en el camino público Valdivia – Niebla, ribera sur del Río Valdivia, que es de alta relevancia turística, para ello se elaboró un Plan de Manejo especial de cosecha para el predio Collivoqui Isla del Rey que está inserto en este paisaje, plan que considera la tala y reforestación dentro de un diseño de tipo mosaico, el cual fue elaborado con asesoría de la Universidad Austral de Chile y sometido a una encuesta de interés público para su validación, documento que forma parte integral

del Plan de Manejo presentado ante CONAF, esto como una medida de disminuir al máximo el impacto visual que provocan las actividades de cosecha forestal, y no perjudicar el turismo que se realiza en esta zona.

En el mismo tema y en ausencia de una política nacional definitiva para su tratamiento, a contar del año 2013, la empresa empezó a considerar en su planificación nuevos criterios en el tratamiento del paisaje, los que se empezaron a implementar operativamente a contar del año 2014, para hacerse cargo del tratamiento que se les dará a las plantaciones forestales que se encuentren a orillas de:

1. **Cursos de agua**
2. **Caminos públicos (carreteras principales, secundarios, cerca de centros poblados)**
3. **Zonas turísticas definidas por la autoridad (ZOIT)**
4. **Humedales**
5. **Zonas de interés comunitario**
6. **Adyacentes a AAVC (Áreas de Altos Valores de Conservación).**

De tal manera de abordar de a poco el tratamiento e importancia que reviste para la empresa el concepto de paisaje, como uno más de los componentes del medio ambiente que deben ser considerados y respetados de manera especial, para complementar el desarrollo armónico de sus actividades.

En la elaboración de estos criterios, se han considerado aspectos tales como: ZOIT (zonas de interés turístico, definidas por el Estado), identificación de zonas pobladas cercanas a nuestro patrimonio, comunidades vecinales, cursos de agua importantes, legislación eléctrica entre otros.

En concreto, los criterios generales que se han ido adoptando para el tratamiento del paisaje en relación con las plantaciones y su manejo, son los siguientes:

1. **Cursos de Agua:**
   Se adoptarán las medidas establecidas en el protocolo establecido por CONAF para proteger cuencas, atendiendo también a lo que se presente y autorice en cada plan de manejo de plantaciones que la Empresa elabore.

2. **Humedales:**
   2.1 En aquellos sectores colindantes a Humedales, especialmente aquellos identificados como Sitios Ramsar:
   1) Se dejará en pie una cortina de plantación de ancho variable, que se evaluará cosechar a lo menos 1 año antes o después de la intervención al paño completo.
   2) En situaciones especiales, se evaluará reemplazar con especies nativas un área buffer de ancho a definir.

3. **Zonas de Interés Turístico (ZOIT):**

Los predios de la empresa que se encuentren dentro de zonas ZOIT, serán intervenidos de manera tal de realizar las operaciones causando el menor impacto visual posible, de acuerdo a las siguientes medidas:

1) Se evitará realizar tala rasa de paños contiguos de superficies, mayores a 100 ha, que tengan una exposición visual importante, sin tomar las medidas apropiadas para minimizar de forma adecuada y efectiva el impacto visual de la cosecha.

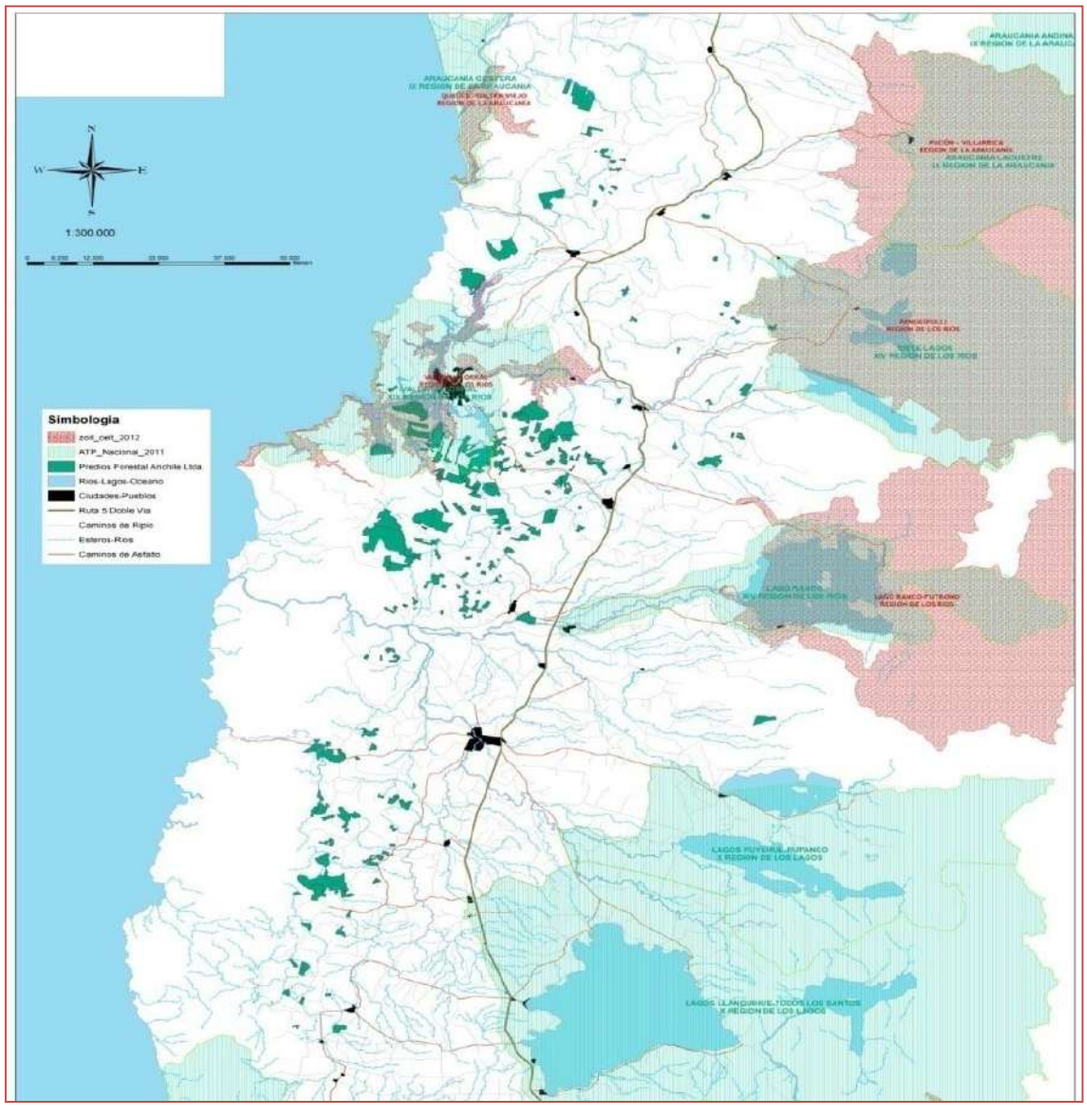
2) Se evaluará el uso de sistemas de cosecha en mosaico.

3) Se evaluará en casos especiales dejar en pie una cortina de plantación de ancho variable, que se cosecharía al menos 2 años antes o después de la intervención al paño completo.

4) Se evaluará reemplazar con especies nativas un área buffer a definir.

5) Se tendrá en cuenta las recomendaciones del estudio específico que se realizó con la UACH en tema paisaje.

Zonas ZOIT-ATP y Distribución del Patrimonio de la Empresa.



4. **Zonas de Interés Comunitario:**

Casas, escuelas, postas, sedes de juntas de vecinos, canchas deportivas, etc.:

1) Se dejará una faja de seguridad de a lo menos la altura promedio de la plantación, para evitar la caída de árboles sobre éstas. En estos casos, se evaluará implementar una cortina de plantación, que se coseche en rotaciones menores a 10 años para evitar que la altura de los árboles alcance dimensiones peligrosas.

2) En caso de acuerdo con la comunidad, se evaluará reemplazar con especies nativas un área buffer a definir.
   Todas estas situaciones consideran la consulta antes de su ejecución, a las juntas de vecinos o comunidades indígenas, y opcionalmente en caso de dudas a expertos en el tema.

5. AAVC: Áreas de Altos Valores de Conservación.

En estas situaciones predominan las características individuales de cada uno los AAVC, evaluando las diferentes alternativas identificadas en los puntos anteriores.
Es importante declarar y establecer, que si por acuerdo con vecinos o decisión propia, algunas de estas fajas de plantaciones que se usan como cortinas fuesen reforestadas con especies nativas, pasarán, a conformar parte de las zonas de protección de bosque nativo de la empresa.

3.3 Consulta Vecinal:

Al Inicio de cada Faena, el Área de Operaciones evalúa los riesgos ambientales y sociales que implica su ejecución, además del análisis de los riesgos de seguridad operativos que puedan ocurrir en las faenas. De esta forma se definirán las medidas de protección adecuadas para cada faena, respecto a las personas y el medio ambiente.
Antes de iniciar cualquier faena en nuestros predios, se toma contacto con los vecinos del sector, a través de sus dirigentes, para informarles de las actividades que la empresa comenzará a realizar, dándoles a conocer un resumen de los posibles impactos asociadas a las faenas a desarrollar, con énfasis en las medidas de prevención que se adoptarán para evitar daños o efectos no deseados a los vecinos y/o al ambiente, y también en las medidas de mitigación que se contemplan en caso de producirse estos efectos, escuchando y evaluando a su vez los planteamientos y sugerencias que los propios vecinos deseen comunicar a la empresa en esta instancia, para que ésta tome los resguardos, con el fin de buscar soluciones en forma participativa, de acuerdo con nuestra política social. Todo esto queda plasmado en una Acta que es firmada, por ambas partes.

4.- Silvicultura

La empresa se abastece de plantas desde un vivero de manejo tercerizado, con una capacidad aproximada de producción de 4.000.000 de plantas anuales de Eucalipto en Speedling (contenedores). El Vivero tiene procedimientos de selección y manejo de las semillas, tratamientos germinativos, invernaderos con sistema de fertirrigación y platabandas destinadas a aclimatación de las plantas a las frías condiciones ambientales de la zona.
Dentro de las exigencias establecidas por la empresa, para la adquisición de plantas provenientes de viveros de terceros, es que en su elaboración no se utilicen agroquímicos prohibidos por los estándar FSC® o CERTFOR, y tampoco sean producto de manipulación genética.

Cuadro 7. Listado de pesticidas utilizados el año 2021

Nombre Comercial	Ingrediente activo	Dosis	Incluido en listado de productos peligrosos
Garlon 4	Triclopyr-butotilo	0.3 l/ha	NO
Rango Full	Glifosato	3 - 4 l/ha	NO
Credit Full	Glifosato	3 - 4 l/ha	NO
Panzer Gold	Glifosato	3 – 4 l/ha	NO

La plantación se inicia con la habilitación del terreno, se privilegia realizar la menor limpieza de desechos, con el fin de evitar la erosión al descubrir los suelos y a su vez reducir los costos en el manejo de los desechos.

Como medida ambiental, la empresa desde el año 2001, no contempla el uso del fuego (quema) como herramienta de habilitación para la plantación. Esta política permite disminuir los impactos ambientales y sociales negativos como la pérdida de fertilidad del suelo y la erosión.

En terrenos con mayor pendiente, se usan torres de madereo, que dejan los desechos acumulados en canchas, en la medida que sea una operación segura, se realizaría la disposición posterior de los desechos en curvas de nivel; también se usan equipos de cosecha asistidos por huinches, los que dejan los desechos distribuidos sobre la superficie talada, de tal manera de disminuir la velocidad de escurrimiento superficial del agua con el fin de disminuir la erosión y aportar materia orgánica al suelo. La práctica anterior sólo se realiza en sectores que tienen una pendiente máxima de 35% donde pueden operar las máquinas para esparcir los desechos, en pendientes superiores, el material queda concentrado en las canchas de proceso.

También en aquellos terrenos donde la cantidad de desechos es menor, se realiza la plantación en forma inmediata sin una habilitación previa, para evitar la exposición del suelo a la acción directa de la lluvia.

Para asegurar el éxito de las plantaciones, se dispone de un programa de fertilización y control de malezas químico y/o manual. Los herbicidas que la empresa utiliza, corresponden al grupo de los productos que normalmente no ofrecen peligro, aprobados por las normas chilenas y permitidos por los sellos ambientales adscritos.

El principal herbicida utilizado es Glifosato, que es extremadamente resistente a la lixiviación y se degrada vía degradación microbiana al poco tiempo.

Se realiza un manejo especial (medidas operativas) en AAVC, Zonas de Protección Permanente, respecto a la aplicación de herbicidas, zonas donde está estrictamente prohibido su uso, sin medidas adecuadas y justificadas, bajo cualquier pretexto.

La empresa permanentemente realiza diversos ensayos con la finalidad de disminuir el uso de fertilizantes y herbicidas en plantaciones, reduciendo el impacto al medio ambiente y disminuyendo los costos. En base a estos resultados la empresa cambió el tipo de fertilizante de entrega rápida a fertilizante de entrega controlada. Luego de sucesivos ensayos de campo se definió una dosis estándar de 10 g/pl, lo cual significa una reducción del 90% de fertilizante por planta.

4.1- Sistema de Protección Incendios Forestales:

Desde fines del año 1997, Forestal Anchile, junto a Arauco y HCP (Hancock Chilean Plantations), forma parte de la **Sociedad de Protección del Sur**, que administra un programa de protección conjunto, que cuenta con recursos humanos y materiales altamente calificados para desarrollar su cometido.

Este programa considera tres (3) componentes principales: Prevención, Detección y Combate.

La prevención de incendios forestales, está orientada difundir evitar el uso del fuego, enfocada a distintos niveles, niños, adolescentes y adultos; se inicia con la visita de un equipo profesional altamente capacitado y entrenado en difundir estos temas (Psicólogos, Profesores, Ing. Forestales). Esta actividad se desarrolla a nivel de los establecimientos educaciones rurales, existentes en el área protegida (Escuelas, Liceos), por medio de la dictación de charlas o realización de talleres, que permiten promover y concientizar el cuidado de la naturaleza, evitando los incendios forestales.

Este trabajo con los niños y adolescentes se realiza todos los años, de marzo a diciembre, a través de un taller denominado “Vivamos El Bosque”. Esta actividad se realiza desde el año 2001, habiéndose realizado a la fecha más de 2.501 visitas a colegios, instruyendo a más de 67.504 alumnos.

El trabajo con los adultos se realiza en los meses de noviembre a marzo con visitas, talleres, entrevistas y a través de reuniones con sus organizaciones de base (juntas de vecinos, comunidades indígenas, comités, etc.), y en algunos casos de manera individual con cada vecino, con el fin de fortalecer la conciencia de evitar el uso del fuego en las faenas que realizan, y difundir a la vez el cuidado y respeto por el medio ambiente.

Todas estas acciones se desarrollan en el territorio donde la empresa tiene su patrimonio.

Cortafuegos: Esta medida será implementada a partir de enero del 2021, toma en cuenta las recomendaciones o indicaciones de Conaf, en el documento “Pauta de Prescripciones Técnicas Aplicables al Programa de Protección de contra Incendios Forestales. Dichas indicaciones quedan establecidas en los Planes de Manejo respectivos.

La Detección: se realiza a través de observaciones y reportes de incidentes de incendios enviados a una Central de Operaciones, reportes realizados por personal de observación y vigilancia (11 torreros y 13 vigilantes) distribuidos en sectores estratégicos del patrimonio, con gran cobertura de

visión albergados en 11 torres de observación, equipados con medios de comunicación (radios, teléfonos celulares) y elementos de detección visual; por los guardabosques de las distintas empresas; por personal de faenas, etc., quienes al momento de visualizar una columna de humo, son capaces de indicar su ubicación, tipo de combustible, viento predominante, intensidad y el grado de peligrosidad que revisten para el patrimonio de las empresas y las comunidades.

Los vecinos también colaboran en esta actividad, ya que en las reuniones que se realizan con ellos, se les indica la forma y medios como pueden entregarnos dicha información.

El Combate: Esta operación, se coordina a través de una Unidad Centralizada, la cual es responsable de administrar los recursos asignados para la prevención, detección y el combate de los focos que amenacen el patrimonio protegido por la Sociedad.

Los objetivos específicos que posee esta Unidad son:

- Administrar los focos de incendio informados dentro de la zona de interés.
- Efectuar el despacho de recursos en forma racional, de acuerdo a las prioridades establecidas.
- Establecer niveles de alerta temprana, de acuerdo a las condiciones climáticas imperantes y los pronósticos con que se cuente.
- Mantener informados a todos los miembros de la Sociedad y llevar las estadísticas de cada evento.

El combate debe ser agresivo y con alto nivel de seguridad, para ello la Sociedad dispone de sistemas de comunicación radial consistentes en una Central de Comunicaciones, apoyada por las Centrales símiles de las 3 empresas, dotadas de equipos de radio móviles, de telefonía celular; además de medios digitales, cuenta también con 7 brigadas altamente equipadas con material terrestre y aéreo (camiones multipropósito, aljibes, aviones y helicópteros) más los refuerzos que pueden aportar cada empresa a través de sus empresas de servicios (EESS), especialmente maquinaria pesada (skidder, excavadoras, bulldozer, etc.).

Consideraciones especiales:

Este plan de protección comprende otros aspectos, tales como el clima y las prioridades de protección fijadas por cada empresa:

En cuanto al clima de la zona, donde se encuentra el patrimonio protegido, se clasifica como templado lluvioso con influencia mediterránea, con abundante humedad relativa, bajas temperaturas y alta pluviometría anual, del orden de los 1.871 mm.

En verano, en los meses de enero y febrero, predomina el anticiclón del pacífico sur oriental, que trae buen tiempo, cielos despejados y fuertes vientos, con presencia de pequeños frentes de mal tiempo que dejan algunas precipitaciones, en forma excepcional aparecen vientos del este-sureste, cuya característica es su velocidad, sequedad y calidez, lo que favorece el desarrollo y propagación de los incendios forestales.

En el periodo de noviembre a marzo la temperatura media es de 14,4°C, la humedad relativa es de 54% y la velocidad del viento promedio es de 13,4 km/h con dirección sur oeste.

En la temporada 2020/2021, se registraron un total de 6 eventos, resultando 5,9 ha afectadas.

Las prioridades definidas por la Empresa en caso de ocurrencia de un siniestro y el rápido despacho de recursos de combate son:

- **Prioridad 1:** Sectores Poblados aledaños a nuestros predios, que sean amenazados por el incendio forestal originado en el patrimonio protegido.
- **Prioridad 2:** Zonas AVC (Alto Valor de Conservación), existentes en el patrimonio protegido.
- **Prioridad 3:** Zonas de Bosque Nativo, Protecciones y Plantaciones.

4.2 Identificación y Protección de Especies Raras, Amenazadas o en Peligro (RAE).

La empresa consciente de la importancia que reviste la protección de la flora y fauna nativa vulnerable o en peligro de extinción, ha establecido como plan de acción básico proteger nuestro bosque nativo, constituido por grandes porciones compactas y zonas de protección permanente de quebrada que limitan con las áreas de plantación, dado a que son el reservorio principal de la flora y fauna presente en nuestro patrimonio, por lo tanto, de acuerdo a las investigaciones que hemos llevado a cabo se han establecido lugares con presencia de flora y fauna protegida a los que se les ha dado el carácter de Áreas de Alto Valor de Conservación (AAVC), además se ha instruido al personal propio y de empresas contratistas acerca de las medidas o cuidados que se deberán adoptar para proteger estas especies (Manual de Operaciones General 09), para ello se han capacitado en el reconocimiento de estas especies, y en las acciones que se tomarán si se detecta su presencia dentro del patrimonio de la empresa, estas medidas serán revisadas en forma periódica de acuerdo a las pautas o sugerencias que emanen de los organismos especializados, tales como: SAG, CONAF, MMA, Universidades, u otros.

En relación al caso específico de la fauna, por su movilidad cuando es detectado algún espécimen en las áreas de plantación, al momento de estarse ejecutando faenas, se detiene la operación por un tiempo prudente hasta que el individuo retorne por sus medios hasta las zonas de bosque nativo protegido, en casos especiales se le tratará de ayudar tomando el máximo cuidado en no afectarlo en su integridad.

El año 2020, hemos actualizado las listas de especies RAE que posiblemente estén presentes en nuestro patrimonio, de acuerdo a los “Listados de Especies de Chile, Según su Estado de Conservación del MMA (Ministerio del Medio Ambiente).

Clasificación:

En Peligro Crítico: Una especie se considerará "En Peligro Crítico" cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple con alguno de los criterios establecidos por la UICN para tal categoría y, por consiguiente, se considera que está enfrentando un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre.

En Peligro: Una especie se considerará "En Peligro" cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple con alguno de los criterios establecidos por la UICN para tal categoría y, por consiguiente, se considera que está enfrentando un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre.

Vulnerable: Una especie se considerará "Vulnerable" cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple con alguno de los criterios establecidos por la UICN para tal categoría y, por consiguiente, se considera que está enfrentando un riesgo alto de extinción en estado silvestre.

Casi Amenazada: Una especie se considerará "Casi Amenazada" cuando ha sido evaluada y no satisface, actualmente, los criterios para las categorías En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable; pero está próximo a satisfacer los criterios de estos últimos, o posiblemente los satisfaga, en el futuro cercano.

Preocupación Menor: Una especie se considerará "Preocupación Menor" cuando, habiendo sido evaluada, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi Amenazada. Se incluyen en esta categoría especies abundantes y de amplia distribución, y que por lo tanto pueden ser identificadas como de preocupación menor.

Rara: Es una especie cuyas poblaciones ocupan un área geográfica pequeña o están restringidas a un hábitat muy específico y escaso. Esta categoría no es excluyente de las demás, es decir una especie Rara también puede ser clasificada en otra de las categorías.

Se registran todos los avistamientos de especies, que se informan, de flora y fauna pertenecientes a estas categorías dentro de nuestro patrimonio, tarea en la cual participa principalmente el personal de terreno (guardabosques y supervisores), quienes llenan un formulario de avistamiento en el que se consignan los datos más importantes de la especie detectada, el que posteriormente se consolida en una base de información cartográfica, que nos permitirá conocer las áreas de nuestra patrimonio que contengan la mayor presencia de especies.

El año 2014 se firmó un convenio de trabajo por 3 años con la Universidad Austral de Chile, por medio del cual se caracterizó la flora y fauna de todo el bosque nativo de la empresa, esperando que esta herramienta nos permita mejorar la identificación de las RAE dentro de nuestro patrimonio.

5.- Aprovechamiento

El Eucalipto que la empresa produce está destinado principalmente al abastecimiento de la planta de pulpa y papel de DAIO PAPER en Japón y otros Países Asiáticos.

Por otra parte, la empresa ha logrado un mayor aprovechamiento del recurso disminuyendo el diámetro límite comercial, lo que implica también una menor cantidad de residuos posteriores a la cosecha.

La mayor ventaja de este sistema, es producir la misma cantidad de volumen con una menor superficie de cosecha.

Para el aprovechamiento de las plantaciones, minimizando el impacto en el sitio, la empresa dispone de alternativas de madereo, entre las cuales podemos mencionar:
Mecanizado (0-40% de pendiente), Trackskidder (Mayor a 35% de pendiente y sólo en casos en que no se pueda cosechar con torre, por ser áreas de superficie pequeña) y Torres de Madereo (mayor a 35% de pendiente), las que se eligen de acuerdo a las características topográficas de la superficie a cosechar, y del equipo y la factibilidad económica de la operación.

Como una forma de mejorar la eficiencia de las operaciones de cosecha, teniendo en cuenta mejoras en la producción y cuidados ambientales, principalmente del suelo en pendientes pronunciadas, se ha implementado a fines del año 2016, la participación de equipos como: ShovelLogger, Harvester, Forwarder, Feller, etc., varios de estos equipos son asistidos con huinche, además de Torres Móviles montadas sobre excavadoras.

Cuadro 8. Equipos de Cosecha. -

Tipo de Cosecha	Configuración	Capacidad de Producción Mensual/Anual (m^3)(*)	Pendiente	Beneficios
Torre	Volteo: Harvester, Motosierra Madereo: Torre Descortezado: Cabezal Trozado: Cabezal o Garra trozadora, Arrumado: Garra	8.000/96.000 (considera 2 torres)	Mayor a 35%	Madereo en suspensión, evita la erosión que podría producir el arrastre a esta pendiente, permite madereos a distancias mayores (hasta 500m) bajando considerablemente la densidad de caminos
Tradicional 1	Volteo: Harvester, Madereo: Skidder Grapple/ Huinche Descortezado: Cabezal Trozado: Cabezal Arrumado: Garra o Trineumático	5.000/60.000	0-35%	Permite madereos a distancias menores (50 m), en aquellos paños donde no es factible la instalación de una torre, poseen sistema neumático lo que genera una baja compactación del suelo.
Tradicional 2	Volteo: Motosierra Madereo: Skidder Huinche Descortezado: Cabezal Trozado: Cabezal Arrumado: Grúa o Trineumático	2.000/24.000	0-35%	Sistema de producción menos tecnificado,
Mecanizado	Volteo: Feller Buncher, Harvester Madereo: Skidder-Grapple o Forwarder Descortezado: Cabezal Trozado: Cabezal Arrumado: Garra - Forwarder	10.000/120.000	0-40%	Sistema de alta productividad, el uso de Grapple skidder permite el madereo del árbol semi-suspendido, también existe la opción de usar forwarder generan-do bajos niveles de compactación del suelo

Además, por la relación societaria entre Forestal y Maderas Anchile, el astillado portátil que se realiza en los predios de Forestal Anchile, es administrado por Maderas Anchile. La ejecución de las operaciones se realiza bajo los estándares de Manejo Forestal de Forestal Anchile y los Estándares de CoC que posee Maderas Anchile.

La operación de astillado consiste en volteo principalmente con feller-buncher, Shovel o Harvester, el madereo con skidder grapple, astillado en terreno y transporte de astillas en camiones con rampa y piso caminante. La madera en trozas producida por Forestal Anchile es transportada en camiones hasta las plantas astilladoras u otros, es enviada con una Guía de Despacho, que acredita el volumen de madera transportada, identificando el predio, el rodal, la hora de salida, y el destino de la madera, entre otros y el atributo que esta posee. Con este documento se realiza el seguimiento de la madera para efectos de la cadena de custodia, desde cada predio a la planta de transformación y el traspaso al cliente final.

6.- Actividades de Investigación/Conservación y Convenios

La empresa tiene disposición permanente para establecer convenios con instituciones y comunidades ligadas a la investigación, desarrollo y conservación de los recursos del bosque. Dentro de este contexto, se puede mencionar las siguientes líneas de acción y las actividades que la empresa mantiene:

Ámbito: Investigación/Conservación

Se destacan las siguientes actividades:

1) Participación en el "Plan de acción en torno a la protección del paisaje y cuencas abastecedoras de agua en las localidades de Futa y Tres Chiflones", liderado inicialmente por la agrupación Eco-Región Agenda 21 y hoy a cargo de los vecinos agrupados en la Junta de Vecinos de Futa.

2) Firma con la Universidad Austral de Chile de un convenio de trabajo enfocado en la Caracterización de la Flora y Fauna dentro del Bosque Nativo de la empresa y su estado de conservación, el cual se realizará en un plazo de tres años con informes preliminares de forma anual.

3) Colaboración en el estudio realizado por el Instituto de Ciencias Ambientales y Evolutivas de la Universidad Austral de Chilereferente a la "Separación ecohidrológica entre el agua que consumen los árboles y la que abastece los esteros en microcuencas con bosques nativos y plantaciones exóticas".

4) Colaboración con INFOR para un Estudio de "Monitoreo del Rendimiento Hídrico en pequeñas Cuencas con Eucalyptus nitens", que se está desarrollando en el predio Joaquines A, Sector Futa, comuna de Corral.

5) Programa de Conservación de Aves Rapaces y Control Biológico de Hantavirus en el predio Huilma, realizado por CEA (Centro de Estudios Agrarios y Ambientales 2015).

6) Incorporación a partir de este año a la Cooperativa de Mejoramiento Genético de Empresas Forestales y la Universidad Austral de Chile, liderada por el Profesor Fernando Droppelmann.

7) A contar del mes de agosto de 2019, se establece un convenio con el CEA, (Centro de Estudios Agrarios y Ambientales) para determinar la presencia de las especies: Alerce *Fitzroya cupressoides*, Ciprés de las Guaitecas *Pilgerodendron uviferum* y el Musgo *Sphagnum spp*., dentro de los predios de la empresa ubicados en Isla del Rey, comuna de Corral, con la finalidad de censar el número de individuos, determinar su ubicación física, su estado fitosanitario y establecer medidas para su conservación.

8) Monitoreo de Fauna en predio Los Riscos, Universidad Los Lagos (ULA), 2021-2022.

Ámbito: Social

La empresa guía sus relaciones con los vecinos, comunidades adyacentes a su patrimonio, instituciones y partes interesadas en general, a través de un procedimiento denominado "***Estrategia Social y Procedimiento de Participación y Consulta Comunitaria"***, que detalla las responsabilidades y forma de trabajo de la empresa con todos ellos.

En base a esta estrategia se le ha dado un especial tratamiento a la ***Identificación*** de nuestros vecinos, a las ***Comunicaciones*** que nacen de esta relación, y al ***Control y Seguimiento de los Acuerdos*** que se establezcan con ellos.

Perfil Socio-Económico de las Áreas Adyacentes

El patrimonio de la empresa está distribuido entre las regiones de: La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos, abarcando un total de 19 comunas, que en promedio tienen una alta tasa de pobreza y carencia.

Cuadro 9. Tasa de Pobreza por Comunas Afectas.

N°	Comunas	Tasa Pobreza	Nivel de Carencia
1	Toltén	35,1	Critico
2	Mariquina	15,6	Alto
3	Lanco	19,2	Alto
4	Panguipulli	14,7	Critico
5	Máfil	12,6	Critico
6	Los Lagos	15,5	Alto
7	Valdivia	7,6	No Tiene
8	Paillaco	19,1	Alto
9	Futrono	14,1	Critico
10	Corral	23,1	Alto
11	la Unión	13,3	Regular
12	Rio Bueno	16,4	Alto
13	San Pablo	16,6	Regular
14	San Juan de la Costa	*32,1*	Alto
15	Río Negro	15,3	Alto
16	Purranque	11,2	No Tiene
17	Frutillar	10,4	Regular
18	Fresia	*18.0*	Regular
19	Calbuco	*13,5*	Alto
	Promedio	**17,02**	

Fuente: Ministerio de Desarrollo Social (Año 2019)

Por lo tanto, considerando estos datos podemos concluir que el perfil socio-económico de las áreas adyacentes a nuestro patrimonio se pueden clasificar dentro de elevados niveles de pobreza y carencia, lo que nos obliga a tener un trato especial hacia ellos, en cuanto a no afectar en primera instancia aún más sus condiciones de vida, haciéndonos por ello responsables de mitigar todos los efectos negativos que causan nuestras operaciones a los vecinos(definición de horarios de trabajo, restricción de velocidad de vehículos, reparación de caminos, puentes, control del polvo, cuidado con los cursos de agua, etc.), y por otro lado también estamos apoyando a su desarrollo con ayudas focalizadas (servidumbres de paso, captaciones de agua, ayuda a escuelas, leña para calefacción, cursos de capacitación, etc.), y generando también algunos proyectos de beneficio mutuo (convenios de talaje, leña, recolección de PFNM, vigilancia, trabajo local, etc.).

7.- Orientación, Desarrollo y Capacitación del personal

La empresa ha orientado el desarrollo de su personal a través de la capacitación y entrenamiento de todos los trabajadores, propios y contratistas. La capacitación considera aspectos técnicos u operativos, ambientales, sociales, de higiene y seguridad y laborales, enfocados a lograr mayor eficiencia en su trabajo, prevenir accidentes laborales y conocer sus derechos legales y procedimientos básicos como por ejemplo en primeros auxilios para el personal accidentado.

Continuamente se realiza capacitación prácticamente a la totalidad de los trabajadores de la empresa, en temas como: Estándares de Certificación Forestal, Estrategia Social de la Empresa, Primeros Auxilios, Reglamento Interno, Derechos Laborales, Conducción de Vehículos y otros.

En el Cuadro 10, se presentan algunas capacitaciones realizadas durante los dos últimos años, agregando la cantidad de trabajadores en cada actividad.

Cuadro 10. Resumen de Capacitación, 2021 - 2022. (*)

Tema	N° trabajadores 2021	N° trabajadores 2022
Certificación Manejo Forestal CERTFOR	500	532
Cadena de Custodia CERTFOR	30	26
Hojas de Seguridad / Manejo de –sustancias y residuos Peligrosos	74	16
Radiación Solar UV	80	32
Últimas modificaciones a la Normativa Laboral (Derechos Fundamentales)	52	52
Certificación Forestal FSC®	500	532
Madera Controlada FSC®	90	532
Cadena de Custodia FSC®	30	26
Emergencia – Evacuación - Simulacro	128	15
Prevención de Riesgos en el uso de plaguicidas	20	20
Primeros Auxilios	18	20
Hantavirus	53	29
Taller en Uso de Extintores	78	18
Control de Incendios Forestales	59	11
Resolución de Conflictos		
Identificación de Peligros/E. Riesgos	55	53
Conducción de Vehículos de Transporte Forestal y/o Vehículos menores	67	71
Riesgos Psicosociales	23	11
Cultura Organizacional		
Uso y manejo correcto de EPP	102	45
Difusión Campañas de Seguridad y videos corporativos de seguridad laboral.	500	532
Análisis de Incidentes/Accidentes	48	41
Taller/Reunión de Seguridad-Accidentabilidad Todos los Contratistas/Expertos.	48	41
Capacitación sobre medidas de prevención SARS-COVID 19 (	107	63
Cestería	10	
Abono orgánico	15	
Otros – Varias	232	184
Total	2.446	2903

(*): Por la situación de Pandemia, para evitar las reuniones y capacitaciones en espacios cerrados, se han estado enviando mensajes de seguridad diarios y videos mensuales, los que son retransmitidos a todos y cada uno de los trabajadores directos e indirectos (en este último caso, vía los jefes de faena, supervisores, administrativos y/o expertos de las empresas servicios)

8.- Administración financiera

El proyecto Anchile considera que el ciclo financiero está dado por rotaciones de 16 años, es decir, que los bosques se cosechan a esa edad, sin embargo, dependiendo de la conveniencia financiera se puede adelantar o atrasar la cosecha en 1 o 2 años.

Desde el punto de vista de los gastos y el margen de utilidad, la administración realiza mensualmente un análisis considerando los costos ambientales, sociales y operacionales del período.

9.- Mapas y referencias

Se dispone de un plano general de ubicación, en donde se presentan los predios de la empresa distribuidos en la región, además de las características geográficas más relevantes. A su vez, cada predio posee un plano construido con la base cartográfica del Instituto Geográfico Militar con la proyección U.T.M. DATUM WGS 1984.

La cartografía predial se confecciona a escala 1:10.000. La cobertura base de los planos fue elaborada con Ortofotos de escala corregidas proporcionadas por el CIREN-CORFO, la cual es actualizada mediante fotos aéreas en forma posterior a la cosecha del predio. En cada predio se han incorporado antecedentes relacionados con Aspectos Ambientales como: Bosques de Alto Valor de Conservación, Santuarios de la Naturaleza, Cursos de Agua Permanente, etc., y Sociales como: Vecinos, Tomas de Agua, Sitios de interés Social, otros. Estas variables son consideradas en la planificación de las faenas que la empresa desarrolla.

10.- Inventarios

Forestal Anchile preocupada por verificar que las técnicas aplicadas en el establecimiento de sus plantaciones sean óptimas, realiza monitoreos anuales en las plantaciones jóvenes alrededor de los 2 años de edad (inventario de prendimiento). Con estos antecedentes se reformulan las actividades para mejorar los resultados y la productividad de sitio.

A partir del año 2013 se realiza un inventario pre-cosecha para tener una mejor estimación de los volúmenes a obtener de los sectores a cosechar.

En los monitoreos que se realizan se incorporan caracterizaciones fitosanitarias, las cuales se detallan en el formulario de inventarios cuando estas se presentan. También se lleva un monitoreo y registro de plagas u otra enfermedad que fuesen detectadas.

11.- Monitoreo

La empresa como parte de su operación normal realiza monitoreo constante de todas sus actividades y patrimonio, clasificado en 3 tipos:
1. Operacionales
2. Ambientales y
3. Sociales

Los primeros se enfocan a controlar que el desarrollo de las faenas, se enmarquen dentro de las normas establecidas por la empresa en los Manuales de Operación, Prescripciones Técnicas, de Seguridad, y Laboral.

Como resultado de éstos, podemos mencionar que, en el aspecto operacional, se ha mejorado ostensiblemente el rendimiento de las faenas, con la incorporación de nuevas técnicas y maquinarias, producto del análisis permanente de los resultados de los monitoreos operacionales.

En el aspecto de seguridad ocupacional, nos ha permitido reducir desde el año 2007 a la fecha, la tasa anual de accidentabilidad de nuestros contratistas a un 3,3 % y la tasa propia a un 0%, en tanto la Tasa de Siniestralidad es de 149 para contratistas y 0 (cero) la propia.

En el plano laboral, hemos logrado el cumplimiento de las obligaciones que tienen nuestros contratistas con sus trabajadores en relación a:

- La redacción de contratos y liquidaciones de sueldos
- Pagos de salarios
- Imposiciones legales
- Capacitaciones y otras

Se ha reducido ostensiblemente el nivel de reclamos en estos temas por parte de los trabajadores, hoy no es aceptado por la empresa la declaración y no pago de las cotizaciones previsionales, como requisito básico para la liberación del pago por sus servicios mensuales.

En cuanto a los monitoreos ambientales, estos están enfocados a evitar la ocurrencia de impactos negativos al ambiente, velando por el cuidado en el uso de productos químicos, la protección de los cursos de agua, quebradas, bosque nativo, áreas de alto valor AAVC y la erosión del suelo, aplicando en forma permanente nuevas fórmulas que mitiguen los impactos adversos de nuestras operaciones.

Los monitoreos sociales, nos han permitido generar en nosotros una mayor empatía con nuestros vecinos y comunidades, permitiendo conocer de primera fuente sus inquietudes, analizarlas y buscar en conjunto soluciones que nos permitan a ambos beneficiarnos con el desarrollo de las actividades de la empresa.

Hemos logrado establecer convenios de: aprovechamiento de leña y recolección PFNM (Productos Forestales No Maderables), establecimiento de tomas de agua y su protección, camiones aljibes para control de polvo, donación de terrenos para mejoramiento comunitario, ayuda en bienes para beneficios sociales, mejoramiento de caminos públicos, uso mano obra local, entre otras acciones.
Esta información se recoge a través de los monitoreos que se realizan a las relaciones comunitarias, antes y después de la ejecución de faenas.

En relación al monitoreo de los AAVC, esto se realiza de acuerdo al plan de conservación definido para cada uno de ellos con el fin de cautelar sus valores extraordinariamente significativos, para el ambiente, la diversidad, el entorno natural y socioeconómicos para las personas.

Resumen Público de Monitoreos Año 2022.

Se presenta a continuación un resumen del resultado de los monitoreos realizados durante el año 2022:

1. Monitoreo de Faenas

Este monitoreo considera la evaluación en temas operacionales, legales, ambientales y sociales, incluida la seguridad laboral y social, y contacto inicial con los vecinos (respecto del conocimiento de los trabajadores de los acuerdos con los vecinos, previo al inicio de las faenas.

1.1. Resultados

El Cumplimiento general de los Chequeos de Faenas se ha mantenido en 99%, durante el año 2022, teniendo un aumento de 6 % respecto del año 2013. (Cuadro 11).

Cuadro 11: Cumplimiento General - Faenas Operativas.

Año	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Promedio (%)	93	95	97	98	98	98	99	99	99	99

Respecto de los incumplimientos ha existido una baja notoria permanente a través del tiempo (Cuadro 12).

Cuadro 12: Incumplimientos por Chequeos por Año.

Año	Incumplimientos x Chequeos	Cantidad de Chequeos
2013	2,0	285
2014	1,5	259
2015	0,9	247
2016	0,5	264
2017	0,48	276
2018	0,51	291
2019	0,35	318
2020	0,27	222
2021	0,24	181
2022	0,20	136

1.1. Conclusiones.

El chequeo de faenas que se hace mensualmente, a todos los contratistas que realizan faenas operativas, ha continuado aumentando su evaluación en el cumplimiento de los principales tópicos operativos, ambientales y sociales, al mismo tiempo cada vez el nivel de exigencia ha ido aumentando. Esta mejora se ha manifestado en todos los ámbitos, quedando aún opción de seguir esta mejora continua. Para ello se continuará el control periódico de todas las faenas y se reforzará e instruirá a nuestro personal de supervisión (Guardabosques y Supervisores) y personal de Contratistas (Supervisores y jefes de faena), sobre la importancia y contenidos de las carpetas en terreno, principalmente en las áreas con algunos incumplimientos.

2. Monitoreo Social.

2.1. Reporte de Comunicaciones

2.1.1.Resultados

El año **2022** se reportaron **111** ingresos, encontrándose cerrados y recibiendo respuesta **103** de ellos.

Cuadro 13: Resumen de Reportes de Comunicaciones Ingresadas.

Total	Abierto	Cerrado
111	**8**	**103**

2.1.2.**Conclusiones**

Nuestro sistema de comunicaciones durante el año **2022** recibió un total de **111** comunicaciones provenientes de nuestros vecinos y partes interesadas, dando respuestas al **93 %** de éstas, las restantes la mayoría ya se encuentran cerradas a la fecha de emisión de este informe.

2.2. Monitoreo de Cumplimiento de Acuerdos.

2.2.1. Resultados

Dada la situación que existe en el país, pandemia de Coronavirus, este tipo de monitoreo no ha sido posible desarrollarlo (por ello, se presentan los resultados del año 2019); no obstante, se ha estado muy atento a cualquier observación que hagan los vecinos, respecto de alguna desviación en el cumplimiento de los acuerdos y tomar las medidas pertinentes si así fuere necesario.

El monitoreo tradicional se retomará cuando no tengamos alerta sanitaria por Covid-19..

Cuadro 14: Nivel de conformidad en Relación al Cumplimiento de los Acuerdos Tomados (2019).

Acuerdo	***Promedio***
1.-Horario	*4,4*
2.-Mantención	*4,2*
3.-Polvo	*4,4*
4.-Prevención	*4,5*
5.-Velocidad	*4,0*
6.-Ruido	*4,0*
7.-Otros Acuerdos	*4,1*
8.-Información y Consulta	*4,0*
9.-Silvicultura	*3,8*
10.-Mano de Obra	*4,1*
Nota Promedio Final:	***4,1***

2.2.2. Conclusiones

Del análisis histórico de nuestro comportamiento en el cumplimiento de los acuerdos pactados con los vecinos, podemos decir que nuestro comportamiento ha sido positivo.

2.2.3. Monitoreo de Productos Forestales No Maderables (PFNM).

2.2.4. Uso de PFNM por parte de los vecinos:

Existen 37 Convenios de Recolección de PFNM firmados con nuestros vecinos, quienes recolectan y hacen uso de estos productos en épocas específicas del año.

2.2.5. Tipo de PFNM:

El principal uso de los PFNM recolectados es para consumo particular de cada vecino, los principalmente productos son: Rosa Mosqueta, Murta, Hongos, Mora, Maqui, Avellana, Castaña, en cantidades bastante acotadas no existiendo mayor interés en ampliar su recolección.

2.3. Conclusiones:

La empresa ha decidido formalizar toda la extracción de PFNM mediante la implementación de convenios con los vecinos, normando las condiciones de uso del área de extracción y adquiriendo acuerdos mutuos en favor de la conservación del recurso para así asegurar su sustentabilidad en el tiempo.

La recolección de este tipo de productos en nuestra zona, no tiene la relevancia o importancia para nuestros vecinos como en otras partes, no es una actividad considerada como fuente de ingresos significativos y permanentes, básicamente es una práctica desarrollada por algunos vecinos, en forma esporádica casi sin fines comerciales, sólo para consumo a nivel personal o familiar en muchos casos.

3. Monitoreo Flora y Fauna

El efecto de las faenas forestales en la flora y fauna se evaluó mediante la instalación de Transectos, en las protecciones permanentes y/o en el bosque nativo colindante a las áreas de producción.

3.1. Resultados

3.1.1. Flora

En faenas de Cosecha, el muestreo Pre y Post Faena, realizados desde 2014 a la fecha, indica que el promedio general de la flora nativa en todos los Transectos, presenta sobre el 97 % de permanencia, tanto del Número de Individuos como de las Especies, incluso los resultados del Año 2021 alcanzan un 100 % en ambos casos, número de individuos y especies.

Las pocas afectaciones se presentan en aquellos sectores que limitan con la plantación, las que están influenciadas por la caída de árboles hacia la protección, en el periodo desde que se termina la faena hasta que se hace la Evaluación. En la caída de árboles participan, por una parte, la operación, aunque con muy baja participación y, por otra parte, el daño de viento.

3.1.2. Fauna

Al igual que en la flora, en faenas de Cosecha, el muestreo Pre y Post Faena, realizados desde 2014 a la fecha, entregan información que la fauna en las zonas aledañas a la operación presenta una situación bastante irregular, mostrando variaciones que van desde valores negativos (-66 %) hasta valores en que se aumenta considerablemente su presencia (>400%). Así, considerando la evaluación realizada durante el año 2021, entrega que existe (en promedio), sobre un 230 % de individuos que se mantienen en el lugar después de la cosecha; al mismo tiempo, aumentó el número de especies (promedio) después de la cosecha (116 %).

3.2. Conclusiones

El resultado global del monitoreo de las faenas de cosecha, arroja un buen desempeño de las operaciones, considerando que la afectación a la flora colindante a las áreas de producción es muy baja o nula. Dentro de la cosecha, la operación de volteo es la que debemos seguir colocando nuestra mayor atención. En este sentido, el aumento de la mecanización del volteo en altas pendientes, ha colaborado en esto; además, se continuará reforzando la instrucción a los motosierristas y operadores de Feller/Shovel/Harvester o similar, en aplicar todas las técnicas de volteo necesarias para evitar la caída de árboles a las protecciones, enfatizando la importancia del bosque nativo que se encuentran alrededor de las plantaciones.

Respecto de la fauna, aunque existe variabilidad en los resultados, el promedio muestra que, tanto en el número de individuos como de especies, se mantienen presentes y aumentan, en el área cosechada y adyacente a la cosecha. Dentro de la fauna observada, se encuentran mayoritariamente los pájaros.

4. Monitoreo de Suelos

4.1.Resultados

El Monitoreo de Suelos muestra que, en general, existe un buen desempeño de nuestras operaciones de cosecha, pues el nivel de daño al suelo generalmente es bajo.
Los resultados de este año, muestran que el **76,8 %** de los puntos muestreados no presentan daño y que el **20,9** % de ellos manifiestan un impacto muy leve a leve.

4.2.Conclusiones

En resumen, el **97,7 %** de los puntos de suelo monitoreados, presentan un buen desempeño de las operaciones de cosecha. El daño que se presenta en el suelo está dado generalmente por afectaciones puntuales derivadas del madereo, ahuellamiento por el tránsito de maquinarias en las vías de saca.

Monitoreo de AAVC

4.1. Resultados.

Los resultados del Monitoreo presentan buenos resultados en su cumplimiento, las mínimas deficiencias se presentan en el ámbito del Estado físico del entorno del AVC (Cuadro 15).

Cuadro 15: Estado de AVC y Entorno.

Resultados Promedios de Cumplimiento por Tipo de AVC.							
Nº	**ESTADO FISICO DEL ENTORNO**	**Porcentaje de cumplimiento**					
		AVC 1	**AVC 2**	**AVC 3**	**AVC 4**	**AVC 5**	**AVC 6**
1	Se mantienen en adecuada condición los cercos y portones del AVC.	NA	NA	100%	95%	100%	100%
2	No Hay evidencias de uso del fuego o incendio en el AVC.	100%	100%	100%	98%	0%	100%
3	No hay evidencia de acumulación sistemática de basuras o desechos en el AVC.	100%	100%	100%	98%	100%	100%
4	No hay evidencias de daño a la vegetación nativa por ingreso de ganado.	100%	100%	100%	96%	100%	100%
5	No hay evidencia de presencia de perros.	100%	100%	100%	98%	100%	100%
6	No hay evidencias de daño o deterioro de la vegetación por acción de terceros, por ejemplo extracción ilegal de madera.	100%	100%	100%	96%	100%	100%
7	No se observan obras civiles ejecutadas por terceros dentro del patrimonio de la empresa (caminos, extracción áridos, drenajes).	100%	100%	100%	95%	100%	100%
8	No se observan evidencias de daño o alteración al Bosque Nativo por efecto de faenas forestales (camino, cosecha, habilitación, etc.…).	100%	100%	100%	100%	100%	100%
9	No se observan evidencias de daño o alteración al Bosque Nativo por factores naturales (sismo, derrumbes, crecida de ríos, otros).	100%	100%	100%	98%	100%	100%
10	No se observa avance de especies invasoras que amenacen el alto valor de conservación.	100%	100%	100%	96%	100%	100%
Nº	**ESTADO DEL VALOR AGUA**						
1	El cerco o protección de la bocatoma se encuentra en buen estado.	NA	NA	NA	88%	100%	100%
2	Se ejecutó la medición de turbidez y caudal.	NA	NA	NA	95%	100%	100%
3	No hay evidencias de alteración en el cuerpo del agua por efecto de actividades antrópicas (ingreso de ganado, extracción de áridos, otros).	NA	NA	NA	93%	100%	100%
4	No se observan evidencias de alteración al cuerpo de agua por efecto de actividades de la empresa (ej. Habilitación, caminos, cosecha).	NA	NA	NA	100%	100%	100%
Nº	**CUMPLIMIENTO DE COMPROMISOS**						
1	No existen quejas de la comunidad respecto a los cuidados del AVC.	100%	100%	100%	98%	100%	100%
2	La comunidad usa el AVC de acuerdo al objetivo de su generación.	100%	100%	100%	88%	100%	100%
3	Se permite el ingreso de la comunidad al AVC.	100%	100%	100%	100%	100%	100%
		100%	**100%**	**100%**	**96%**	**94%**	**100%**

4.2. Conclusiones.

Los Monitoreos de AVC entregan resultados promedios iguales y superiores al 94% de cumplimiento, tanto en los diferentes estados y cumplimiento de compromisos; los incumplimientos específicos principalmente están referidos a daños en sectores puntuales con cercos o portones deficientes y algún grado de daño por ingreso de ganado. Estos puntos se han ido abordando paulatinamente.

5. Otros.

La Empresa ha nominado al Sr. Masaharu Takai Subgerente Legal y de Regulación como Encargado/Responsable del Manejo Forestal de la Empresa, apoyado para los aspectos técnicos, sociales y ambientales, en su implementación y ejecución, por el señor Heriberto Marchant Velásquez.

Folio001608

Gayana Bot. 66(1): 103-106, 2009. Comunicación breve ISSN 0016-5301

NUEVO REGISTRO DE UNA POBLACION DE *FITZROYA CUPRESSOIDES* (MOLINA) I.M.JOHNST. EN SU LIMITE NORTE EN LA ISLA DEL REY, CHILE

NEW RECORD OF A FITZROYA CUPRESSOIDES *(MOLINA) I.M.JOHNST. POPULATION IN ITS NORTHERN LIMIT IN ISLA DEL REY, CHILE*

Daniel P. Soto

Instituto de Silvicultura, Universidad Austral, Casilla 567, Valdivia, Chile
danielsoto@uach.cl

ABSTRACT

This short communication describes a small undocumented population of *Fitzroya cupressoides* (Molina) I.M.Johnst. in the northern limit of the Chilean Coastal Range. The stand is of 1.19 ha in size in 39º53'S, 73º19'O at 25 m a.s.l. This small isolated stand is inserted in a highly fragmented landscape dominated by exotic tree plantations. This unique condition makes urgent the development of a genetic and biogeographical conservation strategy.

Fitzroya cupressoides (Molina) I.M.Johnst., comúnmente llamada alerce y en lengua mapuche como lahuén o lahual, es una especie arbórea rara, longeva y endémica de los bosques templados lluviosos de Chile y en porciones adyacentes en Argentina (Fraver *et al*. 1999, Hechenleitner *et al*. 2005, Donoso *et al*. 2006). Es un género monotípico y dioico (raramente monoico) de la familia de la Cupressaceae. Los árboles pueden alcanzar un gran tamaño, reportándose individuos de más de 5 m en diámetro y 50 m de altura (Donoso *et al*. 2006), y pudiendo vivir más de 3.600 años (Lara & Villalba 1993, Wolodarsky-Franke & Lara 2005), siendo una de las especies más longevas del mundo. *F. cupressoides* ha tenido una dramática historia de explotación debido a la calidad, belleza y durabilidad de su madera que se ha extendido por más de tres centurias (Martínez & Muñoz 1988, Wolodarsky-Franke & Lara 2005, Donoso *et al*. 2006), lo que se ha traducido en un estado de conservación "crítico" (Lara *et al*. 1999, Donoso *et al*. 2006). Por este dramático escenario, *F. cupressoides* ha sido incluida en el Apéndice I de la convención CITES que regula extrictamente el comercio de su madera y semillas, y declarada "Monumento Natural" en 1976 mediante Decreto Supremo del gobierno de Chile y considerada como una especie En Peligro (Farjon & Page 1999, Hechenleitner *et al*. 2005).

En la Cordillera de la Costa, *F. cupressoides* se distribuye desde los 39º50'S (Donoso 1993, Donoso *et al*. 2006, Hechenleitner *et al*. 2005), en los alrededores de la ciudad de Valdivia (Fig. 1a), hasta los 42º35'S (Donoso 1993, Donoso *et al*. 2006) y entre los 550 a 1.000 m s.n.m. En las partes bajas y occidentales de la Cordillera de la Costa es posible encontrar individuos aislados de *F. cupressoides* cercanos al nivel del mar o formando pequeños bosquetes rodeados por una matriz de especies arbóreas siempreverdes (Donoso *et al*. 1993, 2006). Los bosques más continuos comienzan a partir de los 39º 58'S en la Reserva Forestal Valdivia (CONAF 2000).

Esta comunicación breve informa el hallazgo de un rodal de *F. cupressoides* en la parte baja del estero Pilgua de la Isla del Rey, ubicada en los 39º 53'S y 73º19'O, al suroeste de la ciudad de Valdivia (39º49'S, 73º14'O; Fig. 1), a una altitud de 25 m s.n.m., muy cercana al río Tornagaleones. La superficie del rodal se estimó en 1,19 ha, con aproximadamente 350 árboles por hectárea. La estructura del rodal es

Folio001609

multiespecífica dominada por unos 25 individuos de *F. cupressoides* en un estrato emergente, cuyo tamaño es de hasta 50 cm de diámetro, y entre 20 a 25 m de altura (Fig. 2). En los estratos intermedios se encuentran *Nothofagus nitida* (Phil.) Krasser, *Drimys winteri* J.R.Forst. et G. Forst., *Amomyrtus luma* (Molina) Legr. et Kausel, *Tepualia stipularis* (Hook et Arn.) Griseb. Se constató una escasa regeneración de *F. cupressoides* ubicada en el borde del rodal, en el interior de éste la regeneración es prácticamente inexistente. La matriz circundante inmediata al rodal esta conformada por un bosque secundario de *Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oersted, que participa con un 75% del perímetro del rodal, el restante 25% del perímetro está compuesto por un matorral arborescente. Además, se registró la tala de algunos individuos de alerce para la construcción de cercos, y la presencia de bostas de ganado mayor.

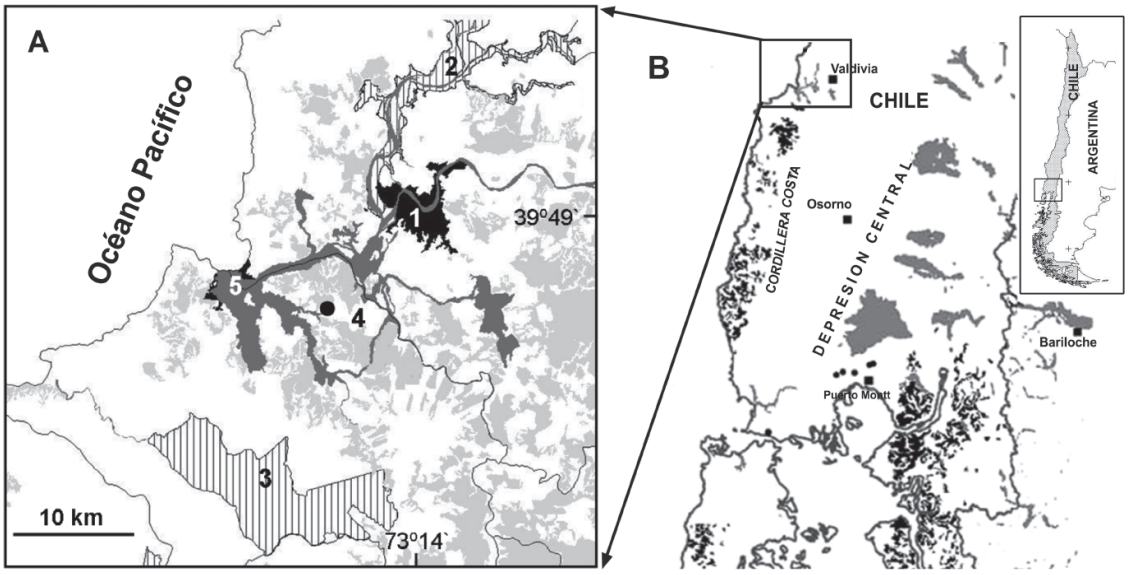


FIGURA 1. A. Area de estudio: 1) ciudad de Valdivia, 2) Santuario de la Naturaleza Río Cruces, 3) Reserva Forestal Valdivia, 4) Isla del Rey, 5) Bahía de Corral. El punto negro (•) muestra la ubicación de la población de *F. cupressoides* estudiada, y área gris clara muestra la distribución de plantaciones de *Pinus radiata* y *Eucaliptus* spp. B. Area de distribución de *F. cupressoides* en Chile y Argentina en negro (Lara *et al*. 1999).

FIGURE 1. A. Study area: 1) Valdivia city, 2) Rio Cruces Sanctuary, 3) Valdivia Forest Reserve, 4) Isla del Rey, and 5) Corral Bay. Black dot (•) shows the location of the *F. cupressoides* population studied, and light grey shows the distribution of *Pinus radiata* and *Eucaliptus* spp. plantations. B. Distribution area of *F. cupressoides* in Chile and Argentina in black (from Lara *et al*. 1999).

Folio001610

El registro de este nuevo rodal de *F. cupressoides* en el límite norte de la distribución de la especie tiene una gran importancia biogeográfica, ecológica y genética, ya que en esta latitud se han documentado los refugios de flora de la última glaciación pleistocénica, y las mayores diferencias genéticas para *F. cupressoides* respecto al resto de su distribución (Allnutt *et al*. 1999). Sobre la base de lo anteriormente expuesto, se recomienda implementar medidas "urgentes" para la conservación de este rodal único de *F. cupressoides* inserto en un paisaje intensamente fragmentado por el cambio de uso del suelo, donde dominan los cultivos forestales de rápido crecimiento (Fig. 1).

Finalmente, es de suma urgencia buscar, registrar y comunicar todos aquellos rodales indocumentados de cualquier especie amenazados o con problemas de conservación, que estén insertos en paisajes fuertemente fragmentados, y así implementar medidas interdisciplinarias para la conservación de estos enclaves únicos de flora.

Material estudiado: Chile. Región de los Ríos. Provincia de Valdivia, Comuna de Corral, Isla del Rey, sector estero Pilgua, 25 m s.n.m., 39º53'S; 73º19'O, 18-X-2008, Daniel P. Soto s/n (CONC 168163).

Figura 2. Individuo de *F. cupressoides* emergente en la Isla del Rey (Foto por Daniel P. Soto).

Figure 2. Emergent *F. cupressoides* tree in the Isla del Rey (Photograph by Daniel P. Soto).

Folio001611

AGRADECIMIENTOS

Al Sr. Osvaldo Kunstmann propietario del predio y profesor de la Universidad Austral, por la comunicación de este hallazgo y por la logística de terreno. A Natalia Carrasco F., Daniel Uteau y a dos revisores anónimos por sus sugerencias y correcciones del texto.

BIBLIOGRAFIA

ALLNUTT, T.R., A. NEWTON, A. LARA, A. PREMOLI, J. ARMESTO, R. VERGARA & M.F. GARDNER. 1999. Genetic variation in *Fitzroya cupressoides* (alerce) a threatened South American conifer. Molecular Ecology 8: 975-987.

CONAF. 2000. Plan de Ordenación de la Reserva Forestal Valdivia. Documento Técnico. CONAF-GTZ, Valdivia, Chile. 201 pp.

DONOSO, C. 1993. Bosques Templados de Chile y Argentina; Variación, estructura y dinámica. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 484 pp.

DONOSO, C., V. SANDOVAL, R. GREZ & J. RODRÍGUEZ. 1993. Dynamics of *Fitzroya cupressoides* forests in southern Chile. Journal of Vegetation Science 4: 303-312.

DONOSO, C., A. LARA, B. ESCOBAR, A. PREMOLI & C. SOUTO. 2006. *Fitzroya cupressoides* (Molina) I.M. Johnst. En: C. Donoso (ed.), Especies arbóreas de Chile y Argentina. Autoecologia. pp 68-81. Marisa Cuneo Ediciones, Valdivia, Chile.

FARJON, A. & C.N. PAGE. 1999. Conifers. Status Survey and Conservation Action Plan. IUCN/SSC Conifer Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge UK. 121 pp.

FRAVER, S., M.E. GONZÁLEZ, F. SILLA, A. LARA & M.F. GARDNER. 1999. Composition and structure of remnant *Fitzroya cupressoides* forests of Southern Chile´s Central depression. The Journal of the Torrey Botanical Society 126: 49-57.

HECHENLEITNER, P., M.F. GARDNER, P.I. THOMAS, C. ECHEVERRÍA, B. ESCOBAR, P. BROWNLESS & C. MARTÍNEZ. 2005. Plantas amenazas del Centro-Sur de Chile: Distribución, Conservación y Propagación. Universidad Austral de Chile-Royal Botanic Garden Edinburgh, Valdivia, Chile. 188 pp.

LARA, A. & R. VILLALBA. 1993. A 3,620 year temperature reconstruction from *Fitzroya cupressoides* tree rings in Southern America. Science 260: 1104-1106.

LARA, A., M.E. SOLARI, P. RUTHERFORD, O. THIERS & R. TRECAMAN. 1999. Cobertura de la vegetación original de la ecorregión de los bosques valdivianos en Chile hacia 1550. Proyecto FB49, WWF-UACH. Informe Técnico, Valdivia, Chile. 32 pp.

MARTÍNEZ, O. & A.M. MUÑOZ. 1988. Aspectos conservativos de las coníferas chilenas. Bosque 9(2): 77-82.

WOLODARSKY-FRANKE, A. & A. LARA. 2005. The role of "forensic" dendrochronology in the conservation of alerce (*Fitzroya cupressoides* (Molina) Johnston)) forests in Chile. Dendrochronologia 22: 235-240.

Recibido: 06.06.08
Aceptado: 08.09.08

Folio001612

UNIL | Université de Lausanne

Unicentre
CH-1015 Lausanne
http://serval.unil.ch

Year : 2023

Production, circulation and application of scientific knowledge: forest hydrology and policy-making in Chile

Astrid Luna OPPLIGER URIBE

OPPLIGER URIBE, Astrid Luna (2023). Production, circulation and application of scientific knowledge: forest hydrology and policy-making in Chile.

Originally published at: Thesis, University of Lausanne

Posted at the University of Lausanne Open Archive http://serval.unil.ch
Document URN :

Droits d'auteur
L'Université de Lausanne attire expressément l'attention des utilisateurs sur le fait que tous les documents publiés dans l'Archive SERVAL sont protégés par le droit d'auteur, conformément à la loi fédérale sur le droit d'auteur et les droits voisins (LDA). A ce titre, il est indispensable d'obtenir le consentement préalable de l'auteur et/ou de l'éditeur avant toute utilisation d'une oeuvre ou d'une partie d'une oeuvre ne relevant pas d'une utilisation à des fins personnelles au sens de la LDA (art. 19, al. 1 lettre a). A défaut, tout contrevenant s'expose aux sanctions prévues par cette loi. Nous déclinons toute responsabilité en la matière.

Copyright
The University of Lausanne expressly draws the attention of users to the fact that all documents published in the SERVAL Archive are protected by copyright in accordance with federal law on copyright and similar rights (LDA). Accordingly it is indispensable to obtain prior consent from the author and/or publisher before any use of a work or part of a work for purposes other than personal use within the meaning of LDA (art. 19, para. 1 letter a). Failure to do so will expose offenders to the sanctions laid down by this law. We accept no liability in this respect.

UNIL | Université de Lausanne
Faculté des géosciences et de l'environnement

Institut de géographie et durabilité

Production, circulation and application of scientific knowledge: forest hydrology and policy-making in Chile

Thèse de doctorat

Présentée à la

Faculté des géosciences et de l'environnement
de l'Université de Lausanne

pour l'obtention du grade de
Docteur en sciences de l'environnement

Par

Astrid Luna OPPLIGER URIBE

Master of Science in governance of risks and resources, Universität Heidelberger
Geografa, Universidad de Chile

Jury

Prof. Christian Kull, Directeur de thèse
Prof. René Véron, Université de Lausanne
Prof. Michael Handke, Universität Heidelberger
Prof. David Richardson, Stellenbosch University
Prof. Javiera Barandiarán, University of California

Sous la Présidence du Prof. Marie-Elodie Perga, Université de Lausanne

Lausanne, 2023

UNIL | Université de Lausanne
Faculté des géosciences et de l'environnement
bâtiment Géopolis bureau 4631

IMPRIMATUR

Vu le rapport présenté par le jury d'examen, composé de

Présidente de la séance publique :	Mme la Professeure Marie-Elodie Perga
Présidente du colloque :	Mme la Professeure Marie-Elodie Perga
Directeur de thèse :	M. le Professeur Christian Kull
Expert interne :	M. le Professeur René Véron
Experte externe :	Mme la Professeure Javiera Barandiaran
Expert externe :	M. le Professeur David Richardson
Expert externe :	M. le Docteur Michael Handke

Le Doyen de la Faculté des géosciences et de l'environnement autorise l'impression de la thèse de

Madame Astrid OPPLIGER URIBE

Titulaire d'un
Master of Science en Gouvernance des risques et des ressources
de l'Université de Heidelberg

intitulée

PRODUCTION, CIRCULATION AND APPLICATION OF SCIENTIFIC KNOWLEDGE: FOREST HYDROLOGY AND POLICY-MAKING IN CHILE

Lausanne, le 21 février 2023

Pour le Doyen de la Faculté des géosciences et de l'environnement

Professeure Marie-Elodie Perga

Para Chile y mi amado Ewoud Lauwerier.
Mis amadas Celeste Estella, Madre y abuelitas Ella y Adriana.
Con amor a mi padre, y mis abuelos W. Uribe, y Tata Cesar.

Mit Liebe und Dankbarkeit für alle meine schweizerischen
und deutschen Vorfahren.
A todos mis ancestros del sur y el norte.

Source: author, 2020. Old-growth *Eucalyptus* forest, in Victoria, Australia.

Abstract

Forests and plant communities play a key role in regulating the hydrological cycle. During the last decades, forest plantations of *Eucalyptus* species – or *Pinus* and *Acacias* – have become predominant in the landscapes of many countries and raised concerns about their detrimental effects on water availability. The phenomenon has become a controversial subject. Such is the case in Chile, where, despite the existence of a wide range of international and national forest hydrology studies, the issue remains somehow contested. As scientific knowledge plays a key role in the development of societies, by providing, for example, the basis of knowledge for decision or policy-making, the science of forest hydrology – which studies how water flows through forests and vegetation communities – might help to understand such contestations of environmental knowledge.

This investigation was initiated to understand the science of forest hydrology, and whether or not in its social production, circulation and application of knowledge it was possible to find reasons for these water and forest contestations. To address this, the investigation draws on three bodies of literature: (1) forest hydrology science, (2) science studies and (3) political ecology. Empirically, this research is based on three field campaigns in Chile, South Africa and Australia. The research method is structured in three phases. First, it draws on a systematic literature review on *Eucalyptus* trees – from forest hydrology studies of these three countries. The second and third phases of the research focus on Chile. Inspired by works interconnecting science studies and political ecology, the research operationalises the 'field theory' and the 'advocacy coalition framework' as theoretical tools to analyse the social production, circulation and application of scientific knowledge of forest hydrology, its governance, and policy-making. In this regard, the forest hydrology science and policy of 'the Forest Plantation Protocol (FPP)' in Chile are taken as a case study.

Results are presented in three chapters. First, results demonstrate that most scientific studies confirm that *Eucalyptus* trees have higher water use rates than other land covers such as native forests or scrublands, agriculture, grassland, wetland vegetation, and other plantation tree species such as *Pinus radiata* or *Acacias*. These hydrological results hold irrespective of whether the *Eucalyptus* trees are present as native or non-native trees. The review suggests that

variations and nuances in these findings may result from variations in the study design. Second, the investigation on the production and circulation of knowledge in the forest hydrology field reveals the presence of knowledge producers from academia, government and forestry companies. These actors contribute to and contest scientific knowledge and its legitimacy in different ways. Some senior governmental actors, for instance, claim that there are no studies, or that they are not aware of the existence of (or relevant) forest hydrology research in the country. Other researchers for their part, acknowledge the existence of several forest hydrology studies and the effects of forestry plantations on water resources, but some challenge the legitimacy and scientific authority of these forest hydrology studies in different ways. The investigation shows the existence of two scientific trends or approaches within the forest hydrology field: the ecosystem approach and the forestry hydrogeology approach. It also demonstrates that external political-economic relations within which the field is embedded, shape the production and circulation of the forest hydrology knowledge, and some of its practices challenge its relative autonomy. Third, the research on the circulation and application of forest hydrology knowledge in the policy-making of the FPP demonstrates that the knowledge listened to is a combination of forestry hydrogeology and ecosystem science approaches. Both approaches correspond to two opposing coalitions on water and soil regulation issues in the FPP: forestry industry versus governmental actors, and their respective allies. Most of the invited academics supported the industrial coalition, as did some governmental actors. It is demonstrated that some academics are sometimes inconsistent in their statements, and might generate doubt on certain issues of forest hydrology. Nonetheless, it is also demonstrated that scientific knowledge played a modest role in the policy production through the circulation and the application of scientific articles to support the policy outputs. Paths to policy change are a combination of external events (fires in 2017), some learning, and mostly a process of negotiation where socio-economic criteria are applied. The research also shows that external events can relatively shift the balance of negotiation powers, as well as that previous policy or agreements can strategically establish negotiation margins for the policy outcomes. Finally, this study suggests that the practices of contestation of the existence or non-existence of studies, the delegitimisation of existing research, and the stated inconsistencies, among others, have very likely contributed to building controversy over the field of forest hydrology and the knowledge it holds on plantation forestry and its effects on water resource and its reductions in the country.

This theoretical and empirical investigation contributes to the literature in three ways. First, it contributes to understanding forest hydrology discussions. Second, it empirically and geographically furthers research in political ecology and sciences studies working on production, circulation and application of environmental knowledge. Third, it contributes to the work of political ecology and science studies by operationalizing the concepts of 'the field theory' and the 'advocacy coalition framework', highlighting the role of scientific knowledge, its governance and role in policy-making.

Résumé

Les forêts et les communautés végétales jouent un rôle clé dans la régulation du cycle hydrologique. Au cours des dernières décennies, les plantations forestières d'espèces d'*Eucalyptus* – ou de *Pinus* et d'*Acacias* – sont devenues prédominantes dans les paysages de nombreux pays et ont suscité des inquiétudes quant à leurs effets sur la disponibilité de l'eau. Le phénomène est devenu un sujet de controverse. C'est le cas au Chili, où, malgré l'existence d'un large éventail d'études internationales et nationales sur l'hydrologie forestière, la question reste contestée. Comme la connaissance scientifique joue un rôle clé dans le développement des sociétés, en fournissant, par exemple, la base de connaissances pour la prise de décision ou l'élaboration de politiques, la science de l'hydrologie forestière – qui étudie comment l'eau s'écoule à travers les forêts et les communautés végétales – pourrait aider à comprendre ces contestations de la connaissance environnementale.

Cette recherche a été initiée afin de comprendre la science de l'hydrologie forestière et pour savoir si, dans sa production sociale, sa circulation et son application de la connaissance, il était possible de trouver des raisons à ces contestations de l'eau et de la forêt. Pour ce faire, l'enquête s'appuie sur trois corpus de littérature : (1) la science de l'hydrologie forestière, (2) les études scientifiques et (3) l'écologie politique. Empiriquement, cette recherche se base sur trois campagnes de terrain au Chili, en Afrique du Sud et en Australie. La méthode de recherche est structurée en trois phases. Premièrement, elle s'appuie sur une revue systématique de la littérature sur les *Eucalyptus* dans ces trois pays, relevant pour la science de l'hydrologie forestière. Les deuxièmes et troisièmes phases de la recherche se concentrent sur le Chili. Inspirée par des travaux interconnectant des *sciences studies* et l'écologie politique, la recherche opérationnalise la 'théorie du champ' et le '*modèle des coalitions de cause*' en tant qu'outils théoriques pour analyser la production sociale, la circulation et l'application des connaissances scientifiques de l'hydrologie forestière, sa gouvernance et son utilisation dans l'élaboration des politiques. A cet égard, la science de l'hydrologie forestière et la politique du "Protocole de Plantation Forestière (PPF)" au Chili sont prises comme étude de cas.

Les résultats sont présentés en trois chapitres. Premièrement, les résultats démontrent que la large majorité des études scientifiques confirment que les *Eucalyptus* ont des taux d'utilisation de l'eau plus élevés que d'autres couvertures terrestres telles que les forêts ou arbustes sauvages, l'agriculture, les prairies, la végétation des zones humides et d'autres espèces

d'arbres de plantation telles que *Pinus radiata* ou *Acacias*. Ces résultats hydrologiques sont valables indépendamment du fait que les *Eucalyptus* soient présents en tant qu'arbres indigènes ou non indigènes. L'examen suggère que les variations et les nuances dans ces résultats peuvent résulter de variations dans le design de l'étude. En deuxième lieu, la recherche sur la production et la circulation des connaissances dans le domaine de l'hydrologie forestière révèle que les académiciens, l'État et les entreprises forestières sont des producteurs de connaissances. Ces acteurs contribuent et contestent les connaissances scientifiques et leur légitimité de différentes manières. Certains acteurs gouvernementaux de haut niveau par exemple, affirment ne pas être au courant de l'existence (ou de la relevance) de la recherche en hydrologie forestière dans le pays. D'autres chercheurs, pour leur part, reconnaissent l'existence de plusieurs études sur l'hydrologie forestière et les effets des plantations forestières sur les ressources en eau. Mais certains d'entre eux remettent en question la légitimité et l'autorité scientifique de certaines études d'hydrologie forestière de différentes manières. Elle montre l'existence de deux tendances ou approches scientifiques dans le domaine de l'hydrologie forestière : l'approche écosystémique et l'approche hydrogéologique forestière. L'investigation démontre également que les relations politico-économiques externes dans lesquelles le domaine est intégré, façonnent la production et la circulation des connaissances en matière d'hydrologie forestière, et que certaines de ses pratiques remettent en question son autonomie relative. En troisième lieu, la recherche sur la circulation et l'application des connaissances en hydrologie forestière dans l'élaboration de la politique du PPF, démontre que les connaissances prises en compte sont une combinaison d'approches d'hydrogéologie forestière et de science des écosystèmes. Ces deux approches correspondent à deux coalitions opposées sur les questions de régulation des eaux et des sols dans le PPF : l'industrie forestière et les acteurs gouvernementaux, et leurs alliés respectifs. La plupart des académiciens invités ont soutenu la coalition industrielle, et certains acteurs gouvernementaux l'ont également défendue. Il est démontré que certains académiciens sont dans certains cas incohérents dans leurs déclarations et peuvent génèrent le doute sur certains thèmes d'hydrologie forestière. Malgré cela, il est démontré que la connaissance scientifique a joué un rôle modeste dans la production de la politique par la circulation et l'application d'articles scientifiques pour soutenir les résultats de la politique. Les voies du changement politique sont une combinaison d'événements externes (feux de forêt en 2017), d'un certain apprentissage et surtout d'un processus de négociation où des critères socio-économiques sont appliqués. La recherche montre également que les événements externes peuvent modifier relativement l'équilibre des pouvoirs de négociation, et que la politique ou les

accords précédents peuvent établir stratégiquement les marges de négociation des résultats politiques. Enfin, cette étude suggère que les pratiques de contestation de l'existence ou de l'inexistence d'études, de délégitimation des recherches existantes et d'incohérences déclarées, entre autres, ont très probablement contribué à la controverse dans le domaine de l'hydrologie forestière et ses connaissances sur la foresterie de plantation d'espèces exotiques et ses effets sur les ressources en eau et leur réduction dans le pays.

Cette étude théorique et empirique contribue à la littérature de trois manières. Premièrement, elle contribue à la compréhension des discussions sur l'hydrologie forestière. Deuxièmement, elle approfondit empiriquement et géographiquement la recherche en écologie politique et en études des sciences travaillant sur la production, la circulation et l'application des connaissances environnementales. Troisièmement, il contribue à enrichir le travail de l'écologie politique et des études scientifiques en opérationnalisant les concepts de 'théorie du champ' et de 'cadre de coalition de plaidoyer', en soulignant le rôle de la connaissance scientifique, sa gouvernance et sa fonction dans l'élaboration des politiques.

Resumen

Los bosques y las comunidades vegetales desempeñan un papel fundamental en la regulación del ciclo hidrológico. En las últimas décadas, las plantaciones forestales de especies de *Eucalyptus* – o *Pinus* y *Acacias* – se han hecho predominantes en los paisajes de muchos países y han suscitado la preocupación por sus efectos sobre la disponibilidad de agua. El fenómeno se ha convertido en un tema controvertido. Tal es el caso de Chile, donde, a pesar de la existencia de una amplia gama de estudios internacionales y nacionales sobre hidrología forestal, la cuestión sigue siendo controvertida. Dado que el conocimiento científico juega un papel clave en el desarrollo de las sociedades, al proporcionar, por ejemplo, la base del conocimiento para la toma de decisiones o la formulación de políticas, la ciencia de la hidrología forestal – que estudia cómo fluye el agua a través de los bosques, plantaciones y diversas comunidades de vegetación – podría ayudar a entender estas contestaciones del conocimiento ambiental.

Esta investigación se inició para entender la ciencia de la hidrología forestal, y si en sus fases sociales de producción, circulación y aplicación del conocimiento era posible encontrar razones para estas impugnaciones sobre el agua y las plantaciones forestales. Para ello, la investigación se basa en tres cuerpos de literatura: (1) la ciencia de la hidrología forestal, (2) los estudios sobre la ciencia y (3) la ecología política. Empíricamente, esta investigación se basa en tres campañas de campo en Chile, Sudáfrica y Australia. El método de investigación se estructura en tres fases. En primer lugar, se basa en una revisión bibliográfica sistemática sobre los eucaliptos en estos tres países, relevantes para la ciencia de la hidrología forestal. La segunda y tercera fase de la investigación se centran en Chile. Inspirada en trabajos que interconectan los estudios de la ciencia y la ecología política, la investigación operacionaliza la 'teoría del campo' y el 'marco de las coaliciones de causa' como herramientas teóricas para analizar la producción, circulación y la aplicación del conocimiento científico de la hidrología forestal, su gobernanza y utilización en la elaboración de políticas. En este sentido, se toma como caso de estudio la disciplina científica de la hidrología forestal y el caso de la política forestal del 'Protocolo de Plantaciones Forestales (PPF)' en Chile.

Los resultados se presentan en tres capítulos. En primer lugar, los resultados demuestran que la vasta mayoría de los estudios científicos confirman que los eucaliptos tienen tasas de uso de agua más altas que otras coberturas terrestres como los bosques o matorrales nativos, la agricultura, los pastizales, la vegetación de los humedales y otras especies de árboles de

plantación como el *Pinus radiata* o las *Acacias*. Estos resultados hidrológicos se mantienen independientemente de que los eucaliptos estén presentes como árboles nativos o exóticos. La revisión sugiere que las variaciones y matices en estos resultados pueden ser el resultado de las variaciones en el diseño del estudio. En segundo lugar, la investigación sobre la producción y circulación del conocimiento en el ámbito de la hidrología forestal revela la existencia de productores procedentes del mundo académico, del gobierno y de las empresas forestales. Estos actores contestan de diferentes maneras el conocimiento científico de la hidrología forestal y su legitimidad. Algunos actores gubernamentales del alto nivel central declaran que no hay estudios o de no saber de la existencia de investigación científica (o relevante) en hidrología forestal en el país. Otros investigadores, por su parte, reconocen la existencia de varios estudios de hidrología forestal y los efectos de las plantaciones forestales en los recursos hídricos. Pero algunos cuestionan la legitimidad y la autoridad científica de los estudios en hidrología forestal de diferentes maneras. Se demuestra la existencia de dos tendencias o enfoques científicos dentro del campo de la hidrología forestal: el enfoque ecosistémico y el enfoque hidrogeológico forestal. También se demuestra que las relaciones político-económicas externas en las que se inserta el campo de la hidrología forestal, están transformando la producción y circulación del conocimiento de la hidrología forestal, y algunas de sus prácticas están desafiando su relativa autonomía. En tercer lugar, la investigación sobre la circulación y la aplicación de los conocimientos de hidrología forestal en la elaboración del PPF, demuestra que los conocimientos que se consideran son una combinación de enfoques de 'hidrogeología forestal' y 'ecosistémico'. Ambos enfoques fueron usados por dos coaliciones opuestas en cuestiones de regulación del agua y el suelo en el PPF: la industria forestal y los actores gubernamentales, y cada uno de sus aliados. Sin embargo, la mayoría de los académicos invitados apoyaron la coalición industrial, y algunos actores gubernamentales también abogaron por la industria. Se demuestra que algunos académicos son en ciertas ocasiones inconsistentes en sus declaraciones y que pueden generan dudas en ciertos temas de la hidrología forestal. A pesar de esto, se demuestra que el conocimiento científico jugó un papel modesto en la producción de la política del PPF a través de la circulación y la aplicación de artículos científicos que apoyaron los resultados del PPF. Los caminos para el cambio político, son una combinación de eventos externos (los incendios forestales de 2017), algunos aprendizajes y sobre todo un proceso de negociación donde se aplican criterios socioeconómicos. La investigación también muestra que los acontecimientos externos pueden cambiar relativamente el equilibrio de los poderes de negociación, así como que las políticas o los acuerdos anteriores pueden establecer

estratégicamente los márgenes de negociación de los resultados políticos. Finalmente, este estudio sugiere que las prácticas de impugnación sobre la existencia o inexistencia de estudios, la deslegitimación de las investigaciones existentes y las incoherencias declaradas, entre otras, han contribuido muy probablemente a crear controversia sobre el campo de la hidrología forestal y sus conocimientos sobre plantaciones forestales de especies exóticas y sus efectos sobre los recursos hídricos y su reducción en el país.

Esta investigación teórica y empírica contribuye a la literatura de tres maneras. En primer lugar, contribuye a la comprensión de los debates sobre hidrología forestal. En segundo lugar, enriquece empírica y geográficamente la investigación en los estudios de ecología política y estudios de la ciencia que trabajan en la producción, circulación y aplicación del conocimiento medioambiental. En tercer lugar, contribuye al trabajo de la ecología política y los estudios de ciencia al hacer operativos los conceptos de la teoría del campo y del marco de la coalición de defensa, al destacar el rol del conocimiento científico, su gobernanza y su función en la elaboración de políticas.

Acknowledgements

Thanks to all the professors who – in one way or another – helped me to learn, to understand and to mature, many of the findings of this research. Thanks to Professors René Véron and Michael Handke, who were present from the beginning, accompanying me and giving their recommendations. Many thanks to Professor David Richardson, who with his strength helped me to open many paths. Also, thanks to Professor Rodney Keenan. I learned a lot. Many thanks to Professor Javiera Barandiarán for her interest in my research. Many thanks to my supervisor, Professor Christian Kull, who by his example taught me a lot throughout the years of my research. Thanks Christian, I learned a lot.

Many thanks to all the forest hydrologists, foresters and scholars who shared their knowledge and experiences with me. Professors Antonio Lara, Carlos Oyarzún, Andres Iroumé, Julia Jones, James Bathurst, Pablo Donoso, Luis Gonzalez, Andres Plaza, Mauricio Galleguillos, Sergio Donoso, José Luis Arumi, Rafael Rubilar, Christian Echeverria, Alejandra Stehr, Mauricio Aguayo. To Pablo Ramirez, Oscar Mardones, Christian Little, Victor Vargas, Fernando Raga, Guillermo Barrientos, Trevor Walter, Patricio Rutherford, and many others in Chile. Professors Jan Bosch, David Le Maitre, Peter Dye, David Scott, Dirk Versfeld, Mark Gush, Alistair Clulow, Roland Schulze, and others in South Africa. Professors Helena Bender, Lu Zhang, Richard Silberstein, Robert Vertessy, Alice Brown, Albert van Dijk, Leon Bren, Richard Benyon, Gary Sheridan, Patrick Lane, Richard Harper, Brett Bennett, and many others in Australia. Thank you all.

Especial agradecimiento y amor para mi familia. Mi madre, Celeste Estrella, Mónica Caro, mi Ellita Hermosa, mi Tata César, mi abuelo Wensceslao, y mi gatuna Ayarauca Blanca. Gracias a mi aquerida tía Luz. Dank je mijn liefste Ewoud Lauwerier en heel je familie. Vielen dank Cousin Jaime Uribe und alle meine liebe Familie Uribe. Gracias a todos los profesores, personas y amigos que, de una u otra forma, también han contribuido en mi camino para llegar hasta aquí. Don José Luis Buitano y todo el A.P.R. de Mashue. Mi tío abuelo Erich Oppliger y tía Sonia Negrón de La Unión. A Michael Hantke D. A los Profesores Hugo Romero A., Johanna Höhl, Andrea Cabezas, y Rocio Urrutia. A Alberto

Dufey, Nadine Chuat, Patricia Schifferli y Lincoyan Nehuen. Thanks to Ross Shackleton. Merci Flore Lafaye de Micheaux, Barbara Beck, Marcia Curchod and to the professors and colleagues of the Institute of geography and sustainability. Thanks Maria Amaya, Annalisa Soncini, Nuria Sanchez, Emanuele Politi, Amal Zayed and Jad Moawad. Gracias a todo Génesis n° 5 G.L.F.Ch. A la bella Valeria Ravera. Merci à Daniel Bally et Inés Gomez. And to so many others who in one way or another listened to, shared a book, gave some advice, encouraged to continue, shared joy and tried to understand what this PhD was all about for me.

Gracias a la vida, a todes mis antepazades, y por todas las sincronias. These last 5 years have been the most wonderful and the most horrible – with their nuances – of my life. During the process of this investigation, I indeed learned a lot. Many thanks to all those whom I met during this investigative journey and who taught me a lot.

Table of Contents

Chapter 1

Introduction ***33***

1.1 Background **33**

1.2 Research gaps **36**

1.3 Overall research aims and relevance **38**

1.4 Personal motivation **41**

1.5 Structure of the thesis **42**

Chapter 2 ..... ***45***

Concepts and existing literature ***45***

2.1. Reviewing the forest hydrology science **46**

2.2. Science studies and political ecology frameworks **47**

2.2.1. Scientific knowledge 47

2.2.2. Science studies and political ecology, and their interrelationships 48

2.2.3. Insights on environmental knowledge 49

2.3. Bridging sciences studies and political ecology: production, circulation and application of knowledge as a social analysis approach on environmental knowledge **75**

2.4. Building a production, circulation and application framework for the forest hydrology field **79**

2.4.1. Field theory: analysing the production and the circulation of scientific knowledge **79**

2.4.2. The Advocacy Coalition Framework (ACF): tracking the circulation and application of scientific knowledge in policy-making **84**

Chapter 3 ..... ***89***

Methodology ***89***

3.1. Introduction **89**

3.2. Fieldwork organization: Chile, South Africa and Australia **92**

3.3. Scientific training on forest hydrology field **95**

3.3.1. The VIU Graduate Seminar 95

3.4. Data collection methods **96**

3.4.1. Interviews: Chile, South Africa and Australia 96
3.4.2. Observations: Chile, South Africa and Australia 101
3.4.3. Other data types: Chile, South Africa and Australia 103

3.5. Data analysis and data management 105
3.5.1. Forest hydrology review 106
3.5.2. Production and circulation of scientific knowledge 110
3.5.3. Circulation and application of scientific knowledge 111

3.6. Reflections on the methodology 115
3.6.1. Changes and adaptations 115
3.6.2. Investigating sensitive issues in fieldwork 117
3.6.3. Other Challenges in doing research 118

Chapter 4 119

Case study 119

4.1. Forest hydrology studies 119
4.1.1. First worldwide forest hydrology studies 119
4.1.2. Forest hydrology field and policy in South Africa 123
4.1.3. Forest hydrology field and policy in Australia 131
4.1.4. Forest hydrology in Chile 137

4.2. Chilean forestry history 144
4.2.1. Overview of the Chilean forest hydrology actors and institutions 145
4.2.2. Historical background of the Chilean forestry sector 146
4.2.3. Geography and environment: forests, plantations, and water 158
4.2.4. Chilean forestry sector economy nowadays 164
4.2.5. Forests and water policy 167

Chapter 5
Water and Eucalyptus forests: a review 173

5.1. Introduction 174

5.2. General characteristics of sampled studies 175

5.3. Effects of Eucalyptus on hydrology 176

5.4. Bio-environmental conditions 177

5.5. Evapotranspiration 179

5.6. Soil water resources 180

5.7. Streamflow 181

5.8. Groundwater 183

5.9. Analysis of factors behind outlying results 183

5.10. Knowledge gaps 184

5.11. Conclusion 185

Chapter 6
Production and circulation of scientific knowledge: the forest hydrology field in Chile 187

6.1. Introduction 187

6.2. Neoliberal reforms in Chile: plantation forestry and science 189

6.3. The Chilean forest hydrology discussions 192

6.4. The social structure of the Chilean forest hydrology field 198

6.5. The habitus: research objects, concepts and possible solutions 205

6.6. The mobilization of capital: scientific legitimacy and authority ... 211

6.7. The autonomy of the forest hydrology field 219

6.8. Conclusions 223

Chapter 7 227

Circulation and application of scientific knowledge in policy-making: forest hydrology governance in Chile 227

7.1. Introduction 228

7.2. Forest Plantation Protocol (FPP): origins and adaptations 231
7.2.1. Initial context: the thematic commission management of plantations 232
7.2.2. External system events: "the firestorm" and the forest plantation protocol..... 233

7.3. Actors of the soil and water expert commission (SWEC) 235
7.3.1. Other actors 237

7.4. What scientific-expert knowledge is listened to? 238

7.5. Decision making in the governance process: the soil and water protection buffer-zones 252
7.5.1. Relative stable parameters: The Decree 82 on soil, water and wetlands regulation 253
7.5.2. The FPP and the discussions on the width of water protection buffer-zones 254

7.6. Pathways for policy change: previous ACF studies and the FPP 261

7.7. Conclusions 266

Chapter8
Conclusions 269

8.1. Theoretical contributions 269
8.1.1. Contributions to forest hydrology 269
8.1.2. Contributions of the Field Theory 271
8.1.3. Contributions of the Advocacy Coalition Framework (ACF) 273

8.2. Empirical contributions 277
8.2.1. Forest hydrology knowledge contestations or controversy in Chile 277

8.2.2. Actors in the production, circulation and application of forest hydrology knowledge 280
8.2.3. Historical reflections on forestry, science and policy 283
8.3. What this research today means given the context of the dramatic political evolution of Chile since 2019 284
8.4. Gaps and opportunities for future research 288

Bibliography 293
Annex 333

Chapter I

Introduction

This chapter provides an overview of the thesis. Section 1.1 introduces the background of the investigation. Section 1.2 identifies gaps in society and existing research. Section 1.3 presents the objectives of the investigation. Section 1.4 presents personal motivations for developing the research. Finally, section 1.5 provides an outline of the structure of the thesis.

1.1 Background

Forests play a key role in global, regional and local hydrological cycles. Run-off and infiltration from natural forests support many of the world's largest river systems and supply drinking water for nearly half of the world's largest cities (UN-Forests 2021) as well as to small rural villages (Oppliger et al. 2019). Moreover, climate change has made water scarcity a key global concern (UN-Water 2021) and availability and access to water is a primary issue among different water users (Oppliger et al. 2019). Therefore, understanding the role of forests in hydrological processes has become a crucial aspect of water management (Lane et al. 2010; Melbourne Water 2021; CSIR 2021). This is particularly the case for tree species planted extensively around the world and associated with high use of water rates, such as eucalypts trees.

Eucalyptus and the closely-related genus *Corymbia* (hereafter "eucalypts") contain more than 700 species that dominate native forests and shrublands in Australia (Booth et al. 2015). Many species of eucalypts and their hybrids are cultivated in forest plantations around the world (Whitehead and Beadle 2004). Eucalypts are appreciated for their high growth rates and adaptability to a wide range of environmental conditions (Vargas, et al., 2018). They

can be grown on short rotations of 5 or 15 years to produce multiple products of value for local people (firewood, construction), and for forest-based industries (Forrester et al. 2010). This has made eucalypt-based forestry an important renewable and profitable industry in many countries, with its products mainly destined for pulp mill production (paper) (King 1978) and recently for forest fiber (polymer, textiles) production due to an increasing global demand for biodegradable products (Väisänen et al. 2016). Although generally less invasive than other tree genera that are widely planted as non-natives globally (notably *Acacia* and *Pinus*), at least 45 eucalypt species are naturalized somewhere in the world (Rejmánek and Richardson 2011) and several are important invasive species (Rejmánek and Richardson 2013; Hirsch et al. 2020).

Despite being a renewable resource and providing multiple benefits, job and important revenues (King 1978; Väisänen et al. 2016), *Eucalyptus* have long been criticized for their effects on water availability, due to their high water use (Barros Ferraz et al. 2019). As a result, the nexus between water resources and eucalypts has been a subject of worldwide debate, including among public and private actors, forest hydrologists and other scientists (Calder 1999; 2004; Dye and Versfeld 2007; Doody et al. 2011; Albaugh et al. 2013; White et al. 2016). In this context, the science of forest hydrology, which is the science that studies how water moves through forests (Jones et al. 2009), has helped to understand the interactions of water and forests.

This is the case in Chile, where at least since the 1960's, there have been many environmental debates about the nexus between exotic forest plantations and water depletion. In Chile, *Pinus* and *Eucalyptus* trees were introduced since the end of 19th century, but its production was dramatically increased - by at least double - since 1974, and have become the main trees used in the country's forestry industry. Up to today, *Eucalyptus* trees are becoming more predominant and expanding their production in Chile. Putting the country forestry production in perspective, in South America, Chile is the country with the second-largest expanse of forest plantations after Uruguay (Jones et al. 2016), and with 861,000 hectares (INFOR 2017b) *Eucalyptus* is one of the most important exotic tree species used in the forestry industry. Since the 1990s, Chile has been one of the ten largest exporters of forest products in the world (Jelvez et al. 1990), and currently, some Chilean forestry companies are among the largest pulp mills in the world (LaTercera 2017). This is an

important source of development for Chile, where the forestry sector contributed 1.9% of the national GDP in 2017 (INFOR 2020; Cardemil-Winkler 2021).

However, Chile has faced an unprecedented 'mega drought' from 2010 to 2018 with only a partial recovery anticipated in the next decades (CR2 2015; Garreaud et al. 2020). Water scarcity has become one of the country's most important environmental problems (Bachelet 2015), and some members of civil society living in rural areas associate the increase of water depletion with the introduction of neighbouring exotic forestry plantations (Palma et al. 2013; INFOR 2013; Torres-Salinas et al. 2016; CONAF 2017a). Furthermore, in Chile it is well known that in diverse regions characterised by the presence of extended tree plantations with high rate of water use (e.g. *Eucalyptus*, *Pinus*, *avocados,* etc.), the rural inhabitants living near such plantations are depending on emergency water supply mechanisms such as water tankers to overcome water scarcity problems (Torres-Salinas et al. 2016; Fragkou et al. 2022).

Inspired by this national debate, in 2017 the Chilean State through the Ministry of Agriculture sought to address, for the first time at the national level and collaboratively with academics, companies, and civil society organisations, the nexus between water scarcity and exotic forest plantations by creating the Forest Plantations Protocol (FPP). This Protocol seeks (among other topics) to safeguard water and soil resources through the development of water protection buffer-zones (CONAF 2017b). The Forest Plantations Protocol (2017) is part of the new Forest Policy of Chile (2015-2035). The protocol was developed through a governance approach, in which forest hydrologists, forestry companies, policy-makers and representatives of social organizations were summoned to jointly negotiate the Protocol design. Nevertheless, as in many environmental discussions or policy production processes, the science underlying the discussions appeared contested.

Inspired by these issues, this Ph.D. thesis aims to shed light on the state of knowledge of forest hydrology interactions, and the production and circulation of forest hydrology scientific knowledge, and its application (or not) in forest hydrology policy-making. It does so, especially, through the case of Chile, by looking at its scientific field of forest hydrology, its debates and contestations on forestry plantations and water reductions, and the elaboration of a policy: The Forest Plantations Protocol (FPP) in 2017. Moreover, this investigation also contributes to review and historically contextualise the forest hydrology scientific knowledge evolution of South Africa and Australia, where many *Eucalyptus* species originate and which

have important trajectories in the development of forest hydrology science and its policy-making. By doing so, this research also helps to understand and globally contextualise, the evolution of the forest hydrology science in Chile.

1.2 Research gaps

There are three main reasons that make the study of forest hydrology knowledge a timely topic. First, the interactions between water and forests have been widely studied around the world by multiple scientific disciplines, which have acknowledged the crucial role of forests and vegetation communities in the regulation of water resources (Bosch and Hewlett 1982; Calder 1999; Zhang et al 2001a; Jones et al. 2016; Alvarez-Garreton et al. 2019) among other fundamental aspects of the planet's environmental cycles and as underpinnings of human development. Countries such as South Africa, the United States and Australia have been pioneers in forest hydrology studies. However, despite this extensive body of research, in several countries where eucalypts forestry plantations are widely grown (and invade), the nexus between water reduction effects and eucalypts remains contested in ways that can have important influences on forestry and water resources policy debates (Doody et al. 2011; Albaugh et al. 2013; White et al. 2016). Therefore, as a first step it is necessary to analyse the scientific evidence to understand the current state of knowledge on the effects of trees on water, and that could help on understanding these forest hydrology debates.

Second, there is room to study the forest hydrology field and its contestations, from a social dimension – that is usually less visible and analysed – to address the production of this scientific knowledge, its circulation and application in the elaboration of an environmental policy. To our knowledge, there are no previous studies from a social or human-geography perspective on the forest hydrology field in Chile. For this reason, this Ph.D. project is a contribution for advancing on these matters. The study of the phases of production, circulation and application of environmental knowledge, are topics of interest to political ecology and sciences studies, and there is a call for increased collaboration between these bodies of literature (Goldman et al. 2011). In this sense, there is a call to explore and expand the application of theoretical tools to enrich understandings of the processes of production, circulation and application of environmental knowledges (Goldman et al. 2011).

From the point of these analyses, often less attention has been paid to the social production of scientific knowledge (Robertson 2016; Duvall 2011). An analytical framework used to reveal the social relations of the production and circulation of science has been Pierre Bourdieu's widely-known theory of "the field" (Bourdieu 1975). A field is a socially constructed (Bourdieu 2004) space with dynamic borders, without components but formed by agents and institutions that occasionally face struggles (Bourdieu 1988). Bourdieu's concept of the field has been applied by many disciplines and scholars (see e.g. Schmitz et al 2017; Bühlmann et al. 2017; Sapiro 2016; Lizardo 2011). Among these scholars, the social geographer Lave (2012) applies Bourdieu's field concept as an analytical framework for bridging together science studies and political ecology, to assess the external political-economic relations of production, circulation and application of science and scientific expertise. She uses the field concept focusing on the 'Rosgen Wars' in the stream restoration field in the United States, for analysing social structure, scientific habitus, legitimacy and autonomy aspects of the field's production. By operationalising the field concepts in Chile, I aim to conceptually and geographically expand the field theory' concepts (Bourdieu 1975; Lave 2012) operationalisation to understand the multiplicity of social and political-economic relations in the production and circulation of forest hydrology science.

Third, the study of environmental science and policy-making interactions, has tended to insufficiently address analyses of *governance* – understood as a descriptive tool in this research and defined as a network of governmental, market and societal actors, agents, organisations and institutions who negotiate, create and implement public policy (Cornea et al. 2017 ; Lemos & Agrawal 2006; Arts and Visseren-Hamakers 2012; Hansen et al. 2020) – and its inclusion has been recognized as an important challenge and a research gap in political ecology analyses (Forsyth 2003; Goldman et al., 2011). In particular, political ecology has not usually inquired into the process of policy-making and its governance. This inclusion of governance implies the analysis of diverse actors and institutions to understand how scientific knowledge is circulated and applied in policy-making, to discern which scientific expertise is listened to and how it can change policy production.

Currently, the inclusion of governance in social domains of analysis is challenging because of the wide flexibility that the concept of 'governance' offers (Jessop, 2009). An analytical frame used to study policy-making governance while paying attention to the role that scientific or technical information plays in policy design, is Paul A. Sabatier's well-known

Advocacy Coalition Framework (ACF) (Sabatier 1988). The ACF highlights that information, knowledge or expertise in a domain is required by policy actors (coalitions) to modify the public policy (policy outputs) (Sabatier and Weible 2007). In addition, ACF also recognises that the political system is influenced by external factors such as changes in public opinion (e.g. the Chilean Mega-Fires), socio-economics or the political sphere, among others (Sabatier and Weible 2007). For these reasons, I argue that ACF is a useful framework that brings governance lenses to science and policy studies, while helping to explain the application and circulation of scientific knowledge in policy production.

The integration of ACF lenses as a theoretical tool into the STS and political ecology studies is pertinent, because ACF studies also have recognized the need to "expand our understanding of science and policy analysis in the policy process" (Ma et al. 2020, p.12). In this way, there is a dialectical enrichment between these frameworks. Finally, this research also seeks to contribute to closing the gap of the minority of ACF studies that have been done in South America in comparison with countries in the northern hemisphere (Pierce et al. 2017; Weible et al. 2009; Ma et al. 2020).

In this way, this research seeks in general to enrich the studies focused on production, circulation and application of environmental knowledge (Goldman et al. 2011) by operationalising field theory' and ACF' concepts as theoretical tools in the analyses of political ecology and science studies. These concepts enrich these analyses by analysing how expert knowledge is socially produced and contested, what experts or scientific knowledges are listened to and legitimated in the process of policy production, and how expert or scientific knowledge can change (or not) a policy-making process. The above are all topics of interest for political ecology, and sciences studies or science and technology studies (STS), which share the attention for issues of the production, circulation, and application of scientific knowledge in policy making-processes.

1.3 Overall research aims and relevance

This research draws upon the literature of Forest Hydrology Science (chapter 5), and the social analysis from Science Studies and Political Ecology (chapters 6 and 7). The social study

(chapters 6 and 7) is inspired by the phases of production, circulation and application of environmental knowledge (Goldman et al. 2011).

As a whole, the aim of the research is to analyse how the production, circulation and application of the forest hydrology knowledge can influence the interrelations (practices) in environmental science and policy-making in Chile. To address this, I have explored three main bodies of literature: (A) forest hydrology, (B) field concept (Lave 2012a; Bourdieu 1975), and (C) advocacy coalition framework (Sabatier 1988b). First, I have engaged with forest hydrology literature to explore in-depth (through more than 200 reviewed articles) the state of art in this field about the effects of forests on water resources, as well as some of the internal aspects of their study design. Second, I have applied Bourdieu's field concept adapted by Lave (2012) to analyse the production and circulation of the forest hydrology field. Third, I have engaged with Sabatier's advocacy coalition work to understand the circulation and application of science in policy-making governance (Sabatier, 1998; Sabatier & Weible, 2007).

This theoretical and empirical research aims to contribute in three ways to the scientific literature. First, this research seeks to deepen the understanding on the Chilean forest hydrology debates. Second, it intends to geographically expand and theoretically enrich social studies working on the phases of production, circulation and application (Goldman et al. 2011) of scientific knowledge in policy-making, through the inclusion of 'field' analysis (Bourdieu 1975; 1994) and 'Advocacy Coalition Framework' (ACF) (Sabatier and Weible 2007a) as theoretical tools. Additionally, with the inclusion of ACF as a theoretical tool, this research also aims to contribute to the inclusion of governance lenses in the analysis of environmental science in environmental policy-making.

The research is carried out through three main phases, aiming to answer the following questions in three different results chapters: questions 'A', 'B', and 'C' (below), which are answered in chapters 5, 6 and 7 respectively.

General question: How can the production, circulation and application of the forest hydrology knowledge influence the interrelations (practices) in environmental science and policy-making in Chile?

A. What are the areas of consensus and nuances regarding eucalyptus-water interactions?

A1. How are the effects of eucalypts on water quantity at different stages in the hydrological cycle, during evapotranspiration, in soils, in streamflow and in groundwater?
A2. How are the effects of eucalypts on water quantity for different types of forests and species, type of land cover and changes, treatment comparisons and bio-environmental conditions?
A3. How can the context and study design explain nuances?
A4. What are the knowledge gaps regarding eucalyptus-water interactions?

B. How does the production and circulation of science in the forest hydrology field happen in Chile?

B1. How have the forest hydrology field and their agents evolved over time?
B2. How are the schemes of perception, the choice of objects, approaches and the evaluation of possible solutions?
B3. How are the scientific capitals of the field composed by different claims of legitimacy, power and authority?
B4. How do external political-economic relations shape production-circulation within the forest hydrology field?

C. How has forest hydrology science been applied and circulated in the Chilean environmental policy production?

C1. What scientific knowledge has been heard and what are the actors' coalitions in the policy-making governance?
C2. How have the relative stable parameters influenced the forest hydrology decision-making?
C3. How have the external system events influenced the forest hydrology policy-governance?
C4. How has the scientific knowledge been applied and what have been the paths to policy change?

1.4 Personal motivation

The motivation for this research came after my Master of Science degree at the University of Heidelberg in Germany. In search of a research topic for my Ph.D., I was inspired by a concern that arose during my master's fieldwork, and fieldwork experiences in Chile. In relation to the effects of forestry plantations on water resources, I frequently encountered representatives of the government and forestry companies, who expressed different explanations or avoided talking about it. While rural communities – facing water scarcity and being supplied by cistern trucks for years – pointed out the occurrence of water reductions after the massive arrival of *Pinus* and *Eucalyptus* plantations, among other factors. On the other hand, I knew about the existence of some scientific studies in Chile that showed how forestry plantations do reduce water levels in comparison with other land covers. However, I had not done an extensive review of this scientific field, and I wondered why this issue was so contested and uncertain in Chile. So confusing was this forest hydrology issue that no one could explain why, in what scientific topics/aspects uncertainties emerged, or what precisely these uncertainties were that did not allow common understanding among the various forestry actors. This called my attention and I wondered if scientific research on this could help me understand and find answers. Moreover, as I was interested in further research on governance issues, I needed a concrete case study that included all forestry actors and helped me to delimit this broad topic. By coincidence, at the end of 2017 – and just months before starting my PhD in Lausanne – for the first time a policy-document was published in Chile which addressed the issue of forestry plantations and water reductions at the national level in Chile. This was the Forestry Plantations Protocol.

1.5 Structure of the thesis

Figure 1. Structure of the thesis

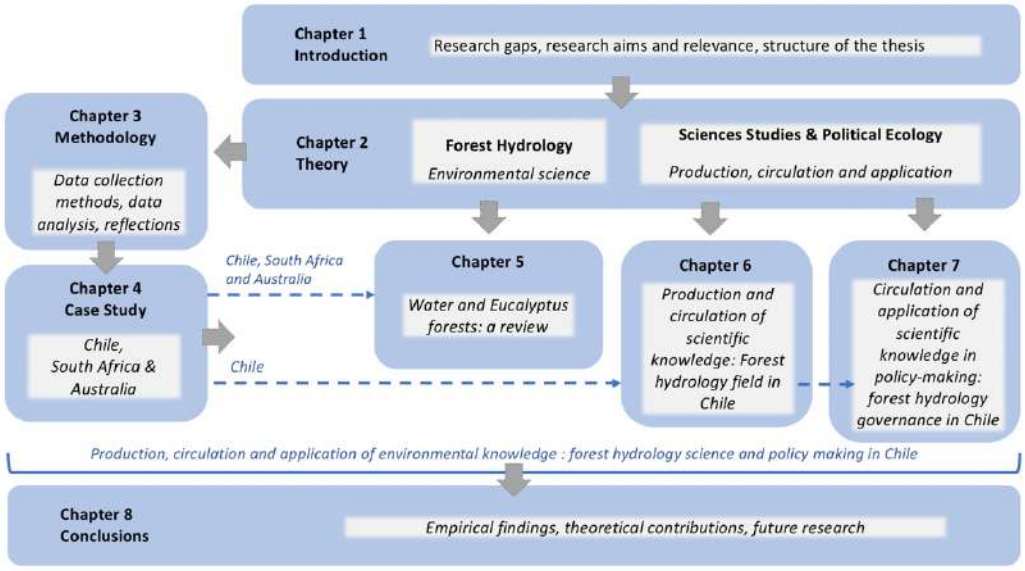


Figure 1 presents the structure of the thesis. The thesis is composed of 8 chapters. Chapter 1 provides an overview of the thesis, its relevance, research gaps and objectives. Chapter 2 introduces the three bodies of literature in which this research is address. This is composed by three main scientific fields: 1) forest hydrology, 2) sciences studies and 3) political ecology. Sciences studies and political ecology focus on the production, circulation and application of environmental knowledge. Chapter 3, presents the general methodological strategy of the thesis. It presents the methods of data collection, and the diverse methodologies of data analysis applied to provide answers in chapters 5, 6 and 7. It also presents methodological reflections on the research process.

Chapter 4 introduce the case study. This is composed by three countries: Chile, South Africa, and Australia. Nevertheless, the main analyses of this investigation focus on Chile. This chapter is organized in two main sections. Firstly, it introduces the origin and first forest hydrology studies in the world, to contextualize the relevance of the forest hydrology studies de South Africa, Australia and Chile. It reviews the forest hydrology field and main contributions in South Africa, Australia and Chile. This contextualizes the origins and evolution of the forest hydrology field, and how its knowledge has been considered in policy-

making processes in each of these countries. Secondly, it focuses on Chile, as the main case study of this research. This provides an overview of the Chilean forestry history, geography and environment, forestry sector economy, water and forest policy, as well as introduces the main actors involved in the Chilean case.

Chapters 5, 6 and 7 present the main results of the investigation. Chapter 5 reviews the science of forest hydrology with particular focus on the effects of *Eucalyptus trees* on water quantity at different stages in the hydrological cycle: during evapotranspiration, in soils, in streamflow and in groundwater. The review is based on the available literature in three southern hemisphere countries with active forest hydrology research programmes on *Eucalyptus*: Australia, Chile, and South Africa. Results show that most studies confirm that eucalypts have higher rates of water use than other land covers such as agriculture, grassland, native forests, native scrublands, wetland vegetation, and other plantation tree species such as *Pinus radiata*. These results hold irrespective of whether the eucalypts were present as native or non-native trees. Our review also suggests that studies that did not support these findings generally do not contradict them but add nuance, and deviations may result from variations in the study design. The review closes with an overview of knowledge gaps in forest hydrology.

Chapter 6 analyses the production and circulation of forest hydrology knowledge, based on interviews with prominent forest hydrologists doing research in Chile. This chapter contributes to sciences studies and political ecology studies working on the production and circulation of environmental knowledge. It argues that these could benefit from the theoretical concepts of 'the field'. This theory suggests to look at four elements – structure, habitus, capital and autonomy – that underpin scientific production and its circulation of knowledge. The investigation shows how the use of different research objects and concepts may move the trend of scientific production in different research directions and towards different possible solutions. It also reveals the development of different claims for legitimacy and authority in those ongoing scientific debates. Drawing upon on Lave's operationalisation of Bourdieu's 'field' theory which evaluates the production and circulation of science, this chapter also shows that external political-economic relations within which the forest hydrology field is embedded, have shaped the production and circulation of scientific knowledge and autonomy of the field.

Chapter 7 investigates how scientific knowledge is mobilized and applied in environmental governance, specifically in a process where the State, academics, the private sector, and civil society actors produce a policy in Chile. This is analysed through the phases of circulation and application of forest hydrology knowledge, in order to expand understanding of the role of scientific knowledge in policy-making. Taking the case study of the Forest plantation Protocol (FPP), it is argued that Sabatier's advocacy coalition framework (ACF) can enrich social studies focused on the application and circulation of scientific/expert knowledge in environmental governance and policy-making/change. The research reveals that the scientific knowledge listened to in policy-making is a combination of forestry hydrogeology and ecosystem science approaches. Both approaches correspond to two opposing coalitions on issues concerning water and soil regulation in the FPP: forestry industry and governmental actors. The research also demonstrates that while scientific knowledge played an important role in policy production by providing scientific knowledge to advance the policy outcomes, the paths to political change were a combination of external system events, forest hydrology learning, and a process of negotiation, where forest hydrology publications, but also some socio-economic aspects were considered in policy-outcomes. Additionally, it shows that environmental shocks can be an opportunity to partially shift the balance of negotiation powers, and that relative stable parameters (previous policies and agreements, etc.) can establish the negotiation margins of policy-outcomes.

Chapter 8 provides the main conclusions of this research by summarising the theoretical and empirical contributions of the study. It shows the contributions derived from a thorough understanding of the forest hydrology science, as well as from the social research on production, circulation and application of environmental knowledge; environmental governance; and policy-making in Chile. The diverse theoretical contributions and practical findings of this thesis not only help to understand the debates on forest hydrology in Chile, but it also contributes to a deeper understanding of diverse contested or controversial environmental subjects. The Chilean case and its controversy about effects of forestry plantations of *Eucalyptus* or *Pinus* on water resources, suggest that there can exist a 'controversy', which not necessarily is based on a scientific basis, despite the complexities and uncertainties proper to science. It highlights the 'field theory' and 'advocacy coalition framework' as useful theoretical tools for deepening political ecology and sciences studies for these environmental analyses.

Chapter 2

Concepts and existing literature

This chapter provides the theoretical basis for the questions addressed in this research. Section 2.1., provides an overview of the forest hydrology science. Additionally, chapter 5 will review the state of the art of forest hydrology in Chile, South Africa and Australia in order to answer questions A.1-2-3-4 of this investigation.

Section 2.2. reviews the previous contributions of science studies and political ecology as theoretical considerations. This review focusses on scientific and environmental knowledge in broad terms, but especially on the topics of forests, forestry and water. At the same time, this review addresses previous learnings about contested environmental and scientific knowledge in governance and policy-making. Furthermore, this section also addresses why political ecology and sciences studies or science and technology studies (STS), have been interconnecting in order to investigate the production, circulation and application of environmental knowledge. Section 2.3. refers to the theoretical tools used as a general approach in this research to build a bridge between science studies and political ecology.

Finally, section 2.4 presents the specific theoretical anchors of this research to analyse the production, circulation and application of forest hydrology knowledge and policy-making in chapters 6 and 7. Section 2.4.1. reviews the theory of the 'field' (Bourdieu 1975; Lave 2012) which will be operationalised as a theoretical tool in order to answer questions B.1-2-3-4 in chapter 6. The framework of the 'field' is mobilised to investigate the production and circulation of environmental knowledge in the forest hydrology field. Section 2.4.2. presents the 'advocacy coalitions framework' (ACF) (Sabatier 1988a; Sabatier and Weible 2007a) which will be used to answer questions C.1-2-3-4 in chapter 7. This theoretical tool is harness to investigate the circulation and application of forest hydrology knowledge in the governance of policy-making and policy-change.

2.1. Reviewing the forest hydrology science

Given the broad water and eucalypts concerns (Calder 1992, 1999, Dye and Versfeld 2007, Doody et al. 2011, Albaugh et al. 2013, Morales et al. 2015, White et al. 2016), several reviews have investigated the issue. There is general consensus that planting trees at large scale reduces streamflow (Bosch and Hewlett 1982; Smakhtin 2001; Brown et al. 2005; Jackson et al. 2005). However, the hydrological response to changes in land cover depends strongly on the initial state of the ecosystem (Jones et al. 2016). Land cover change from agriculture crops or grasslands to forest plantations (which can include many different species of trees) generally results in increased evapotranspiration and reduction in streamflow (Bonnesoeur et al. 2019; Jones et al. 2016; van Dijk and Keenan 2007; Farley et al. 2005; Whitehead and Beadle 2004; Zhang et al. 2001; Bosch and Hewlett 1982). Reviews indicate that, compared with native forests or shrubs, catchments with large areas of non-native eucalypt and pine plantations have lower water yields (Bonnesoeur et al. 2019; Filoso et al. 2017; Jones et al. 2016; Balthazar et al. 2015). The inverse is also true: removing trees increases streamflow (Hewlett et al. 1969; Bosch and Hewlett 1982; Sahin and Hall 1996; Smakhtin 2001; Brown et al. 2013; Zhang et al. 2017). However, if deforestation is not permanent, this increase only occurs during the first years after harvesting because water use by tree regrowth reduces streamflow (Brown et al. 2005).

Other important factors to consider are the geographical scale of analysis: relatively small increases in forested areas have a small hydrological impact when the analysis concerns a large scale catchment, while the inverse is true as well (Brown et al. 2007; Zhang et al. 2017). Also, there can be gaps in knowledge in forest hydrology that may lead to differing understandings (Scarascia-Mugnozza et al. 2000).

At the same time, trees are complex and dynamic living beings, so measuring how they consume water is challenging. From studies in forest hydrology we know that through their roots, trees consume water stored in soil (Dye 1996, White et al. 2000, Sudmeyer and Hall 2015), from aquifers (Morgan and Barton 2008, Nolan et al. 2018, Zolfaghar et al. 2017) and in some cases from water flowing to rivers (Hervé-Fernandez et al. 2016). For those reasons, considering root depths (Dye 2013b, Zhang et al. 2001) and preserving the structure of soils is important since soils are water reserves (Barrientos and Iroumé 2018) that also

allow the recharge of rivers and aquifers throught infiltration (Nimmo et al. 2006). The water consumed by trees is then mobilised it through the trunk and released through the leaves during day and at night as transpiration (Mitchell et al. 2009, Pfautsch et al. 2011). But there are also other natural water losses in the hydrological cycle, such as evaporation of water from soil due to the sun. It is for this reason that forest hydrology studies have focused on studying different parts of the hydrological cycle to evaluate the effects of trees in evapotranspiration, streamflow, soil, or groundwater.

Despite an extensive body of research existing since the 1980s, in several countries where eucalypts are widely grown (and invade), the nexus between water effects and eucalypts trees remains highly contested in ways that can have important influences on policy debates about forestry and water resources (Doody et al. 2011; Albaugh et al. 2013; White et al. 2016). Consequently, as a first step of the analysis, it is essential to review in depth the scientific knowledge on the eucalypts forest hydrology, which can contribute to better understanding the eucalypts forest hydrology debates. This is addressed in depth in chapter 5.

2.2. Science studies and political ecology frameworks

2.2.1. Scientific knowledge

Science is a social activity of human beings, acting and interacting, where their knowledges, techniques and statements are fundamentally a social knowledge, produced by a historical process that involves human (and non-human) actors in a place and time (Mendelson, 1977). In this way, science is recognized as socially constructed (Jasanoff 2012). Disciplinary scientific knowledge is a highly developed process of thinking in pursuit of knowledge, organised through experience and experimentation (Kuhn 2011), and a product of current and previous construction, revision and establishment of methods, techniques, and theories through various mechanisms of peer-review and dissemination (Farrall 1975; Sorenson and Fleming 2004).

For that reason, the development of scientific knowledge is a process of reconstruction of knowledge, where the internal and external contextual dimensions are not analytically divorced (Knorr-Cetina, 1981). According to Van Den Daele (1977), there are two

explanatory approaches to scientific development: the internal and external dimensions. On the one hand, the internal approach analyses the internal history of intellectual transformations in the development of scientific knowledge through their scientific structures, objects and its dynamics – like sciences studies or sciences and technology studies do. The external approach, on the other hand, seeks to understand the development of scientific knowledge through the broad historical layers behind, and interlinks these with those social, economic, political, material and technical transformations of society at that time – like political ecology does.

2.2.2. Science studies and political ecology, and their interrelationships

The social analysis of this research combines science studies and political ecology. On the one hand, Sciences Studies have become an interdisciplinary and innovative field that studies 'science' itself and the way knowledge is produced (Sismondo, 2010). While studies of science have a wide range of streams – e.g. Science Studies; Science, Technology and Society; or Science and Technology Studies (STS) – which over the years have evolved in parallel and in tandem (Moyal 1978; Goldmand et al. 2011; Felt et al. 2017) – in this research they are simply referred to as 'science studies' or 'science and technology studies' (STS). One of the major contributions of sciences studies to the study of scientific knowledge is to recognize science and technology as historical products of human labour, choices, investments and designs (Felt et al. 2017), because it recognizes that different groups of producers, are shaped by circumstances of science, society, and history (Hackleett et al., 2008). According to Jasanoff (2012), scientific knowledge is produced only if its findings are developed in accordance with prior agreements over theories, methods, techniques, review and validation processes, which are done through continual processes of negotiation among scientific agents and institutions. In this regard, sciences studies have focused their attention on how scientists use the material world in the production of knowledge through different networks (Sismondo, 2010).

On the other hand, political ecology studies have focused on analysing social, cultural, political and economic power relations (Swyngedouw 2009; Bustos et al. 2015) that define distribution and access to resources (Ribot and Peluso 2003) and how all these dynamics produce environmental changes that impact groups and individuals (Robbins 2011). Political ecologists have also recognized that environmental knowledge is shaped by social, political,

economic and historical contexts of power (Bixler 2013). In this sense, political ecologists have identified that science "is itself a product of both political economy and the changing environment in which it is practiced" (Peet et al., 2011, p.39), as well as that these political, economic or institutional powers can "produce structured gaps in knowledge" (Ottinger, 2013, p.253), through the access or exclusion of knowledges. For these reasons, political ecologists have started to adopt the STS framework and methods (Forsyth 2003) to explore contested knowledge (Sismondo, 2010; Budds 2013; Budds 2013), where often less attention has been paid to the production of that knowledge (Robertson 2016; Duvall 2011). In the same way, STS scholars have sought to incorporate elements of political ecology, seeking to address more comprehensively aspects of the production, circulation and application of environmental knowledge (Goldman et al., 2011); interconnecting and enriching in this way both bodies of literature.

2.2.3. Insights on environmental knowledge

In the following sub-sections, the combined theoretical contributions of political ecology and sciences studies are reviewed. They present relevant literature related to environmental knowledge, forests, forestry plantations and water, by revising literature on (i) contestations or controversies over scientific knowledge, (ii) production, (iii) circulation and (iv) application of environmental knowledge in governance and decision making. In this way, insights about environmental knowledge are provided as a general background. These previous contributions also demonstrate the pertinence of operationalising the 'field' and 'ACF' frameworks to answer the social questions of this investigation in Chapters 6 and 7. The 'field' and 'ACF' frameworks are subsequently presented in sections 2.3.1. and 2.3.2. respectively.

2.2.3.1. Contestations or controversies over scientific knowledge

This thesis emerged inspired by an environmental controversy, more specifically contestations about forest hydrology scientific knowledge regarding forestry plantations influencing (or not) water reductions. Researcher from political ecology, science studies, and philosophy of science have made a number of useful contributions about contestations of scientific knowledge or controversies (Martin and Richards 1994; Harker 2017; Sharman

2015; Clapp and Mortenson 2011; Supran and Oreskes (2021). In this respect, five pertinent contributions and characteristics are presented.

First, Martin and Richards (1994) review scientific and public controversies involving discrepancies in scientific issues (on topics such as the greenhouse effect, fluoridation, etc.) in the United States, observing that these are becoming more and more common in public discussions, and often have profound social, economic and political implications. These disputes between experts generate challenges to decision makers and policy making around the issues discussed. Well-documented cases have shown experts or consultants to be active participants on the one or the other side of these discussions. This situation has called into question who holds expertise and generated a growing demand for greater public participation in decision making (Martin and Richards 1994). By revising diverse science studies working on controversies, they come to suggest multiple advantages of using holistic analytical approaches that analyse 'internal' and 'external' dimensions of these disputes that confront multiple interests. Similarly, they caution that a multi-perspective analysis does not presume that there is a single 'best way' to explain these debates. As an example, they propose and analyse in levels the case of disputes between dentists, fluoridation, and sugar industries. First by understanding the technical debate. Second, by reviewing the social dimension of arguments and decision making that were polarised. Third, by looking at the credibility dispute between opponents. Afterwards, they found that there were powers that denied publications, blocked funding, disassociated dentists, among other techniques of power control. Additionally, they found that there was a path of resistance in the context of powerful corporations, expressed in a fluoridation campaign to prevent tooth loss. They conclude that the discussions on fluoridation in the US can be understood as a power struggle on a number of levels. Suggesting that for integrated analyses it is beneficial to combine different approaches in a perspective that uses a diversity of conceptual tools (Martin and Richards 1994). In this way, they argue that a more realistic understanding of scientific knowledge and its use in decision making can be presented. This input suggests a series of three multi-level analytical levels and combining various theoretical tools to understand a controversy. In the same way, they call us to be cautious since there is no single path in these complex matters.

For philosophers of science like David Harker (2017), controversy over certain scientific knowledge can be created and proceed from misconceptions or inconsistences of/over knowledge which produce doubt and public confusion. In broad terms ‘constructed

controversy' or 'manufactured scientific controversy' is understood as the construction of doubt for the general public by magnifying uncertainty – since all scientific studies live with some uncertainty – and/or by undermining/denying the existence of a well-supported body of knowledge (Harker 2017). Contestations or controversy over scientific knowledge has been studied and commonly associated with interest groups. For instance:

> *"Rather than ignoring the science, or denying it absolutely, cigarette companies promoted doubt, and thereby helped undermine the idea [in the public / citizens] that there existed a scientific consensus [about tabaco effects on human health]. If the strategy was successful, then laypersons could no longer turn to science for answers about the connection between cigarettes and lung cancer, because the cigarette industry would create the impression that the science was hopelessly unsettled." (Harker 2017, p.251).*

In this respect, Harker (2017) identifies that one of the consequences have been the generation of public doubt about particular issues which actually are scientifically uncontested, or the creation of the appearance that an issue is more scientifically contentious than it is. In this sense, the affected audience of a created controversy is a less well-informed public and controversy is amplified from misconceptions (Harker 2017). His contribution highlights that controversies on certain scientific topics can be created by interest groups and amplified by the misconceptions or inconsistences of knowledge on a given topic. It also highlights the existence of other strategies which have been identified as contributors of controversy, such as the installation of doubt, confusion, uncertainty amplification, denialism, undermine, etc. which challenge demonstrated scientific knowledge but without consistent evidence base.

Complementarily, the work of Sharman (2015) on the impacts of the controversy on the production of scientific knowledge, highlights that the construction of consensus has been particularly challenging in contexts where scientific authority is delegitimized as a discourse. Taking the case of scientists working on climate change in New Zealand and the United Kingdom, she argues that the particular characteristics of a scientist, her/his discipline, or their level of public commitment, are usually contested issues under conditions of controversy. The foregoing is relevant given that contestations over researchers can influence scientific knowledge production in different ways. For instance, through interviews and a

literature review of cases, she conceptualizes the reactions of scientists when working under controversial or contested conditions. She identifies a gradient (see table 1). It goes from researchers reacting in a defensive manner, defending their work or that of colleagues, or blaming other factors/colleagues (rebuttal); over phases such as reflection; resistance; revision; retraction; to - in extreme cases - a "chilling effect" (removal), where the researcher abandons her/his research project or scientific career. The latter, then, has implications for the 'non-production' or marginalization of certain types of knowledge. Sharman (2015) closes her analysis by stating that "*further research is required to provide more concrete examples of the impact of controversy on the policy decision-making process, particularly as regards specific contexts and settings*." (p.23). This contribution highlights the diversity of concrete implications that the existence of controversies may have on the scientific production of those working on contested topics. Likewise, her contribution invites us to explore what kind of implications a controversy may have on decision-making over contested issues.

Table 1. Scientists' potential responses to controversy

	Potential response to controversy	
Offensive engagement	Rebuttal	→ Speak out in defence of own or colleagues' work (Hilgartner, 1990) → Shift blame for shortcomings to other factors (Negru, 2013)
	Reflection	→ Increased attention to accuracy in scientific practice → Clarity in public communications to avoid misinterpretation → Increased transparency (Russell, 2010)
	Resistance	→ Actively (or passively) ignore controversy (Oliver, 2001) → Unwilling to share data (particularly when requesters are deemed troublesome or with an ulterior motive) (Swallow and Bourke, 2012) → Boundary work (Gieryn, 1983; Gieryn, 1999)
	Revision	→ Increased caution or hedging in scientific process or public communication → Adopt discourses that shape choice of scientific enquiry ("seepage") (Lewandowsky et al., 2015) → Changes to overarching professional norms (Boykoff and Boykoff, 2007)
	Retreat	→ Reduction in public engagement activities → Unwillingness to discuss personal/institutional attacks for fear of further incidents (Illman, 2005) → Change research behaviours or topics that are "forbidden" so that they become "nonknowledge" (Kempner et al., 2011)
Defensive avoidance	Removal	→ Abandon research project/research career via the "chilling effect" (Kempner, 2008)

Source: Sharman (2015, p.18).

Clapp and Mortenson (2011), analyse the socially contested environmental planning process of the old-growth forests in the central coast of British Columbia, Canada. This region host the largest temperate forest remnants in the world and more than half of the population is

indigenous, First Nations peoples such as Heiltsuk, Nuxalk, Kitasoo, and Oweekeeno, among others (Clapp and Mortenson 2011). The authors explore how scientific information was used in the planning debates between forestry companies – interested in harvesting and commercialize old-growth forests – and environmental and indigenous groups seeking forest cultural and biodiversity conservation. To resolve these diverse interests, the environmental planning process included a team of experts – the Coast information team (CIT) – from the Canadian state, who invited scientists and technicians from the various stakeholder groups to reach joint decisions. In their analysis, Clapp and Mortenson (2011) focus on understanding the strategy applied in the CIT that facilitated the conflict resolution among parties in the central coast planning process. As Clapp and Mortenson (2011, p.908-906) explain:

> *"This team [CIT] combined aspects of independent scientific review with a collaborative interest-based model incorporating dependent scientists and technicians, and emerged as a boundary organization regulating the science–policy divide. This boundary organization aided in conflict resolution in the short term, and in the long term created a boundary object that facilitates the collaborative production of science and social capital".*

The CIT process involved two phases of negotiation. In Phase I (between 1997-2001), industry and conservation groups sought to justify or challenge current forestry practices with scientific information. Phase II (2001-2003), generated smaller and more expert working groups that sought to combine the review of scientific information between independent and dependent scientist groups. In this stage, the CIT agreed to conduct analyses on spatial ecosystem and socio-economic aspects; as well as to develop an ecosystem management framework to address them. The CIT sought to legitimize the application of science nationally and internationally, so all experts were asked about their independence from their employers, interest groups or to disclose relevant influences on their work. Even so, the process was not exempt of challenges about legitimacy over scientific information. For instance, issues of access to information were also contested. While there was more spatial information for the development of maps on environmental and economic aspects, there was a lack of spatial information on social and cultural aspects which provided frustration to First Nations who felt pressure to make decisions without complete information. In addition, issues of scientific uncertainty about the information also arose

without being resolved. Despite all these issues, the actors had to make decisions according to deadlines (Clapp and Mortenson 2011).

Based on Star and Griesemer (1989) analysis of 'boundary objects', Clapp and Mortenson (2011), argue that GIS mapping work acted as a boundary object that facilitated the coexistence of contested interests and enabled cooperation between actors without necessarily reaching absolute consensus:

> "*Overlays of the ecosystem mapping and the timber harvesting land base enabled the negotiators to evaluate candidate protected areas for the volume, species composition, and accessibility of its timber, as well as its old-growth habitat, rare ecosystem types, and landscape connectivity. Without a common database of ecosystem types and timber volumes, it would have been much more difficult to split the difference, as bargainers sometimes must do to reach agreement.*" (p. 913).

Through this case they conclude that the strategy of providing actors with a common set of information such as cartography, and separating the scientific information-based discussions from the negotiations on the implications of the scientific information, helped the CIT to develop agreements for the measures to consider in the plan operationalized in 2004. Likewise, they conclude that the explicit recognition of science as an – inevitably – socially constructed aspect, helps the transparency of the environmental governance process. And, with the openness to different voices, it gives greater legitimacy to the planning process (Clapp and Mortenson 2011). This contribution highlights that the construction of a common database (boundary object), might aid communication and conflict resolution for decision-making. It also highlights the usefulness of separating discussions about scientific data and information from discussions and negotiations about the implications of scientific data/information (e.g. in discussion phases or spaces).

Supran and Oreskes (2021), scholars from Harvard University's history of science department, analyse the framing of ExxonMobil's climate change communications. By 'framing' they mean the selection of certain language aspects that make a communication more salient. In this regard, communications (news, papers, reports, documents, social media, etc.) are relevant to investigate since this fossil fuel industry has invested billions of dollars in various communications and "has used language to subtly yet systematically frame public discourse about climate change" (p.696). They define this as the "subtle micro-politics of language to

downplay its role in climate crisis and to continue to undermine climate litigation, regulation and activism" (p.696). Their computational analysis of the fossil fuel industry's narrative and framing – based on internal industry documents, peer reviewed papers, and advertorials in the New York Times, among others public documents corroborates the results of previous qualitative discourse analysis studies on the interests of the fossil fuel industry. Their results show 'scientific uncertainty' as one of the 3 main rhetorical frames mobilized, and suggest it is used to prolong climate change regulation and litigation, and to downplay the role of the fossil fuel industry in climate change.

> "*Rhetorical frames: Frame package analysis leads us to identify three dominant frames in ExxonMobil's advertorials, which we name (1) Scientific Uncertainty, (2) Socioeconomic Threat, and (3) Fossil Fuel Savior (FFS) (for details, see S4, supplemental information).* ***The Scientific Uncertainty frame*** *presents AGW* [anthropogenic global warming] *as unproven and advocates additional climate Science research.* ***The Socioeconomic Threat frame*** *argues that binding climate policies (such as the Kyoto Protocol) are alarmist and threaten prosperity, urging voluntary measures instead.* ***The FFS*** [Fossil Fuel Savior] ***frame*** *describes AGW as the inevitable (and implicitly acceptable) risk of meeting consumer energy demand with fossil fuels for the foreseeable future, and presents technological innovation as the long-term solution."* (Supran and Oreskes 2021, p.702).

The authors state that these rhetorical patterns resemble those from the tobacco industry, which in its response to the scientific consensus that tobacco use is harmful to human health, presented a rhetorical shift from a focus on uncertainty to something like tobacco consumption is a 'risk factor' but it is not a 'proven cause'. In this way framing relies on the power of language rather than falsehood. Other examples constitute word choices such as 'potential', 'may', 'more research', 'risk' etc. that do not necessarily deny or delay, because such terms are co-opted from academia, journalism, etc. As for the 'Scientific Uncertainty Frame' in particular, the authors point out that anthropogenic climate change is presented as unproven and more research is required before any policy-making action can be taken (see more in Supran and Oreskes (2021b). Finally, they conclude that during the mid-2000s:

> "*Exxon-Mobil's public AGW communications shifted from explicit doubt (a Scientific Uncertainty frame) to implicit acknowledgment couched in discourses conveying two frames: a Socioeconomic Threat frame, and a Fossil Fuel Savior (FFS) frame".* (Supran and Oreskes 2021, p.712).

This contribution, highlights the identification of certain communication strategies of 'framing', with which the fuel industry in particular contests climate change and environmental challenges for the sector. It demonstrates the existence of three discursive strategies of this fuel industry. It also highlights 'the power of language' as a strategy to contest and diminish the proven causes of climate change, to prolong discussions, policy production and actions.

2.2.3.2. Knowledge Production and Environment

Previous contributions have been made by scholars of political ecology and sciences studies when investigating the production of environmental knowledge (Gibbons et al. 1994; Turner 2011; Beck et al. 2017). As a general consideration in this regard, since the 1990s it has been broadly recognized that knowledge production systems are changing. In their work, Gibbons and colleagues (1994), recognize the emergence of new modes of knowledge production. They define these as Mode 1 (classic) and Mode 2 (new), and although these constitute different modes of knowledge production, both interact with each other. In Mode I, problems are defined and governed in a broadly academic context, with the interests of a specific disciplinary community. In Mode 2, the production of knowledge is conducted and governed in a context of application of that knowledge. In this sense, Mode 2 is transdisciplinary. As Gibbons et al. (1994) explain:

> *"Mode 2 knowledge is thus created in a great variety of organizations and institutions, including multinational firms, network firms, small hi-tech firms based on a particular technology, government institutions, research universities, laboratories and institutes as well as national and international research programs" (p.6). (…) "Some of them have gone into government laboratories, others into industry, while others have established their own laboratories, think-tanks and consultancies" (p.10).*

For Gibbons et al. (1994), in Mode 1 the production, legitimization and dissemination of knowledge must follow a cognitive phase and social norms defined by academia. In Mode 2,

the usefulness of knowledge production in the context of application (social, economic, or political) becomes a relevant factor in this kind of production. Work in the context of the application increases sensitivity to the implications of what scientists or experts are doing, and brings new implications for universities, industrial laboratories or governments (Gibbons et al. 1994). Among these implications, Gibbons and colleagues emphasize that communication in Mode 2 becomes crucial. Such communication is partially maintained through strategic alliances, collaborative agreements or through informal electronic communication networks (Gibbons et al. 1994), making its study difficult. They also highlight the challenge of language in the context of transdisciplinary, which is especially difficult when describing nature in the natural science domains. This way, Mode 2 is also creating new challenges for governments, as national institutions become more permeable and governments through their policies can promote changes in these directions (Gibbons et al. 1994). This contribution shows some changes present in the forms of production of expert knowledge during the last two decades, and invites to be aware of these aspects.

Turner (2011), writing about the production of environmental knowledge, points out that how scientists, citizens, or developers use, transform, or protect the environment is shaped by how they understand it. He states that human understanding and knowledge about the environment is transformed by external forces. Forces such as the complexity of aspects/objects studied, the historical-geographical contexts, the human dimension of environmental analyses, and the applicability or policy-oriented of many environmental analyses. For him, all these forces and complexities, make it difficult to separate the aspects of the production, circulation and application of environmental knowledge. He also recognizes that these processes are not exempt from clashes between diverse interests and perceived needs. This contribution invites us to explore the multiple external layers that transform environmental knowledge and understandings, as well as to recognize that the divisions between production, circulation and application of knowledge is a challenging ideal.

According to Beck et al. (2017), STS investigates the production of global environmental knowledge by exploring, for instance, who constructs that knowledge, using what frameworks, and what types of infrastructures, concepts or models. For Beck and colleagues, such elements of study bring uncertainties that hold significant implications for global environmental governance. They mention as an example of a global environmental

monitoring and modelling expert organization, the case of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Currently, the IPCC is the leading organization with global scientific authority on climate change and has acquired political authority as well. Talking about this case - which has not been exempted from scientific consternations – they indicate that different modes of environmental knowledge have framed the issue of global change in different ways. Through this case, they also explore the relevance of scientific legitimacy and authority. Indicating that scientific credibility or legitimacy provides authority over environmental knowledge that could be circulated and applied in political decision-making. Because "*who gets to participate in defining which knowledge matters, through what processes, and at what times. These choices shape how knowledge is generated and subsequently adopted into policy*" (Beck et al. 2017, p.1067). The authors end by emphasizing the need to investigate how different societies, scientific expertise, and political expertise in different communities and cultures organize to gain legitimacy and authority in different jurisdictions (Beck et al. 2017). This contribution demonstrates the relevance of investigating how legitimacy and scientific authority are constructed and applied in different social settings, given that they may influence what knowledge is used, circulated, applied (or not) in the production of environmental policy.

Ibarra, O'Ryan and Silva (2018) analysed the interface between scientific knowledge and decision-making on arsenic in Chile, taking the case of the FONDEF 2-24 project that involved local science production and its communication and use to policy-makers. In their analysis, they focus on understanding the governance of knowledge and rules of the process (Ibarra et al. 2018). At that time, the regulation of arsenic gained relevance in the country due to the increasing awareness of the dangers of arsenic for human health and the challenges posed by the international mining market (Ibarra et al. 2018). Arsenic in Chile derives from natural causes of volcanic production and human activities linked to mining. The scientific evidence of arsenic health impacts is long-standing in Chile, with an extensive production dating back to the late 1960s (Ibarra et al. 2018). Arsenic contaminates water, soil and air and its exposure is linked to cases of cancer (Ibarra et al. 2018).In the 1980s, US mining companies petitioned the International Trade Commission to accuse Chile of environmentally dumping copper (Ibarra et al. 2018). This put Chile under international pressure to improve its environmental standards in terms of pollutants impacting human health (Ibarra et al. 2018). In this regard, the mining sector in Chile "claimed that copying standards from WHO or EPA [Environmental Protection Agency] would imply closing

down most copper facilities. (…) [and that] using the EPA approach required scientific evidence on the local baseline conditions" (Ibarra et al. 2018, p.117). In 1994, Chile's national environmental authority (CONAMA) was created by law 19.300 and became the main body responsible for the development of environmental standards and regulations. CONAMA had the political will to regulate arsenic based on knowledge but with minimal resources for research (Ibarra et al. 2018). For that reason:

> *"CONAMA suggested that researchers apply to the FONDEF public grant program. The FONDEF program was founded in 1991 to foster scientific and technological development to promote economic competitiveness and improved quality of life for Chilean citizens. It was run by the National Agency for Science and Technology (CONICYT), which depended on the Ministry of Education. It was thus independent of any of the parts in conflict. The funding application was supported by the Ministry of Mining. This proposal would become the FONDEF 2-24 project, entitled "Protection of the competitiveness of Chile's mining products: antecedents and criteria for environmental regulation of arsenic" which was undertaken between 1994 and 1996."* (Ibarra et al. 2018, p.118).

Ibarra, O'Ryan and Silva (2018) show that the civic epistemology – social, cultural and political governing rules – of parts of Chilean society in the 1990s was characterised by profound political and social changes of a military dictatorship between 1973 and 1989 (Ibarra et al. 2018). In the 1990s Chile was taking its first steps on the return to democracy, and in a context of still marching military power in policy-making, which created a so-called "democracy of consensus" and displaced environmental policies as subordinate to economic development (Ibarra et al. 2018). The decision-making process involved only the State and selected experts. Despite this, Chile considered itself an exceptional country in the region for its stable institutions (Ibarra et al. 2018).

The Chilean knowledge system in the 1990s considered international actors as a reference of authority (credibility) in knowledge (Ibarra et al. 2018). The participation of multiple actors to represent multiple interests in the decision-making process was seen as an element that added salience – relevance for action – and credibility to the process (Ibarra et al. 2018). Legitimacy – "*legitimacy considers whether it is fair to all stakeholders involved*" (Ibarra et al. 2018, p.116) – of the process was understood as achieving "*consensus and equilibrium between economic development and other values*" (Ibarra et al. 2018, p.120) in the post-dictatorship context.

The intervention of the FONDEF 2-24 project in the science-policy interphase of arsenic regulation in Chile and its communication practices, focused on mediation and negotiation (Ibarra et al. 2018). To produce results that were credible, researchers (in their own words) 'had to win the blessing of the EPA'. Finally, the project results determined significant and less significant ranges of health effects from arsenic limitations (Ibarra et al. 2018). The FONDEF 2-24 project also considered the costs, risks, technical feasibility of meeting these new standards and multiple scenarios, and thus "proposed a specific emissions standard for each of the seven smelters in the country, rather than a uniform ambient standard (FONDEF2–24, 1997)" (Ibarra et al. 2018, p.121), thus promoting heterogeneity over uniformity of future arsenic policy. The companies needed time to adapt to future regulation and the project intervention provided the time required for the policy adaptation that came into effect in the late 1990s (Ibarra et al. 2018). Today, after more than 20 years, the standards of the first airborne arsenic law in Chile have not changed significantly (Ibarra et al. 2018).

This contribution shows part of the structures of scientific production and its intersections with decision-making and policy production in Chile in the transition period from dictatorship (1973) to democracy (1990). This demonstrates part of the mindset and work dynamics involved in the processes of legitimisation of scientific knowledge in policy-making in the post-dictatorship period. Furthermore, this contribution also shows a science-policy interface deeply rooted in consensus-building dynamics that, in this case, weighed the economic costs to industry against the health benefits to humans.

2.2.3.3. Circulation of Environmental Knowledge

Science studies and political ecology scholars have made a number of useful contributions about circulation of environmental and scientific knowledge, and showed that communication (or not) in governance systems are key to the circulation of knowledge (Tsing 2015; Hohenthal et al. 2018; Irwin 2008; Undurraga, et al., 2022). Four relevant contributions can be mentioned here. In her book '*The mushroom at the end of the world*', Tsing (2015) explores the production and circulation of scientific knowledge about the matsutake mushroom, highly valued on international markets (Tsing 2015). Her main argument is that cosmopolitan science is composed of a diversity of patches of scientific knowledge that give

it richness. To exemplify this, she analyses the forestry sciences about the matsutake mushroom developed in Japan (where it originates) and in the United States. During her research, she noticed that the mushroom scientific experts in both countries did not communicate. This had not always been the case – these two forestry schools having been born together in the post-World War II period, through commercial and scientific exchanges – but over time, both approaches took distance, producing segregated patches of scientific knowledge and practices. As Tsing (2015) explains:

> "*Furthermore, scientists in Japan and in the United States tend to use contrasting investigative strategies — particularly on issues of site selection and scale. This removes the possibility of direct comparisons across their respective results. In this process, segregated patches of knowledge and research practice are formed. That divergences matter is particularly evident when alternative sciences arrive in the same place*". (p.219).

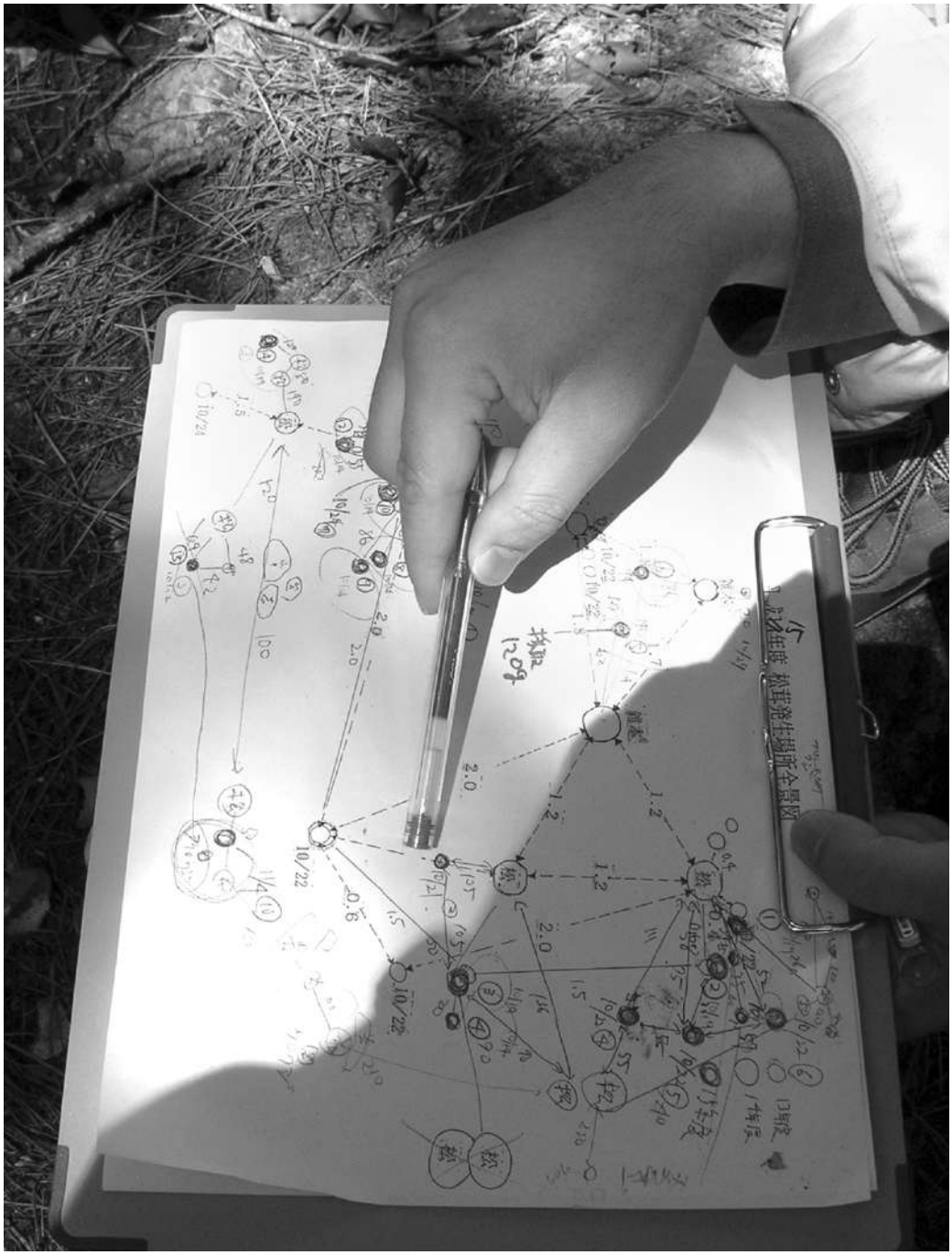
She attributes these scientific divergences to the different scale and site selection in which the production of the valuable matsutake mushroom was sought to be enhanced in each country, and which were reflected in the different management approaches in which the U.S. and Japanese forestry institutions had to promote the mushroom. The matsutake is a mushroom that grows in symbiosis with Japanese pine. That is, for this mushroom to grow, it needs this particular pine. In Japan, for the production of the mushroom, scientists pay attention to the site and advise the thinning (disturbance) of other tree species to open new spaces in the forest to allow the reproduction/revitalization of the Japanese pine – reduced in number – and consequently the revitalization of the mushroom. If the forest is a neglected (degraded) one, more thinning is recommended. For Japanese scientists, matsutake forests are managed with very little human disturbance. For U.S. scientists, matsutake forests are managed with a high human disturbance as the U.S. forestry approach prefers to conserve trees, without thinning. In this way, she argues that "*alternative performances of 'nature' are at stake. Consider their different takes on human disturbance*" (Tsing 2015, p.218). Furthermore, she found that the scale of the work was also a differentiating feature between these two approaches:

> "*What was the block? One Pacific Northwest researcher told me that Japanese studies are not very useful because they are 'descriptive'. In untangling what 'descriptive' might mean, and what is wrong with it, the cultural and historical specificity of U.S. forestry research comes into focus. Descriptive means site-specific, that is, attuned to indeterminate encounters and thus non-scalable. U.S. forestry*

> *researchers are under pressure to develop analyses compatible with the scalable management of timber trees. This requires that matsutake studies scale up to timber. Site selection in Japanese research follows patches of fungal growth, not timber grids*" (Tsing 2015, p.221). (see also figure 2 for a representation of small patches of fungal growth).

Thereby, the different scales also reflect different units, methods and human needs. For example, Japanese scientists focus on understanding site ecology and the interrelationships of minerals, soil, trees and fungus. Instead, in the U.S., the basic forestry unit is the stand or timber landscape, and they consequently work on building models to upscale mushroom production to a timber regionalization (Tsing 2015). This contribution evidences that cosmopolitan science is produced and circulated by diverse patches of knowledge. Science can have different strategies or trends, according to different needs. These different strategies can generate gaps in the circulation of knowledge between different performances of environmental knowledge. In the same way, this research demonstrates the importance of scientific exchange to avoid the construction of knowledge gaps. It also invites us to be aware that different scientific approaches respond to different contexts and human needs, and to understand the units or scales of analysis as translations of those knowledges.

Figure 2. Schematic representation of the sites with the mastsutake mushroom by a Japanese researcher



Source: Tsing (2015, p.216).

Drawing on a political ecology approach, Hohenthal, Räsänen and Minoia (2018) analyse the diverse ecological knowledge in discussions about *Eucalyptus* plantations and water between local communities and government decision-makers in Taita Hills, Kenya. They recognize the existence of a plurality of ecological knowledge systems and perceptions concerning environmental resources that are socially constructed and power-laden. They argue that in Taita Hills, the bureaucrats' discourses around *Eucalyptus* reproduced colonial power structures that positioned local people as subordinate in environmental management, as they did not recognise local arguments as valid ones for decision-making. These bureaucrats based their power on professional knowledge, but the environmental governmental system had internal inconsistencies, and unclear policies on the issue. The bureaucrats also appealed to the lack of valid evidence on the hydric effects of eucalyptus, and promoted the planting of eucalyptus to meet national timber demands. Local people, for their part, based their knowledge and perceptions on their experiences with *Eucalyptus* and water reductions. Similarly, local people's discourses related *Eucalyptus* not only to water, but also to historical injustices in relation to their cultural relationship with the land. As a result, the problems surrounding the *Eucalyptus* planting policy in the area are largely incongruent due to disagreements between actors, and they continue to replicate colonial structures without incorporating participatory mechanisms (Hohenthal et al., 2018). For Hohenthal et al. (2018), the Taiti Hills case demonstrates the challenges of communication and collaboration between state actors and local people in contexts of power asymmetry. This insight from political ecology points out the existence of diverse knowledge systems and power asymmetries around environmental discussions.

Irwin (2008) states that scientific governance – understood by him as the relationship between scientific expertise and policy makers – is not fixed and is open to multiple framings of problems and definitions. He states that it is necessary to include a broad spectrum of actors, such as industry, scientific organisations, public groups, the market and its consumers, etc., in governance analyses. In this way, the assemblies of power are decentralised, and the multiple activities of governance can be broadly appreciated. Taking the European case, Irwin evidences the existence of a new growing scientific governance. Focusing on the need to reinforce the legitimacy and credibility of regulatory institutions, this new approach calls for broad engagement with the public. In this respect, Irwin takes the example of the United Kingdom and the debate on crop genetic modification. He mentions that although the debate received over 37.000 feedbacks on one website - recorded as the largest public

engagement exercise in the country - the overall process was not rated as successful. The major flaw of the debate was that it did not engage with a broad spectrum of citizens and the social-media debate was limited to particular social and academic groups. However, he also calls for caution in approaching claims of this new governance, and invites to understand it also as another social category of construction. This contribution reveals the versatility and flexibility of the concept of governance, and invites us to understand the various forms of communication between scientists and decision-makers.

Undurraga, Güell, and Fergnani (2022) analyse the politicisation in the media over the socio-natural disaster of the forestry fires that affected Chile in 2017. This fire event was a macro-context in which the Forest Plantations Protocol (FPP) policy analysed in chapter 7 of this thesis was developed. In their media analysis Undurraga et al. (2022) argue that the media transformed the event into political drama framed by previous macro-political disputes. Specifically, there were different contents in the media about the fires, but all of them had in common a single dominant frame in opposition to the government of the day (eg. Supertanker – a water airplane - is a hero, the government a villain) (Undurraga, et al., 2022). In this way, media diverted the public attention away from structural discussions arising from the fires, such as the expansion of the forestry sector and its role in the 2017 fires, or the unmitigated issue of climate change (Undurraga, et al., 2022). The authors argue that these issues were avoided given the context of power struggles between the opposition and the government. In this sense:

> "*Politicization, in this case, served to steer coverage away from these highly relevant issues, fostering what is arguably a partial public understanding of the fires, their causes, and what it would mean for government to assume responsibility for mitigating and managing such catastrophic events in the future*" (Undurraga, et al., 2022, p.18).

This contribution shows a media politicisation as a way to divert attention from highly relevant issues of the mega-fires of 2017 (e.g. such as causes, effects, possible future solutions as a society, etc.). This can also be understood as a promotion of public sensationalism and partial understanding, instead of knowledge discussions in media communications.

2.2.3.4. Application of environmental knowledge

The application and circulation of environmental knowledge – especially on water resources – with its material, social, political and economic dimensions have been widely explored by political ecologists and SS scholars in Chile (e.g. Bauer 2004; 2012; 2015; Budds 2012; 2013b; Prieto 2015; Palomino-Schalscha, Leaman-Constanzo, and Bond 2016; Budds 2020). In this respect, four important contributions are presented (Budds 2009; Bakker 2015; Barton and Román 2012; Barandiaran 2018), which also introduce relevant considerations for the understanding of expert/scientific knowledge and environmental governance in Chile. Political ecologist Jessica Budds (2009), for instance, was inspired, among other things, by the contestations over water and its reduction and distribution among different water users in the La Ligua and Petorca watersheds in Chile. She analyses how the Chilean State, represented by the Direccion General de Aguas (DGA) uses scientific-technical knowledge in the environmental management and allocation of groundwater rights. She demonstrates the social influences of a scientific-technical approach within a neoliberal political-economic regime in Chile (Budds 2009). She demonstrates the limitations of focusing on a predominantly hydrogeological model for the estimation of groundwater abstraction effects, which does not recognise the various social relations at stake. Budds (2009)'s findings are relevant, as they demonstrate how the hydrogeological assessment of the DGA was used selectively in accordance with their own interests, and thereby reproducing "unequal patters of resource use and configuring uneven waterscapes" (Budds 2009, p.418). She also discloses legitimation and information asymmetries between 'local knowledge' and 'expert knowledge', the ignoring of social concerns, and the prioritization of top-down decision-making. She proposes the concept of the hydrosocial cycle "to further critically engage with environmental science" by recognising the various social relations embedded in water's materiality (Budds 2009, p.418). In this sense, Budds (2009) understands science as socially constructed and applied. This research demonstrates that the Chilean state's approach to groundwater allocation, knowledge generation and decision-making is deeply influenced by asymmetric social relations that are re-produced and applied throughout the materiality of water. It also warns about the existence of social influences on assessments of hydrogeological models for groundwater allocation in Chile. Theoretically, this case invites us to inquire into the social relations behind the legitimisation, distribution and application of expert knowledge in Chile.

In a similar vein, Karen Bakker (2015) has studied the neoliberalisation of nature, and in particular of water, in various countries around the world, of which Chile has been one. For Bakker (2015), in her global analysis of neoliberalisation, Chile constitutes a 'radical' case where neoliberalism was widely adopted and applied in various policies. She describes the neoliberalisation of nature as one of the most controversial contemporary issues in environmental governance and management. In her work (Bakker 2015), she reviews recent political ecology contributions into this debate, by exploring the environmental outcomes following the inclusion of private actors and markets in the environmental governance. In this sense, she distinguishes between the concepts of neoliberalism and neoliberalisation. She understands the former as a doctrine that recognises commercial exchange as the guide for all human actions. Neoliberalisation, on the other hand, is a process that seeks to implement neoliberal ideology. For this reason, neoliberalisation processes are highly variable and diverse, according to specific historical and geographical contexts. Nonetheless, for Bakker, the process of neoliberalisation consists of three aspects that can be generalised. First, neoliberalisation seeks to establish conditions for the accumulation of capital and to provide, restore, or reinforce the power of economic elites at various scales. Second, for setting these conditions, a combination of strategies is used, including deregulation and re-regulation; marketisation; the re-scaling of governance mechanisms; or privatisation, among others. Third, the process of neoliberalisation discursively legitimises the reforms and implementation of neoliberalism. As an example, she takes the case of South America, which in the 1990s experienced neoliberal reforms that marketised and privatised land, forests, water, fisheries, and other previously public elements. In this context, she describes neoliberalisation as an inextricably environmental project (Bakker 2015). In South America, neoliberalisation has generated controversy and promoted the emergence of counter-projects. Among these counter-currents, environmental concerns have been one of the most powerful. As an effect, a 'liberal environmentalism' has been progressively developed, which seeks compatibility between economic growth, market and environmental concerns. At the same time, in liberal environmentalism some general strategies have been observed. First, an intense phase of resource accumulation by dispossession. Second, cost reduction through the globalisation of environmental externalities, for example, by moving industries to places or countries with weaker (or without) legislation. Third, the development of new technologies or businesses to transform externalities into a profitable resource (e.g. transform waste into bio-energy). Fourth, the search for new socio-natures, from new climates, to geographies, or genes (Bakker 2015). As a consequence, Bakker argues that the neoliberalisation of nature

should be understood as (1) an accumulation of capital that redefines and co-produces socio-natures; and (2) as a mode of political-economic regulation congruent with neoliberalisation. This contribution highlights neoliberalisation as an essentially environmental process embodying primarily economic ideals. As a process that manifests itself through a diversity of strategies. As a process of political-economic regulation, which co-produces environments and legitimises them. In this sense, Chile constitutes a radical case of neoliberalisation in the world.

Barton and Román (2012) examine three moments of social movements making demands for socio-ecological justice around the Chilean forestry sector in Chile. The forestry sector in Chile has been associated with multiple macroeconomic growth effects, but at the same time has been widely criticised by various social organisations for its social and environmental impacts (Barton and Román 2012). They demonstrate the existence of power asymmetries in the sector, in which forestry actors mainly from the companies Arauco and CMPC (also the smaller company Masisa) constitute the mainstream actors with the greatest power of influence in the decision-making processes (Barton and Román 2012). Meanwhile, actors from different social movements, such as unions, NGOs and indigenous groups remain marginalised from the decision-making processes (Barton and Román 2012). In this sense, social organisations fail – as it is often difficult for them – to make their claims heard due to their unsystematic organisational nature (Barton and Román 2012). In terms of political influence in policy making, the forestry sector represented by CORMA (Coorporacion de la Madera) seeks to influence the high hierarchies of ministries and state agencies such as the Ministry of Agriculture, the Ministry of Economy and the National Forestry Corporation (CONAF) (Barton and Román 2012). While marginalised organisations often seek to influence the Ministries of Social Development, Environment, and Regional Government Secretariats (SUBDERE) (Barton and Román 2012). However, social organisations face different geometries of power and their diverse alliances are 'fluid' and vary in space and over time (Barton and Román 2012). Moreover, "*the State and the forestry sector (CORMA) — as mainstream actors — manage each challenge separately and concede the minimum* [in decision making] *to avoid damage to productive interests and social unrest.*" (Barton and Román 2012, p.882). As a consequence, the contemporary State in Chile struggles for legitimacy in the face of globalisation processes (Barton and Román 2012). This contribution highlights the existence of power asymmetries between social organisations and companies in the forestry sector. The forestry sector is powerful in Chile and has the capacity to influence

decision-making and to minimise socio-ecological policy-changes in order to prevent damage to its economic and productive interests. Meanwhile, the Chilean State is struggling for legitimacy.

One of the major STS contributions relevant to this study is the work of Javiera Barandiarán (2018) on the circulation and application of scientific advice knowledge in the Chilean environmental impact assessment (EAI) system. In her book, *Science and Environment in Chile. The politics of expert advice in a neoliberal democracy*, this author analyses what neoliberalism in Chile has meant for the production, legitimacy and public utility of scientific knowledge.

Inspired by several cases reported in the United States where scientists have seen their science influenced by the interests of their funders, she takes the Chilean case to investigate environmental governance in the context of a State agency that lacks an authoritative body of scientific knowledge for decision making (such as the U.S. or other European countries have). She looks at the role of scientific knowledge and its autonomy in the face of the challenges of a State that tries to evaluate and legitimize large industrial projects, at how various actors promote or challenge this, and at disputes over expert knowledge when scientists attempt to participate in decision making. To investigate this, she focusses in particular on the period of transition from dictatorship (1973) to democracy in the 1990's, and analyses four case studies and economic sectors (mining, pulp & mill, aquaculture, and hydroelectric sectors) that provide geographic and cultural representativeness to her analysis.

Barandiaran concludes that under its democratic governments, the Chilean State has not invested in scientific capacities (laboratories, monitoring, follow-up). Their capacities are therefore limited and lacking in analytical and scientific skills. Science in this neoliberal State has been transformed into a market commodity. For Barandiaran, the State in Chile is an 'umpire State' where "*the State can only do what it is expressly allowed to do, while the private sector can do anything not explicitly forbidden*" (p. 191), and its governance summarises neoliberal ideals where the market is the only legitimate way of organising society and knowledge. In other words, what counts as science, who can participate, who can provide evidence or not, and the idea that good science is expensive, are all aspects regulated by free market mechanisms (Barandiaran 2018). In terms of knowledge for decision making, the Chilean neoliberal State denigrates or denies expertise in its governance: "*Chile's ideal umpire State, in which the denial of expertise and objective knowledge results from as well as reinforces the denial of the possibility of collective*

goals" (p. 200). This was evidenced by noticing how objective information or questions were often ignored or banalised in the EIA's discussions:

> "*Straightforward questions, such as those left unanswered by HidroAysén's seemingly exhaustive EIA – for example, would the Baker River still be navigable if the dams were built? – become obfuscated by posturing for and against the dams*" (Barandiaran 2018, p.201).

This, Barandiaran also notes, has consequences for how the State works with information and public servants. For instance, in her research she found that many servants were afraid or felt censured to speak the truth to their hierarchy or other powerful institutions. This constitutes a challenge for State officials to discern legitimate information from misleading one. In this way, Chilean scientists and experts are challenged, as neither the State nor the market provides them with opportunities to show their autonomy (Barandiaran 2018). However, on certain occasions, Barandiaran found that agents of the State could challenge some ideas of this 'umpire' State or more powerful actors, by introducing new concepts or tools that sought to strengthen the standards of EIA. Similarly, in these four case studies, the knowledge of international experts seemed to be perceived by citizens as a more autonomous science – compared to local science – from the interests of the market or the State agencies (Barandiaran 2018).

In one of the three case studies in her book, Barandiaran (2018) investigates a pulp and mill industry in Chile. This industrial case provides relevant insights for the forest hydrology case carried out in this doctoral thesis, and for this reason, it is extensively reviewed in the following paragraphs.

In 2004, residents near a pulp mill industry in Valdivia were affected by a cloud of foul odours that caused eye irritation and nausea. The community was shocked when black swans – endemic to the area – began to fall from the sky into their gardens. Within a short period of time, the mortality of the swan community increased, and questions about what could be the cause of the losses fell on the newly opened pulp mill. "*For the next eight years, rival teams of scientists fought in court over alternative standards of evidence to prove or disprove that toxic pollution from the paper and pulp mill had destroyed the swans' food*" (Barandiaran 2018, p.93). On this occasion, the institutions faced in court were CONAMA – the State environmental agency in charge of the environmental impact assessment process – and the paper and pulp mill of the Celco

Arauco company. Both institutions hired different scientific experts, as Barandiaran (2018, p.94-95) explains:

> "*In response to the crisis, CONAMA and the company that owns the mill, Celco Arauco, each hired scientists to determine if pollution from the mill had caused a toxic effect on the swans or luchecillo* [main swan' food]. *The scientist that CONAMA and Celco Arauco hired differed in many ways, such as by their disciplinary training, in the questions they were asked to research, and in the resources they had access to. They differed also in their places of work and residence. CONAMA's scientists worked at Austral University, located in Valdivia on the banks of the Cruces River, which runs through the wetland sanctuary. Celco Arauco's scientists instead worked at the Catholic University of Chile in the nation's capital, Santiago. They also reached opposite conclusions. While the Austral University scientists found the paper and pulp mill responsible for polluting the wetland sanctuary, the Catholic University scientists argued the proofs by their Austral Colleagues were inconclusive. One thing both teams of scientists had in common is that they were hired as scientific advisers through ad hoc, market-like channels. For that reason, each group was accused of producing 'special interest science'* ".

Eight years later, in July 2013, the first civil court of Valdivia found Celco Arauco guilty. The company accepted the verdict and began a multimillion-dollar remediation plan at the sanctuary, but now, with partners from the Universidad Austral and local NGOs.

Equally interesting are the lessons on the contested legitimacy and authority of the Chilean scientific experts from this case. In particular, the discourses used in the contestations of the scientific legitimacy of the institutions are noteworthy for the similarities observed with the present study on the Chilean forest hydrology field. According to Barandiarán, on the side of the State agency, arguments were inconsistent and erratic over time. In first instance, the arguments from CONAMA to justify the environmental permit for the operation of the industry were vague and lacked technical justifications. Likewise, the CONAMA reports contained statements that denied or relativized/minimized toxicity problems. These situations affected the State's credibility in front of the industry's neighbours. Subsequently, in the face of growing citizen protests against CONAMA, the State agency initiated to carry out its own investigation, for which it would hire academics from the Austral University, some of whom were also neighbours affected by the industry. In this sense, citizens were sceptical about the possible conclusions of the research groups from Universidad Austral and

Universidad Católica, and some citizens even sabotaged their attempts at environmental monitoring. Doubts about the autonomy of both groups of researchers were directed towards possible conflicts of interest linked to the funders of the research.

On the scientific expert side, both groups of scholars have different profiles. The first difference between the teams concerns funding. Arauco hired ninety-one experts – mainly from abroad – compared to twenty-four experts called in by the State. Additionally, academics from the Universidad Austral had participated in the baseline studies of the plant in 1994 and 1995 – some of them as resident neighbours of the pulp mill site - and a few had raised an early alarm about the potential impacts. For their part, academics from the Universidad Católica resided in Santiago – 900 km away from the site – and some of them had strong ties to the Angelini economic group owners of Celco Arauco. Thus, both groups of researchers were deeply involved in the project, and their scientific legitimacy was contested from different actors and perspectives.

The work strategies were also different in the two academic groups. The Universidad Austral team – mostly characterized by its disciplinary background in ecology – focused on the study of swans. Their study, based on less than 10 monitoring points, concluded that the pulp mill was most likely responsible for the swans' death by contamination. Additionally, they concluded that contaminants from other sources – such as surrounding agriculture, etc. – were too small to be toxic. However, there was a prevalent gap in the Austral argument. The researchers had not been able to determine what type of element had caused the toxic shock to the swans. For their part, the Universidad Católica researchers' strategy focused on identifying the gaps and uncertainties in the Univeridad Austral study, and raising doubts about the accuracy of the Austral study. The researchers hired by Arauco accused the Austral report for not providing conclusive answers, and said it was not possible to determine the effects with any certainty at all. The Universidad Católica researchers did not conduct alternative monitoring, but raised their voice against the ecological monitoring methods, and their failure to consider possible alternative explanations. In this way, the credibility of the Austral study was contested and in short, many alternative hypotheses and debates in the media arose.

Later, in response to criticisms, Arauco, however, began to conduct its own water quality monitoring program. Yet, Austral researchers would denounce the accuracy of Arauco's

measurement methods. It would later be demonstrated that the Arauco's instrument for measuring conductivity – an important indicator of pollution – was broken, and that as a result the company was using incorrect measurement methods, underestimating the amount of acids and recines deposited in the river, and overestimating the river's capacity to contain pollutants. One thing that both groups of academics agreed on was that the peer-review system was the best way to validate scientific studies, in which the Universidad Austral de Chile was in the lead (Barandiaran 2018).

Over the years, mutual accusations about lack of autonomy of researchers from the interests of their employers would follow. In 2005, the Chilean Ecological Society and the Chilean Biological Society held a conference with a special session aimed at building consensus and friendship between researchers from Austral and Catolica. However, accusations of credibility continued. Some accused Austral of having overstepped its bounds and of transforming its research into a political judgment. Others accused the Católica researchers of acting as a think tank of consultants to Arauco. In this way, the conference failed in its objective to bring closer the groups of researchers, and discussions about legitimacy would continue even in court. As Barandiaran (2018, p.116) expands:

> "*The judge did not disqualify any scientist because, legally speaking, a conflict of interest requires direct pecuniary gain (ibid, verdict article 9). Yet for those suspicions of the private sector, signs of Celco Arauco's financial influence were everywhere. Celco Arauco's scientists presented evidence that was expensive to obtain or produce: satellite images, isotope tests, and sampling campaigns that government-paid scientists could never afford. Austral's original report, for instance, contained results from 5 sediments samples, while consultants working for the company tested 139 samples with much more sophisticated methods. On the witness stand, Austral's scientist in charge of sediments was blunt: if in 2005 they had had US$250.000 more, they could have analyzed sediment records to challenge Celco Arauco's claims*".

For their part, Arauco researchers in the court used 'ignorance' as one of the most common defensive strategies against accusations about credibility and autonomy in their investigation. This was evidenced in statements such as from the subdirector of the Universidad Catolica's ecology institute, who stated that he "*supposes that there is some funding (from Celco arauco) to the university but (he) does not know anything about it*" (CDE v. Arauco 2013, 9971 – in Barandiaran 2018, p.114). Before court, Arauco group continued to criticize the Austral study, arguing

that ecological methodologies have nothing to say about pollution impacts. They also appealed to the relativity that exists in nature as well as in physical science studies, and the uncertainties of knowledge. These accusations about the credibility of the Austral team exhausted them personally through the years, "*and it ultimately undermined Austral scientists' confidence in their own knowledge of the wetland*" (Barandiaran 2018, p.107). This was evidenced by testimonials in court that differed from the initial – more categorical – studies that the Austral team had reported about. As the years passed by, the scientific claims of Austral's scientists adopted a defensive tone and began to take over and reinforce Arauco's idea that 'science does not produce truths but rather probabilities. This is exemplified by the testimony of an Austral researcher in court: "*I have previously sustained that science has no monopoly on the truth and therefore there are no absolute explanations*" (Barandiaran 2018, p.117). This also undermined the State agency's confidence in the Austral study and diminished the State agency's authority to act. In addition, it was legally impossible to carry out surprise inspections of the industry for water monitoring, and the State agency had to rely on samples and information provided by the company. Nonetheless, between 2004 and 2005 CONAMA reported 19 infractions against the pulp mill, including the construction of an unauthorised waste pipeline, the construction of the pulp mill with a higher capacity than authorised in its EIA permit (300.000 tonnes more per year), and that the mill would consume more water and produce more waste than authorised in its EIA, among others (Barandiaran 2018). Yet another limitation to CONAMA's came from the legal definition of pollution (Barandiaran 2018). In this context, the verdict finding Arauco guilty in 2013 was historic.

> "*the judge argued that although the Austral scientists could not rule out natural causes, they provided evidence that natural causes by themselves would not have produced the observed ecological collapse. The evidence pointed to release of a high volume of wastes that more likely than not, produced a toxic reaction that would not have otherwise occurred*" (Barandiaran 2018, p.120).

According to Barandiaran (2018), this Chilean case provides evidences that in the face of environmental crises, scientists are generally not considered as a legitimate and authoritative source, and the debates can take years of discussion. At the same time, Barandiaran argues that this case shows some divergences from the literature usually found in science studies. First, the suspicion that scientists may have conflicts of interest with their funders affected industry' and State' researchers alike. Second, there is a strong belief in Chile that good science is expensive. These ideas influenced other scientists' perceptions about the legitimacy

of the Austral study, which was modest in its funding and this was reflected in the extend of the research, applied technologies, etc. For example, many researchers believed the arguments of Arauco's lawyers that Austral's scientists were invested in the local cause, as some were neighbours also affected by the industry. In this regard, Austral's scientists were ineffective in demonstrating their autonomy. In addition, the open uncertainty about what substance, in what quantities and under what conditions, also affected the credibility of the Austral study. While the Catholic scientists effectively blurred the borders between scientists and consultants, the Austral scientists had difficulties in showing the value of their science to society. For their part, Arauco developed a strategy that made its science credible. Arauco had a plan to show its scientific credibility to the public, unlike CONAMA. For Barandiarán, what it sought to portray as a neutral EIA, was and remains highly contested in Chile.

Barandiaran (2018)'s theoretical contribution demonstrates some of the ongoing discursive strategies on scientific legitimacy in Chile, such as issues of scientific autonomy, the role of the State, and the influences of the neoliberal approach to science and decision-making on environmental issues in the country. The case study on the pulp and mill industry, in turn, is closely involved with actors in the Chilean forestry sector analysed in this research, so that the empirical considerations of this case are equally relevant to this investigation. The following section briefly presents the strategic approach that inspires this research for the integration of science studies and political ecology in the social analysis of the interrelationships in environmental science and policy-making in Chile.

2.3. Bridging sciences studies and political ecology: production, circulation and application of knowledge as a social analysis approach on environmental knowledge

To combine political ecology's and sciences studies' theoretical frameworks, this investigation is inspired by Goldman et al. (2011) in its focus on the phases of production, circulation and application of environmental knowledge (see figure 3) to deepen understanding of the interconnections between environmental science and policy-making. At the same time, this approach recognises that the dimensions of environmental knowledge production, circulation and application are difficult to separate since they are intrinsically interconnected (Goldman et al. 2011).

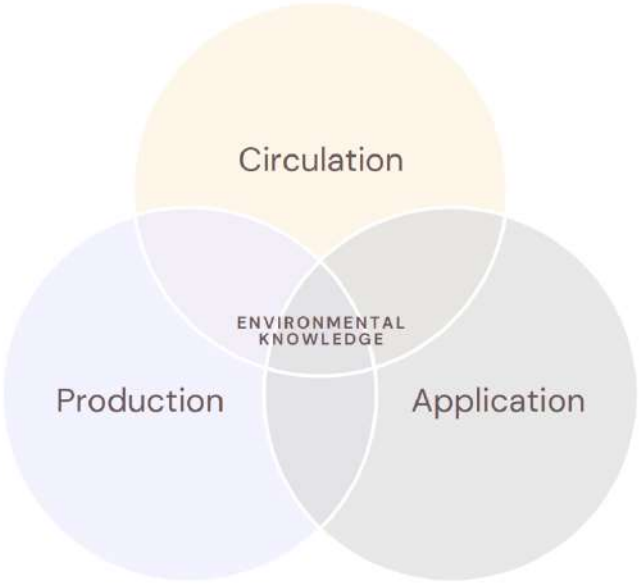
In this context, the review of previous insights and contributions on environmental knowledge (section 2.2.3) of political ecology and science studies, can be summarized as follows: Regarding contestations or controversies over scientific knowledge, the relevance of analysing contested knowledge across multiple levels and tools (Martin and Richards 1994) lies in the fact that these can affect the production, circulation, and application of knowledge (Supran and Oreskes 2021; Sharman 2015). In other cases, contestations or controversies over scientific knowledge or its legitimacy may be framed by using strategic language or rhetorical elements. This, among others, may promote misconceptions, inconsistences, doubt, denial, misunderstanding, confusion, or divert attention away (or ignore), etc. on certain well-established scientific knowledge on a topic (Harker 2017; Supran and Oreskes 2021). And sometimes it can downplay responsibilities, prolong discussions and delay policy-making and action (Supran and Oreskes 2021). In this context, the legitimacy and autonomy of scientific knowledge can also be challenged on contested knowledge issues and in policy making (Martin and Richards 1994; Clapp and Mortenson 2011; Sharman 2015; Harker 2017; Javiera Barandiaran 2018; Supran and Oreskes 2021).

Furthermore, the existence of multiple trends of knowledge production, conceptualisations, theories, models, infrastructures, etc., are also a product of multiple and diverse historical, environmental, social, economic and political layers (Gibbons et al. 1994; Turner 2011; Beck et al. 2017). Additionally, neoliberalism is the prevailing contextual setting for the production, circulation and application of knowledge, especially present in the Chilean contemporary reality of scientific production, expert knowledge and policy-making (Budds 2009; Bakker 2015; Javiera Barandiaran 2018). Moreover, the production, circulation and application of environmental expert or scientific knowledge in environmental assessment, may respond, among others, to different social contexts and human needs (Irwin 2008; Tsing 2015; Budds 2009; Bakker 2015; Javiera Barandiaran 2018). Also, scientific assessment practices may sometimes be asymmetric, re-produce social structures, or facilitate the generation of knowledge gaps (Hohenthal, Räsänen, and Minoia 2018; Tsing 2015; Budds 2009).

The Chilean case in particular stands out because of the presence of a process of transition from a military dictatorship to a post-dictatorial State (recovery of democracy) that has profoundly transformed the country's society, policy, economy, environment, and science.

These transformations have highlighted neo-liberalism as a dominant regime of knowledge governance (Budds 2009; Bakker 2015; Ibarra et al., 2018). This form of governance in Chile has been characterised by a 'democracy of consensus' and has positioned environmental issues as subordinate to economic development (Ibarra et al., 2018). In order to be carried out, it also implied the exclusion of citizens from decision-making (Budds 2009; Barton and Román 2012). In this neoliberal Chilean context, the production of scientific knowledge in its legitimacy and authority for policy production has been transformed into a search for consensus, mediation or negotiation between economic development and any other interests (Ibarra et al., 2018). In particular in the forestry sector, it highlights the important asymmetries of power in which private forestry companies constitute the mainstream actors capable of influencing decision and policy-making in the country (Barton and Román 2012). The circulation of forestry information in the Chilean media has been politised and served to divert public attention from the underlying understanding (knowledge) on issues, causes, consequences, etc. of events such as the mega fires of 2017 in Chile (Undurraga, et al., 2022). In this Chilean neoliberal context, scientific knowledge has become a commodity which undermines its credibility/legitimacy, and leaves the Chilean State as an 'umpire State' in a seemingly neutral role (Barandiaran 2018).

Figure 3. general conceptual approach on production, circulation and application of environmental knowledge



Source: author. Inspired from Goldman et al. (2011). Figure 3 outlines the phases of production, circulation and application of environmental knowledge, which are the focus of the social analysis in chapters 6 and 7 of this research.

These previous theoretical contributions and their empirical considerations make it relevant to apply 'field' theory, and 'ACF' frameworks as theoretical tools in this investigation. Because while the 'field' theory addresses concepts such as *social structure*, *habitus*, *capital* and *autonomy* – which are related to the production and circulation of scientific knowledge, their institutions, practices, struggles of legitimacy, authority and scientific autonomy – 'ACF' mobilises concepts such as *stakeholder coalitions (core beliefs and resources), relative stable parameters, external system events, and pathways to policy change* – which are related to the circulation and application of environmental knowledge in policy-making, their agents and institutions, policy structure, socio-economic and environmental events that may play part. Thus, making it possible to address and advance on previously theoretical and practical issues demonstrated by STS and political ecology scholars when investigating contestations of knowledge and production, circulation and application of environmental knowledge.

Both frameworks and their theoretical concepts are explained in detail in the following section 2.4, which presents the specific theoretical background used for the analyses of the production, circulation and application of forest hydrology knowledge in Chile in chapters 6 and 7.

2.4. Building a production, circulation and application framework for the forest hydrology field

The following sections 2.4.1 and 2.4.2, respectively present the frameworks of 'the field' (Bourdieu 1975; Lave 2012), and the 'advocacy coalition framework (ACF)' (Sabatier 1988; Sabatier and Weible 2007) to answer the questions B.1.2.3.4. and C.1.2.3.4. of this research. By operationalising these two frameworks as theoretical tools, this investigation seeks to contribute to the social understanding of the phases of production, circulation and application of scientific knowledge in forest hydrology policy-making in Chile in chapters 6 and 7.

2.4.1. Field theory: analysing the production and the circulation of scientific knowledge

An analytical framework used to reveal the social relations of the production and circulation of science, arts or bureaucracies, has been Pierre Bourdieu's widely-know theory of 'the field' and its concepts (Bourdieu 1975; Lave 2012). Bourdieu, who is today recognised as one of the foremost sociologist of the twentieth century (Grenfell 2008), developed the theory of the field in books like *Homo academicus* (1988) where he explores the social structure of the university, its faculties and body of agents and their social relations, to study the production and circulation of knowledge. As mentioned before, many scholars, such as environmental geographer Lave (2012) have operationalized it (see figure 4).

According to Bourdieu, a *field* is a potentially open space with dynamic borders, without components but formed by agents and institutions which occasionally face struggles (Bourdieu 1988). A field is socially constructed (Bourdieu 2004), and in this way, it can cautiously be compared to a game between players (Bourdieu and Wacquant 1992).

A field is structured at any given moment. This *structure* is defined by the distribution of power among the participants (people or institutions); that is, by the distribution of specific capital, which is objectified into agents or institutions who participate in the field (Bourdieu 1975). In this sense, for Bourdieu (1993) the strategies of participants are a function of the amount and structure of their *capital* (legitimacy and authority) and *habitus* (objects, practices, solutions thought, etc.) which evolve over time (trajectory). Thus, the dynamics of a field are based on the structure, asymmetries and gaps among the forces (capital) of participants (Bourdieu and Wacquant 1992).

According to Bourdieu, the structure of the field is organized around two poles which he defines as the *autonomous and heteronomous* poles (Bourdieu, 1994), and which allow to explore political-economic interactions (Bourdieu & Wacquant, 1992). The *autonomous pole* is understood as the space where scientific production is mainly shaped and controlled by the internal capital and dynamics within the specific field in which agents and institutions play a part. In contrast, the *heteronomous pole* is understood as the space where scientific production is mainly shaped and controlled by outside forces (Lave 2012), such as in the case of science performed in the private sector (Lave 2015). In other words, the heteronomous pole tends to be favourable to "those who economically and politically dominate the field", and the autonomous pole tends to be favourable to those who are identified "with a degree of independence from economy" (Bourdieu & Wacquant, 1992, p.101).

By *scientific capital*, Bourdieu (1975) refers to the amount of scientific resources accumulated in the field. Such capital can be economic, cultural, social, physical force, informational or symbolic (Bourdieu & Wacquant, 1992; Bourdieu, 1994). In this sense, for Bourdieu (1975) the struggle for scientific authority and legitimacy (social capital) gives power to the agents in a field, which subsequently can be transformed into other capitals. In this context, the present research focuses on scientific capitals composed by different claims of legitimacy, power and authority (Lave 2012). These capitals can take diverse forms according the dynamics and structures of a society at a given time.

Habitus on the other hand, refers to "a set of embodied dispositions, learned through education/participation in a field, which do not govern behaviour but make particular actions very likely" (Lave 2012, p.368). The habitus is composed of two interconnected

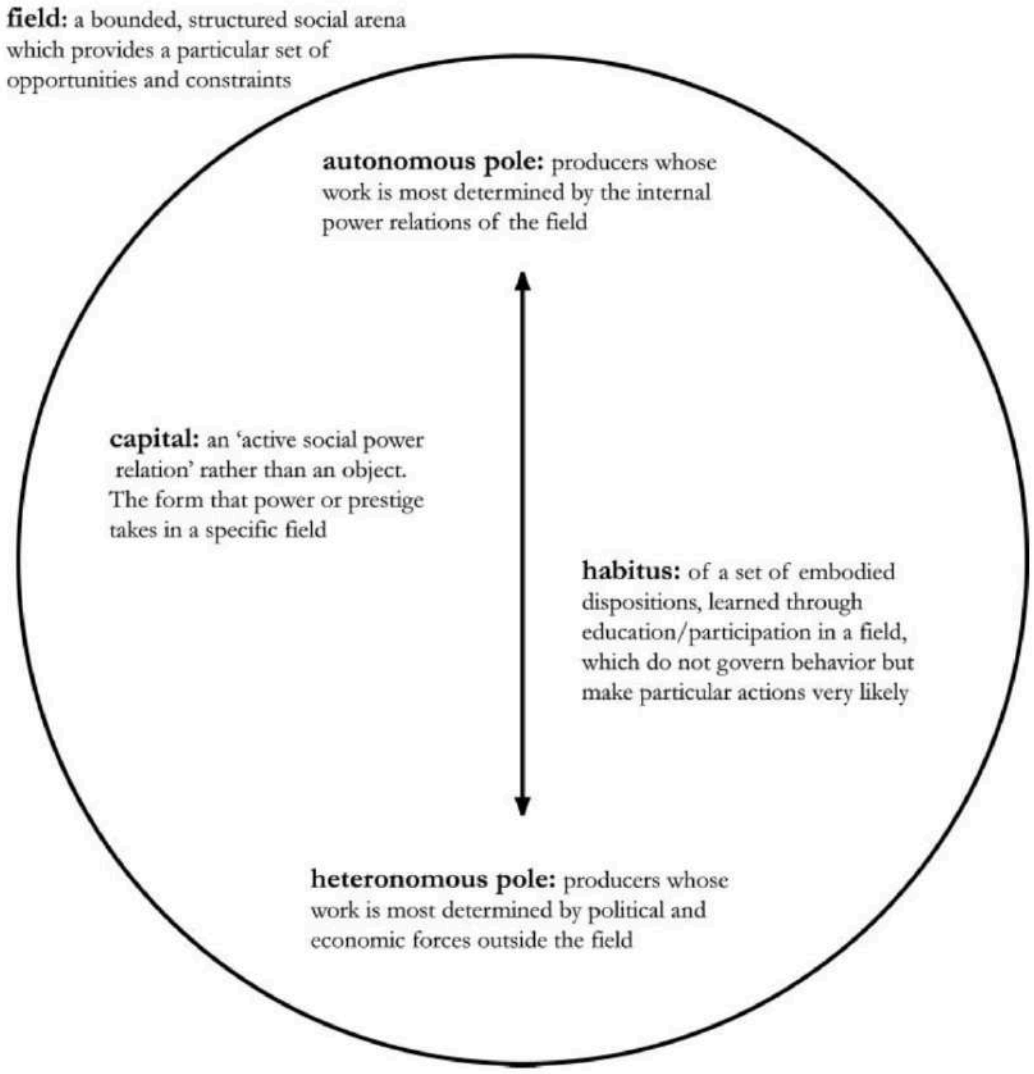
functions (Lave 2012). The first one can be understood as the subconscious and subjective aspects, involved in a *practical sense* of choices and practices. The second function is understood as the socially constructed dispositions aimed at practical functions acquired through practice, such as educational training or personal experiences. In other words, habitus can be understood as both subconscious and conscious practices. Thus, habitus constitute a "systems of generative schemes of perception, appreciation and action, produced by a specific form of educative action, which make possible the choice of objects, the solution of problems, and the evaluation of solutions" (Bourdieu 1975, p.30).

One of the characteristics that most differentiate fields is their relative *autonomy* (Bourdieu 2004). Bourdieu (1975) defines the degree of autonomy in a particular scientific field in relation to external social demands, determinations and arbitrariness of the dominant agents or institutions over a field. Thus, in an academic context, autonomy can be measured by the way in which an external agent or institution can impose its own norms and sanctions on one or more producers in a field (Bourdieu, 1993). In other hierarchical institutional contexts (e.g. governmental or other institutions) the presence of hierarchy will imply some interdependence between different levels of the organisation (Tabary 1991; Harley 1999), and in these contexts some obedience to internal laws is to be expected (Tabary 1991) (although some individual agency may always be expected as well). For these contexts of diversity and complexity of production, the degree of autonomy is relative and it "varies considerably from one period and one national tradition to another, and affects the whole structure of the field" (Bourdieu, 1993, p.40). In other words, autonomy is also relational, because an individual and a field are always subject to the historical conditions and social determinisms of the social being, proper to humanity (Bourdieu 1975; Bourdieu 2004; Friedman 2013).

In this way, *relatively autonomy* is understood as an external political-economic practice that shapes the production or circulation of scientific knowledge on one or more producers in a field (Lave 2012; Bourdieu, 1993). To address it under a neoliberal system of scientific practices (like in the U.S. and Chilean cases), Lave (2012, p.376) recognizes three main characteristics that shape and influence scientific production and circulation in neoliberal research regimes: (i) the increasing privatization in the field, (ii) "a shift toward applied research to meet market and agency demands", and (iii) "the creation of metrics to enable market-based environmental management". To look at Lave's neoliberal aspects is very

pertinent to the Chilean forest hydrology field because as many authors have demonstrated, the neoliberal economic policy has profoundly impacted contemporary Chile and its scientific production and technocracy (see e.g. Budds 2009; Moore et al. 2011; Tironi and Barandiarán 2014; Barandiaran 2018), and these neoliberal forces should be analysed as situated practices (Tironi and Barandiarán 2014).

Figure.4. Field concept diagram.



Source: Lave (2012, p.368).

2.4.2. The Advocacy Coalition Framework (ACF): tracking the circulation and application of scientific knowledge in policy-making

Paul Sabatier's 'advocacy coalition framework' (ACF) has been a framework used to study the circulation and application of scientific or expert knowledge in a policy-making, governance process or policy change (Sabatier 1998b). As such, it is well-known among policy scholars (Sabatier 1998b).

ACF has been widely applied to analyse how policy production is governed and changed (Sabatier 1988; Jenkins-Smith and Sabatier 1994; Sabatier 2007). This work is especially interested in understanding the role that scientific or technical information plays in the public policy-making process (Sabatier, 1998; Sabatier & Weible, 2007; Weible et al. 2009). ACF assumes that policy-making is complex and that participants must specialize if they want to be successful in changing the policy system, given that knowledge is recognised as an important power for policy-change. For that purpose, it seeks to analyse how and what kind of knowledge from scientists, among other experts, plays a role in the policy-making work (Sabatier and Weible 2007; Sabatier 2007). In this way, Sabatier's theoretical tools can be used to enrich the analysis of governance in the phases of the application and circulation of scientific knowledge in policy design.

ACF is composed of 3 mains analytical elements: (i) a policy subsystem (see figure 5), (ii) relative stable parameters; and (iii) external system events that influence these. The policy subsystem is understood as a field of competing relations among advocacy coalitions (Sotirov and Memmler 2012). Each of the coalitions can be composed of governmental and non-governmental actors who have common beliefs and share collective actions (Sabatier 1998a; Jenkins-Smith and Sabatier 1994). In the policy subsystem, different coalitions try to make their beliefs prevail through scientific and technical information. It is in this process of policy design that policy-decisions are debated and taken up by the coalitions to change the policy outputs (Sabatier and Weible 2007).

One strategy to study the actors in the policy subsystem is through their core beliefs (Weible and Nohrstedt 2012). Sabatier & Weible's (2007) analysis conceptualises three levels of core beliefs. First, *deep core beliefs* involve very general normative and ontological understandings,

such as human nature or fundamental values (Sabatier & Weible, 2007). Deep core beliefs are difficult to change because they are mostly developed in childhood. Second, *policy core beliefs* represent a coalition's basic normative commitments and perceptions in the policy domain or subsystem (Jenkins-Smith and Sabatier 1994). Third, *secondary beliefs* are more, empirically-based, (Weible et al. 2009) scientific or technical approaches. They have a narrow scope and may include rules, or applications in a specific context (Sabatier & Weible, 2007) (e.g. forest hydrology science). In this way, based on the characteristics of this case study, the research mainly focuses on the identification of policy core beliefs, because they help to identify forming coalitions and minor policy changes following changes in secondary beliefs (Sabatier & Weible, 2007; Weible et al. 2009; Pierce et al. 2020). In this way, they help to analyse what kind of scientific expertise was heard in the policy process.

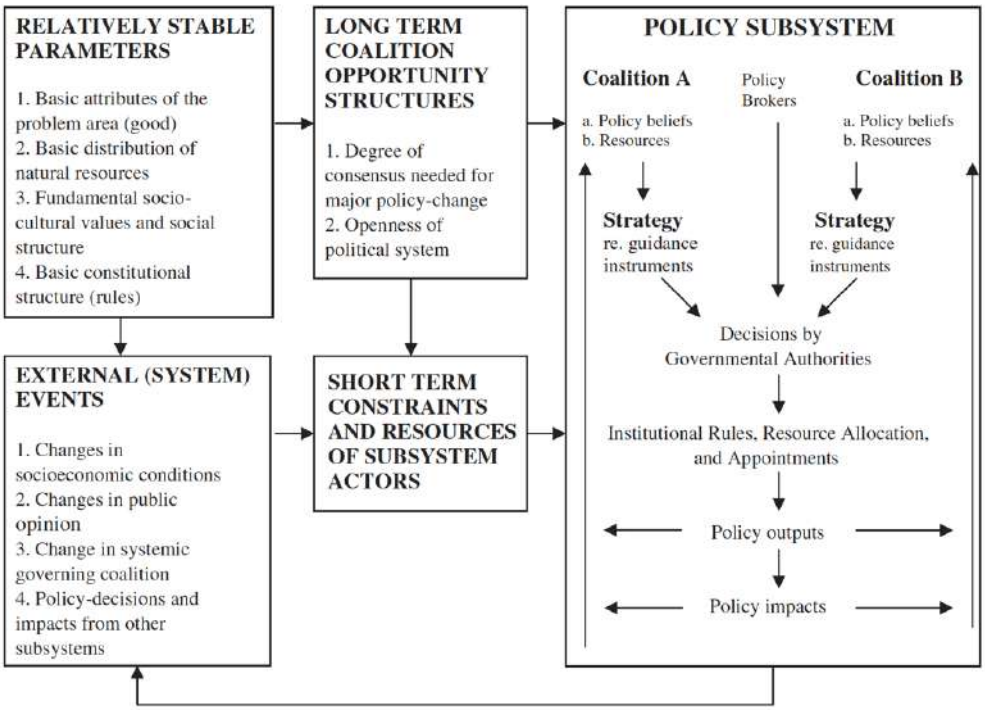
Regarding coalitions, ACF looks at policy participants trying (a) to circulate their beliefs within a policy making process, (b) to seek allies with people who hold similar beliefs, and (c) to engage in a certain degree of coordination (Sabatier & Weible, 2007). In this sense, advocacy coalitions are groups of actors that share core beliefs and coordinate their behaviours or strategies to change the policy-making process (Pierce et al. 2017; Ma et al. 2020). Coordination in an advocacy coalition means working together or jointly pursuing behaviours for achieving similar actions or objectives (Sabatier & Weible, 2007). The framework assumes that the incorporation of expert knowledge and subsequent learning into policy making is instrumental and that coalition members seek to understand the world in order to advance their objectives (Sabatier 1988).

Simultaneously, the advocacy coalition framework recognizes that the policy system (internal policy dimension) is affected by two sets of exogenous factors: *external system events* and *relatively stable parameters*. The relatively stable parameters rarely change during a decade, while the dynamic external factors can change faster and include changes in socioeconomic conditions, in the governing coalition, and/or in policy decisions from other subsystems. Furthermore, stable system parameters help to mediate the behaviour of coalitions (Sabatier and Weible 2007).

Finally, the ACF recognises four main pathways for policy change in the policy sub-system (Weible et al. 2009). The first path corresponds to external subsystem events (Pierce et al. 2020). These external events can change faster (Sabatier and Weible 2007) and may also

constitute 'shocks'. They include changes in public opinion, in the government of countries, in socio-economic conditions and in other sub-systems, or disasters (e.g. earthquakes, tsunamis, fires, etc.). A second path is policy-oriented learning. Policy-oriented learning is defined as alterations in behaviour or thinking through new information or experience, and have to do with the revision of policy objectives (Weible et al. 2009). However, the ACF recognizes that new scientific and technical information may facilitate learning at a level of secondary beliefs, but is unlikely to affect deep or policy core beliefs (Sabatier and Weible 2007). The third path is internal subsystem events (Sabatier and Weible 2007) such as policy failures, scandals, fiascos or crises in the present subsystem (Pierce et al. 2017; Weible et al. 2009; Pierce et al. 2020). The fourth path is negotiated agreements between two or more coalitions (Weible et al. 2009), "where 'professional forums' provide an institutional setting that allows coalitions to safely negotiate, agree, and implement agreements" (Weible et al. 2009, p.124). Learning and negotiation pathways to policy change may occur between two or more coalitions (Pierce et al. 2020).

Figure 5. The Advocacy Coalition Framework Diagram.



Source: Sabatier & Weible (2007, p.202).

Chapter 3

Methodology

This chapter presents the general research strategy. The chapter is structured as follows. Section 3.1 describes the general strategy and case study selection. Section 3.2 presents the general organisation of the three field visits carried out in Chile, South Africa and Australia. Section 3.3 summarises the different types of training I underwent to carry out the research. Section 3.4 gives an overview of the different methods of data collection. Section 3.5 explains the different methods of data analysis in order to answer the three main research questions in chapters 5, 6 and 7; and finally, Section 3.6 critically reflects on methodological issues of the research.

3.1. Introduction

In order to understand the contestations on the knowledge of forest hydrology, and to follow its production, circulation and application of knowledge in Chile, as a first step, a deep and wide learning about the knowledge of forest hydrology and its science was necessary. For this reason, the research has a mixed-methods approach (Creswell 2014), which is primarily qualitative oriented.

The research is carried out through extensive empirical inquiry and is based on sound theoretical considerations. For example, Chapter 5 develops an in-depth and comprehensive literature review of forest hydrology literature over the last 40 years. However, for the development of this review, the knowledge obtained through multiple interviews and exchanges with forest hydrologists during my academic visits in Chile, South Africa and Australia, was key to the understanding of terminologies, processes, or methodologies specific to the field, which subsequently facilitated the study. Chapter 6 and 7 intertwines an empirical analysis and a theoretical literature review focused on Chile. In this respect, scientific literature on the production and circulation of environmental knowledge, and its application in policy-making processes were sought to complement and help to understand

and analyse the information that emerged from the interviews or fieldwork with the various actors in Chile. In these ways, the combination of empirical elements with the theory was an interactive process that enabled the evolution of this investigation through the years.

The three case studies were chosen for reasons of relevance and synchronicity around the theme of forests and water. Regarding the case of Chile, although I have Swiss origins and nationality, I was born and raised in Chile, so the language and knowledge of its environmental and socio-political reality was familiar to me. As for South Africa, already on my arrival in Switzerland and during the process of designing my research, I met a South African colleague from the Stellenbosch University who worked with my supervisor, and who introduced us to the South African long-term forest hydrology studies. Later, in my first fieldwork in Chile, my interviews corroborated that the South African case was widely recognised and frequently mentioned or cited in the forest hydrology literature in Chile. Subsequently, through my literature review I verified that "*South Africa has carried out some of the most detailed and definitive studies of water use from forests and commercial eucalypt plantations of any country in the world*" (Calder 2002, p.37). Therefore, its choice for field research was very pertinent. As my literary review progressed, I became aware of the vast amount of literature that exists in the forest hydrology field. This made the planned review of chapter 5 very challenging to organise and required a strategy that would allow the research to be bounded and feasible to carry out over a four-year period. Also, I was inspired by the fact that my supervisor was studying Australian tree species around the world, and that during my fieldwork in Chile, I noticed that the country was undergoing a landscape transition from *Pinus* plantations to *Eucalyptus* plantations. We then, together with my supervisor, decided to limit the review to *Eucalyptus* species only, while *Pinus* – also planted in Chile – among others, would be studied tangentially. In this way, through the choice of *Eucalyptus* species, the Australian case – where *Eucalyptus* trees are native – proved to be relevant. Additionally, this country has developed a vast amount of research in forest hydrology. Moreover, during my fieldwork in Chile, I found that senior researchers from the biggest forestry company were advised by Australian consultants on the development of their forest hydrology programme and publications. Hence, the Australian case gained relevance for the Chilean field as well. This added to the fact that all three countries have globally relevant and active forest hydrology programmes. Moreover, all three countries are in the southern hemisphere, sharing a Gondwanan geological past and current geographic feature ranging from latitude, *Eucalyptus* species planted, and wide rainfall gradients present in those countries. In these

ways, the three countries of Chile, South Africa and Australia proved to be relevant to analysing their forest hydrology studies as a whole. This last is in line with the insights of renowned Australian forest hydrologists, Bren (2015), who in one of his books addressing the question "what's different about Australian forest hydrology?" explains:

> "*Probably the best answer is that there is nothing in Australian forest hydrology that is not found elsewhere, but that Australia commonly exhibits more extremes – longer droughts followed by large floods and greater inter-annual variability than many countries. The hydrology of other parts of the world – particularly settled agricultural districts in Western Europe and Eastern USA – looks ordered and predictable compared to Australian hydrology. And perhaps, because of this, Australian hydrology issues have been much more in the political spotlight (mainly due to drought, flood, and fire) than is the case in other countries. Having said that, relationships developed between rainfall and streamflows using Australian data appear to sit very well with worldwide relationships*" (Bren 2015, p.20)

Subsequently, many external events happened which modified my research. Among which the COVID-19 pandemic triggered globally in 2020, just as I was planning my return from Australia to Switzerland. I managed to get back to Switzerland before the border was closed, but my second planned field trip to Chile in 2020 had to be cancelled for good. With this, the questions of the last results chapter had to be adapted as well. As a result, together with my professors, we decided to refocus the research on other aspects. Given the large amount of information collected and considering the timeframe of the research, it was decided to focus the research in the sixth and seventh chapter only on the Chilean case. The following table shows an overview of the distribution between case studies, questions and databases. Further details are presented in the following sections.

Table 2. Overview of case study data types

Chapter	Case studies	Research aims	Databases
Chapter 5	Chile, South Africa and Australia	A.1, A.2., A.3., A.4.	Scientific peer-reviewed journals on *Eucalyptus* forest hydrology
Chapter 6	Chile	B.1, B.2, B.3, B.4.	Chilean interviews
Chapter 7	Chile	C.1., C.2, C.3, C.4.	Chilean interviews, and policy-documents of the Forest Plantation Protocol (FPP) (e.g. related policies, minutes of policy-meetings, etc.)

The following section provides general background details on the different data collection methods.

3.2. Fieldwork organization: Chile, South Africa and Australia

The research is based on fieldwork, carried out in Chile, South Africa and Australia. The fieldwork had three main stages during 2018, 2019 and 2020 and had a total duration of more than 8 months (figure 6). The fieldwork in Chile took place between the end of October 2018 and the end of January 2019. The research visit in South Africa took place between the end of August and the end of October 2019. I was based at Stellenbosch University and hosted by Professor David Richardson, director of the Centre of Excellence for Invasion Biology. The research-stay in Australia took place between early November 2019 and early February 2020. I was based at Melbourne University, School of Ecosystem and Forest Sciences and hosted by Professor Rod Keenan. The constant exchanges and constructive criticism from both academics contributed greatly to the revision and improvement of chapter 5 of this research. Both academics were contacted through my supervisor's contacts. The list of the various locations visited during my three fieldwork missions are shown in figure 6.

Figure 6. Case study locations: doctorate time-map

Source: author. Figure 6 shows a representational map of the different case studies, locations visited and general timelines of this research. The three big green locations show the countries and case studies of Chile, South Africa and Australia and the years of their visits. In the red-top location, the research base in Switzerland is shown. The light green locations show the locations of forestry hydrologists who were contacted online for logistical reasons, including in Canada, England, and Perth and Sydney in Australia. Locations in yellow-minor show other places visited as part of my doctoral training, such as Germany, Italy and Nepal.

Fieldwork in Chile had two main orientations. First, the objective was to deepen my knowledge of Chilean forest hydrology, its diverse themes, contents, methodologies, and gaps, and to elucidate the actors involved. Interviewees were consulted to help me to understand what at that time I thought to be a scientific controversy around the issue of forests and water. Second, I sought to understand the circulation of the field's knowledge, and its application in the construction of forest policy. In that regard, my research focused specifically on the case of Chile's Forest Plantation Protocol (FPP), elaborated in 2017. In order to do so, the fieldwork had two main strategies: identify, interview and interact with forest hydrology producers in Chile, as well as the institutional and political actors who participated in the elaboration of the Forest Plantation Protocol.

In the Chilean case, I was not based at any university or institution directly or indirectly linked to my research. To develop my work autonomously, I rented a shared office space at Nube Cowork in Valdivia, located at that time between Serrano and Cochrane streets. In this city, I had to conduct most of the interviews with forest hydrologists, and my first encounter with them was at my presentation at the Forest and Water Conference, hold in Valdivia.

South Africa's field campaign was oriented towards working with the leading forest hydrology experts. The South African forest hydrologists who were interviewed were trained in the long-term studies that I started to review during my South African and Australian fieldworks for the development of chapter 5. Similar to the Chilean case, the South African case also had the objective of deepening my knowledge in the field of forest hydrology. Although this fieldwork mainly focused on the understanding of production of forest hydrology knowledge, aspects of its circulation and application of knowledge in the South African forest hydrology policy making were also asked.

The work in Australian had a strategy similar to the South African case. The main objective of the visit was to deepen my understanding of the process of scientific production of Australian forest hydrology. Through this, I also sought to understand what phenomena in forest hydrology could generate different hydrological responses or a potential controversy around the issue of water use from natural *Eucalyptus* forests or their forestry tree plantations. But also, I asked questions related to the circulation and application of hydro-forestry knowledge in Australian policy regulations.

Once back in Switzerland, after each of my three periods of fieldworks, presentations with preliminary findings were given to colleagues and professors at the IGD institute during so-called 'Bouillon d'idées' meetings. The report of the preliminary findings from the field in Chile was presented in February 2019. The presentation of the fieldwork report in South Africa and Australia took place in March 2020. The comments obtained at these occasions helped to enrich the subsequent analyses.

3.3. Scientific training on forest hydrology field

In addition to my multiple fieldworks, field observations, formal interviews and informal talks with various experts in forest hydrology from around the world, and in particular with forest hydrologists from Chile, South Africa and Australia, I carried out an extensive literature review on *Eucalyptus* forest hydrology, which from a list of more than 1700 articles, led me to review more than 200 of them. In particular for the development of Chapter 5, this intense work was constantly revised and improved through exchanges with the Professors Rod Keenan, Dave Richardson and Christian Kull, as well as by comments from the editor and an anonymous reviewer of the *Forest Ecology and Management* journal. Over a period of more than 4 years, all these experiences as a whole, trained me directly and indirectly in a wide phenomenological, theoretical and methodological knowledge of the forest hydrology field.

3.3.1. The VIU Graduate Seminar

In addition to the training mentioned above, in July 2019, and prior to the development of my fieldworks in Australia and South Africa, I attended a seminar training on "hydrogeophysical inversion and data assimilation for the characterization and monitoring of coastal aquifers". The seminar was developed under the guidance of the Venice International University, University of Lausanne, and Università di Padova in Venice, Italy. In order to participate in the seminar, I had to pass a personal interview with the coordinator of the University of Lausanne, since my background was different from doctoral students from geophysics institutes. I had to explain the objective of my research and why I thought it relevant to my research to train myself in groundwater dynamics. The seminar lasted 5 days and included classes, readings, working groups, a field visit in a place artificially drained to avoid salinization in a farmland on the continental coast of Venice, and the design, presentation and discussion of a final poster. I must confess that the experience was very challenging. Indeed, I lacked programming knowledge in which the other Doctoral students from geology or physical geography were already familiar. However, the seminar lectures, readings and the multiple conversations with the professors, helped me to deepen my knowledge on aquifer basic dynamics, especially in coastal areas, where fresh waters interact with saline marine ones. Furthermore, in a very interesting conversation with a Swiss professor, I became aware of the literature on Australian groundwater, *Eucalyptus* and

salinization problems. In this way, the knowledge acquired in the seminar not only contributed to my general understanding on groundwater and methods of analysis, but also helped me to prepare myself for my fieldwork in Australia, where the largest number of studies on aquifers and forest plantations have been carried out.

3.4. Data collection methods

3.4.1. Interviews: Chile, South Africa and Australia

Semi-structured interviews were used in order to answer questions about production, circulation, application of forest hydrology knowledge and policy-making. Given that the main focus of knowledge was centred on scientific knowledge produced in different contexts and circulated and applied in the production of policies. The target audience tended to be diverse groups of expert actors from the scientific-university based, business world and high-level policy or governmental experts. In this context, the interview method was selected, because:

> *"Interviews are often used for studies in which participants are 'experts' from whom you hope to learn how certain practices, experiences, knowledge, or institutions work – or at least, how your participants talk about these things working."* (Secor 2010, p.199).

Interviews proved to be one of the most efficient methods to collect in-depth experiences of the experts, and at the same time, to connect with each of them with other methods such as focus groups, the meeting of experts is complex to implement (Secor 2010), and a survey or online questionnaire does not provide the richness of personal contact that is capable of conveying other types of information.

According to the characteristics of each question, the use of the interviews varied in each of the chapters developed. For instance, in chapter 5, interviews were not used, although some authors were contacted for clarification on some of the contents of their articles. For chapter 6, interviews were used as a source of substantial information for the analyses. In Chapter 7 the interviews were used to complement the analyses since enough material had already been collected and analysed from secondary policy-sources (e.g., the FPP, its minutes of political meetings, among others).

After the three field campaigns in the years 2018-2019 and 2020, no further interviews or contacts with actors in these countries were conducted. Exceptionally, in 2021 one forest hydrologist was contacted by email communication to ask/clarify specific aspects of a paper relevant to the case of Chile.

3.4.1.1. Selection of participants

The strategy for the selection of participants varied slightly from country to country. This is because knowledge of local culture, language, etc. varied from case to case. In the case of Chile, previous research experiences in the field gave me some names of institutions to start with. Similarly, the development of "the Water and Forests Conference" (WFC) held in Valdivia, in November 2018, was a key event that allowed me to dig into the programme and themes, and review online some names before my arrival in Chile. This conference was used as a starting point for establishing contacts for interviews, as well as for my own training in the field of forest hydrology. A selection of papers was made to attend all sessions where studies on forest hydrology in Chile will be presented. Subsequently, the snowball contact strategy (Sadler et al. 2010) was used to approach further interviewees in Chile.

Four main stakeholder groups were identified in Chile: academics, forestry companies, government institutions and some NGOs (see table 3). Each of these groups had different degrees of relevance for the scientific or policy production aspects that were analysed. For example, in terms of scientific production, actors from academia, industry and government were identified by their participation in the Chilean forest hydrology field, while when analysing the production of the Forest Plantation Protocol (policy), a reduced group of academics, businessmen, government agents and NGOs participated. This led to the specific use of interviews in chapters 6 and 7. Additionally, on a few occasions a 'double participation' of interviewees was found. For instance, in the case of the Forest Plantation Protocol (FPP), an academic was interviewed who at the time of policy development represented an NGO, and a high-level government official was interviewed who at the time of FPP development represented the forestry business sector. In these cases, the affiliations that the actors had when participating in the elaboration of the FPP were considered. In addition, not all FPP participants responded to the invitation letters and their interviews could not take place.

The interviews and observations were carried out in Valdivia, Concepcion, Chillan, Arauco, Talca, La Union and Santiago (see figure 6). Academics were interviewed at the Universidad Austral de Chile, Universidad de Chile, Universidad de Concepción, and Universidad de Talca. In the same way, representatives of different governmental institutions were also interviewed: the National Forest Corporation (CONAF) and the National Forestry Institute (INFOR), as well as the two most influential Chilean forestry companies: Celulosa Arauco y Constitución S.A. (Arauco) and MININCO S.A (CMPC).

The strategies for identifying participants in South Africa and Australia were the same. In South Africa and Australia two strategies were used for stakeholder identification. The first contacts were mainly identified through the contacts of Professors Richardson (in South Africa) and Keenan (in Australia). Subsequently, the snowballing technique was used (Sadler et al. 2010), as well, as my literature review progressed, recurrent names that where identified were also contacted.

This resulted, in the South African case, in visits to the Council for Scientific and Industrial Research (CSIR); the Institute for Commercial Forestry Research (ICFR); former forest hydrology researchers, as well as academics working at the Stellenbosch University and University of KwaZulu-Natal, which are the main universities developing forest hydrology studies in the country. Moreover, I visited many sites of various *Eucalyptus* and *Pinus* research sites and forestry plantations, which are mentioned in figure 6. In the Australian case, visits were made to the Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO); the Melbourne Water Corporation of the Victorian Government; multiple contacts with forestry researchers based at Melbourne University; University of Canberra; University of Sydney; University of Western Australia; University of South Australia; University of Tasmania, as well as Australian forest hydrologists and consultants who work for the Arauco forestry company (Bioforest) in Chile. Additionally, I visited many sites of various *Eucalyptus* natural forests and forestry plantations, which are mentioned in figure 6.

Table 3. List of actors interviewed in each country and remotely

Interviewees	Chile	South Africa	Australia	Total
In person	36	7	10	53
Online	0	3	5	8
Total by country	36	10	15	61

3.4.1.2. Interview design

The research adopted a semi-structured interview approach as the appropriate collection method. This was preferred because in semi-structured interviews, the researcher offers participants the possibility to explore issues that they consider relevant to the topics covered (Longhurst 2003).

In the Chilean case, the interview questionnaire started to be designed in September 2018. Interviewees were asked open-ended questions about the forest hydrology research in Chile. It focused on two main aspects. First, (1) questions linked to forest hydrology itself in its production and circulation of knowledge. For instance, questions related to environmental issues investigated, universities, disciplines, collaborations, projects, certainties, uncertainties, gaps in knowledge, consensus, divergences, methodologies, challenges in research, history, among others. Second, (2) focusing on the Forest Plantations Protocol (FPP). In this case, questions were related to the issues discussed in the FPP, consensuses, disputes, actors, governance, decision-making, and application/role of scientific forest hydrology knowledge on policy.

These ideas and questions related to the semi-structured interview questionnaire for the Chilean fieldwork were reviewed with my Kull team group of colleagues in a private presentation, as well as with university colleagues and professors at the IGD institute during the Bouillon d'idées. With the comments obtained from these two instances, questions were improved and an 'interview guideline' was elaborated and used to undertake the semi-

structured interviews in Chile (see table 4). Subsequently, with the experience gained in Chile, the 'interview guideline' was slightly adapted (e.g. language, from Spanish to English, or the non-existence of the FPP in these countries) for interviews in South Africa and Australia. The same interview guideline was applied for both countries (see table 4). Interviews were recorded with audio, video, and/or photographs, always with the consent of those involved.

Table 4. Interview guideline applied in Chile, South Africa and Australia.

Categories	Topics	Questions	Country
Production*	· forest hydrology studies · arguments - sources of information - methodologies - theoretical frameworks - funding - network	How many projects are there? Which? how? when? Which ones? How? Where does it come from? Other?	· Chile · South Africa · Australia
	· network	Who? why? when? Public sector/State? Private sector/business? Citizenship? How is the work dynamic with them? Other?	
Circulation	· arguments - topics - network	Do plantations/eucalyptus reduce water? Which ones? environmental context, scales, years of measurement, others? Consensus? Disagreement? Uncertainty? complexity? Gaps? Where is it going? How? When? Other?	· Chile · South Africa · Australia

	· history*	When did/does forestry hydrology appear/start in Chile? When did water reductions in plantations/eucalyptus start to be studied in Chile? Are there milestones? Changes? Other?	
Application	· forest plantation protocol (FPP) - governance - decision-making - development and conservation	What does governance mean? How was the selection of participants? Information asymmetries? Which ones? How? Who? How was the decision-making? Who? Issues of contestation, disagreement? between whom? How do you evaluate the Process? Other?	· Chile
	· water and plantation/eucalyptus policy in the country	Which ones? Did you participate? who? how? when? How were decisions made? Was science used? Were there differences/disagreements? Which ones? Were they resolved? Other?	· South Africa · Australia

3.4.2. Observations: Chile, South Africa and Australia

Observations were the second method used to collect data in this study. This allowed to study actors in their fieldwork environments and to understand 'situations/things' in a broader context of their daily lives (Baker 2006). Observations were carried out in Chile, South Africa and Australia and were crucial to understand the size of each research and its practical strengths and challenges. Observations were registered by written, visual, video and/or audio, and had the consent of those involved. During the field visits it was possible to observe the infrastructures and measurement tools, as well as to discuss in situ with the academics and research managers about their projects.

Field observations in Chile were carried out during visits to three hydrological monitoring sites with associated researchers: two sites of the Universidad Austral de Chile, and one site of the research division of the forestry company Arauco, called Bioforest. The sites of the forest hydrology programs visited were located in (1) the commune of La Union, and (2) in the Periurban Reserve of Llancahue, both located in the Region of Los Rios; and (3) the forest hydrology program of Bioforest, at the latitude of the town Arauco, in the Bio Bio region. The three projects were located on the east or west slopes of the coastal mountain range, with different percentages of land uses of native forests and forestry plantations of pine and eucalyptus. In addition, (4) I participated and took notes at the Second National and International Congress on Forests and Water, held at the Universidad Austral de Chile.

In South Africa, observations were made during (1) a fieldwork visit in the oldest forest hydrology catchments program of the country, started in 1935 in the Jonkershoek Nature Reserve, and located near to the city of Stellenbosch; and (2) a visit to an *Eucalyptus* forestry plantation in company of a forest hydrologist expert in *Eucalyptus* tree species. In addition, (3) contextual and broader knowledge was gained from more casual landscapes observations during diverse outings around the country (e.g. weekend hikes, a solo trip to the Kruger National Park, etc), and upon visiting universities, workplaces, local museums, and diverse neighbourhoods, etc.

In Australia observations were made (1) in national reserves of *Eucalyptus* natural forests and diverse landscapes on the south-west coast, south-east coast, and north-east of the city of Melbourne, in Victoria. These forests usually had the marks of older forest fires that I read about in my parallel bibliographic review of Australian forest hydrology. Moreover, a walking excursion between the Port Arthur and the Tasman National Park, in Tasmania was done. This park is characterised among other aspects, by formations of *Eucalyptus globulus* and *Eucalyptus nitens,* which are tree species widely used in forestry plantations in Chile. Here I carried out a self-exercise of identification of different species of *Eucalyptus* with the support of a field guide of *Eucalyptus* species. The exploratory visit in the Tasman National Park was abruptly interrupted due to the start of the forest fires in Tasmania – which had not started before my arrival on the island. I had to evacuate the park due to the risk of fires in the area, and that same day took a flight back to Melbourne. It was a very impressive experience. By the end of the fire session around February 2020, this had become the largest bushfire on

the Australian continent. Furthermore, observations were also made of (2) *Eucalyptus* plantations from roadsides edges, (3) university faculties, workplaces, and local museums, etc.

3.4.3. Other data types: Chile, South Africa and Australia

3.4.3.1. Scientific literature

For chapter 5, peer-reviewed scientific articles published on forest hydrology between 1980 and 2019 were collected from the ISI Web of Science. Databases were searched in both English and Spanish, and focused on reviews of Chile, South Africa and Australia locations. This resulted in over 1700 initial records (76 records for Chile, 129 for South Africa and 1506 for Australia) to be read and subsequently reviewed. Detailed information on this review is provided in section 3.5.1.

For Chapters 6 and 7, diverse topics in the literature were reviewed to complement knowledge on key emerging issues focusing on Chile. These are quoted in these chapters. For example, aspects of drought and climate change in Chile (chapter 6), forest fires of 2017, or neoliberalism in Chile (chapter 7). These themes emerged from the analysis of interviews or policy documents previously reviewed.

3.4.3.2. Email communication

In the course of this research, several authors – forest hydrologists, or other professionals – were contacted via institutional emails in search of supplementary information or clarifications. Actors from Chile, South Africa and Australia were contacted. This information has been authorised for research use by the actors involved. This information was used in a cross-cutting manner to support the development of chapters 5, 6 and/or 7, as pertinent.

3.4.3.3. Policy documents

Several bodies of policy documents were analysed. These mainly focused on Chile, and are used as context (chapter 4) and for detailed analysis in chapters 6 and 7. For instance, Chapter 4, section 4.2.5, provides an overview of the main policy management tools related

to forest hydrology in Chile. In the case of Chile, policy-regulations are divided into legislation on water, forests or forestry plantations. This policy review serves as a political-institutional and resource management context for a deeper understanding of the analyses in chapters 6 and 7. Chapter 7 of this research was based on the policy documents of the Forest Plantations Protocol (FPP), its related policy documents, and in particular of the Soil and Water Expert Commission (SWEC).

There are three main datasets that report on the work of the FPP and the SWEC. These constitute a total of more than 48 files reviewed. The first dataset is composed by the Forest Plantation Protocol (FPP) (CONAF 2017a), which is part of the new Chilean forest policy (2015-2035) (CONAF 2015). This first dataset was used to identify the main policy outputs of the FPP.

The second dataset corresponds to a total of 38 documents obtained through the public transparency system of the Chilean State. These documents consist of the minutes of 8 meetings and 18 documents of the "Soil and Water experts commission (SWEC)". The minutes of the 8 sessions provided information about the list of participants, their comments and conclusions. The 18 documents correspond to presentations and complementary documents, submitted by the participants during these 8 sessions held by the SWEC. Additionally, this dataset includes 5 minutes of the TCFPP meetings, and 6 minutes of the Forest Policy Council (FPC) meetings which provide information about the list of participants, their comments and agreements on the FPP. This second dataset was used for the analysis of exogenous factors (relative stable parameters and external system events), the policy subsystem (core beliefs) and for paths to policy change. Regarding the analysis of exogenous factors and particularly relative stable parameter, this was complemented by revising the Decree 82 on soil, water and wetlands regulation, since this was the legal basis (constitutional structure) of the SWEC's work and more particularly, the legal basis for the discussions on the widths of the soil and water protection buffer-zones. As for external system events, these were complemented by reviewing scientific literature, in order to better contextualise the external system event of the forest mega-fires mentioned in the FPP. As for the policy system, the analysis of secondary core beliefs focused on the SWEC scientific discussions on soils and water in plantation forestry, to better understand what science or approaches were listened to (circulated) in the policy making-process. In addition, as a simplification, policy core beliefs are identified as the predisposition demonstrated by actors

to increase more or less current regulation standards on soil and water protection, taking the case of protection buffer-zone widths and Decree 82. Finally, regarding the possible pathways for policy change, it focused on identifying changes in the FPP process that have been reflected in the SWEC outputs, and in particular the scientific discussion on widths of the water protection buffer-zones (application).

The third dataset consists of 9 interviews held with participants of the FPP. The interviews were carried out in Chile during three months of fieldwork in 2018 and 2019. Specifically, the cities of Santiago, Talca, Concepción and Valdivia were visited to interview the FPP's participants. Among those interviewed were groups of academics (forest hydrologists), political and technical representatives from forestry government institutions, NGOs and representatives from forestry companies. Two interviews concerned representatives of the forestry industry and a social organisation that participated in the elaboration of the FPP in 2017. When they were interviewed in 2018, their institutional affiliation had changed. One was holding a position representing one of the State forestry institutions, and the other had an academic university-base position; but within their interviews they were considered as an industry - and a social organisation representative since they were asked about their participation in the Protocol process, at which time they indeed represented these sectors. This third dataset was used to complement and deepen the four possible paths for policy change analysis revealed by the minutes analysis of the policy (FPP) production process.

3.4.3.4. Grey literature

In the course of this research, grey literature documents on forest hydrology such as reports, institutional publications, among other documents were occasionally provided or suggested by interviewees, or mentioned in the proceedings of the Forest Plantations Protocol. On these occasions, such documents were identified, reviewed and quoted. This information was used to support the analyses in chapters 6 and 7 as pertinent.

3.5. Data analysis and data management

The previous sections presented the general research strategy, case study selection and data collection methods. The following sections present the methodological procedures used to analyse the data.

To provide answers to questions A of chapter 5, a systematic review of the literature in forest hydrology was developed. To answer questions B, the 'field' concept was operationalised for chapter 6. To answer questions C, in chapter 7, the 'advocacy coalition framework' was employed as a theoretical tool. The detailed analytical and methodological procedures are presented in the following sections.

3.5.1. Forest hydrology review

Chapter 5 is based on a structured literature review, inspired by the protocol of Siddaway et al. (2019) and reported in accordance with Moher et al. (2009). The review sought to identify points of consensus and disagreement regarding the impacts of eucalypts on water quantity. The review did not seek to add new statistical knowledge to the extensive body already existing on the matter. Neither does it provide possible forestry management solutions in this regard. Its contribution focuses on understanding the state of the art on certain forest hydrology topics regarding the genus eucalypts and its diverse effects on water at the different stages of the hydrological cycle. To do so, each study was characterized in terms of bio-environmental factors, land uses, and forestry treatments, based on a review of the conclusions (statements) of the studies.

3.5.1.1. Search protocol and study selection

Peer-reviewed scientific articles published between 1980 and 2019 were collected from the ISI Web of Science. Database searches in both English and Spanish used the logical operators of "eucalypt*" OR "blue gum" AND "country" (South Africa, Chile and Australia separately) AND "water*" OR "runoff" OR "balance" OR "stream" OR "scarcity" OR "drought". This collection was enlarged by (1) searching on Google Scholar, (2) browsing online libraries of journals related to hydrology and forest management, and (3) reviewing the reference lists of Chilean articles to increase access to Spanish language publications. Authors were contacted when articles were not accessible online and a few studies were rejected because the full text was not accessible. This resulted in over 1700 records (76 records for Chile, 129 for South Africa and 1506 for Australia).

After removing duplicates, six filters were applied: first, research data had to come from Chilean, South African and Australian locations; second, the presence of eucalypts was mandatory but the studies could include other land uses (agriculture, grasslands, among others) or tree species (pines, acacias, native trees, etc.); third, the information collected focused on the impact of eucalypts on water, either as streamflow, evapotranspiration, soil water content or groundwater; fourth, studies reported on water quantity (not quality); fifth, books, book chapters, journal opinion pieces, conference proceedings, or research theses were excluded; and sixth, studies had to be either original works or reviews. A first reading of titles and abstracts selected, followed by second round of full textual analysis resulted in a final set of 24 studies in Chile, 34 in South Africa, and 148 in Australia with a final total of 206 articles.

3.5.1.2. Data extraction

After collection, the articles were analysed from the earliest to the most recently published, facilitating the understanding of the historical progression of knowledge. The software Atlas.ti was used to organize information from the articles, concerning the following categories: conclusions/statements regarding forest-water relations; tree species; native or non-native status; land cover types; age of tree stands or forests; changes to land cover (including proportion of the area changed); methodology; area of study (spatial scale); period of measurements (time scale); geographical contexts (climate, soil type and depth of aquifers); and mention of gaps in research.

The identification of conclusions/statements was the core of the coding process. Each statement or conclusion that mentioned an impact of eucalypts on water quantity was codified. In some cases, more than one conclusion on different themes was coded per study. However, in this chapter 'statements' refer interchangeably as 'studies'. Conclusions were also grouped by the portion of the hydrological cycle concerned: evapotranspiration, streamflow, soil and groundwater.

For each conclusion/statement, it was then sought to fill out the categories listed above. In some cases, authors were contacted to clarify missing information. The coding for geographical context focused on climate types, soil types, soil depth and distance to groundwater table. The names of soil groups and their descriptions were often lacking, which

made it challenging to group them. Depth to groundwater and aquifers were not mentioned in the Chilean or South African studies, but they often were in Australian studies. Some studies referred readers to more detailed geographical descriptions in other articles; these descriptions were not included. The methodologies and the scale of analysis were frequently mentioned. However, study periods, names and ages of tree species were not always given. Finally, some studies mentioned the existence of unresolved research gaps or suggestions for future research.

3.5.1.3. Analysis of the data

The coded data was exported to Excel, cleaned, categorized and analysed. Coding and cleaning consisted of several rounds with the objective of avoiding repetitions in the analysis. The identification of conclusions/statements was the core of the coding process.

They were first grouped by the part of the hydrological cycle concerned: evapotranspiration, streamflow, soil and groundwater. Then, these statements on eucalyptus were sub-grouped into 3 main categories of investigation: land use, forestry treatments and bio-environmental factors. Additionally, those statements that analysed a land use change were identified (Table 5). Each statement was then categorized regarding whether it investigated natural forests or plantations, and whether the eucalypts were non-native species or native species (where native refers to eucalypt species within Australia, irrespective of finer details of native distribution). The methodologies were organised according to the hydrological factor they studied, and the scales of analysis were lumped into categories (plot, small watershed, large watershed or other scales) to facilitate the general understanding of the statement's analysis. The precipitation data was categorised by precipitations and climate types reported in the studies. Soil data was categorised according to the different soil classifications reported in the studies. Finally, relatively few articles reported the existence of knowledge gaps. For this reason, after the coding of hydrological effects and gaps, a further check of hydrological factors identified any unexplored or insufficiently explored themes.

Table 5. Categories of investigation pertaining to the influence of *Eucalyptus* species on hydrology.

Category	Topics
Part of hydrological cycle studied	Evapotranspiration
	Soil
	Streamflow
	Groundwater
Land cover comparisons	Comparing eucalypts with agriculture
	Comparing eucalypts with grassland
	Comparing eucalypts with other kind of native forests (non-eucalypts)
	Comparing eucalypts with other kind of native shrub
	Comparing eucalypts with wetland vegetation
	Comparing eucalypts with other land covers or mixed land covers
	Comparing eucalypts with other tree species
Forestry treatments	Fire regimes
	Density of plantation
	Distance to body waters
	Irrigation
	Fertilization
	Harvesting
	Thinning
	Defoliation
	Forestry rotation
	Other categories*
Bio-environmental factors	Age of stands
	Seasonality
	Rainfall
	Groundwater
	Flood
	Drought
	Non-saline water
	Transpiration at night
	Insect attacks
	Other categories**
Land use changes	From agriculture to eucalypt (and pine)
	From grassland to eucalypt (and pine)
	From other kind of native forest to eucalypt (and pine)
	From other kind of native shrub to eucalypt (and pine)
	From eucalypt to non-eucalypt trees
	From native eucalypt forest and shrub to agriculture and grassland
	From old eucalypt forest to young eucalypt forest
	From eucalypt to pine
	From eucalypt to acacia
	From willow to eucalypt

(*) Such as restauration, area, coppice trees, etc., or (**) climate change, temperature, etc.

3.5.2. Production and circulation of scientific knowledge

For the analysis presented in Chapter 6, it is operationalized Bourdieu's (1975) field theory, following the example of Lave (2012), to evaluate the external political-economy and internal social relations of the forest hydrology field in Chile. In order to understand this field and how it has evolved and conditioned the production and circulation of knowledge over time, we rely on a variety of sources.

The chapter is based on the collection and analysis of (1) interviews, (2) participant observation and fieldwork visits, and the (3) participation at a conference. As detailed in section 3.4, more than 20 semi-structured interviews of forest hydrology knowledge producers (people or institutions) were consider for this analysis. This resulted in the specific selection of actors and institutions detailed in the section 4.2.1 (overview of actors presents in chapters 6 and 7).

The collected material was analysed using qualitative data analysis software (Atlas.ti) and following the structure of Lave's (2012) operationalisation of Bourdieu's field theory. Specifically, Lave analyses four main aspects (Table 5).

Table 5. Main aspects of field analysis

Concept	Elements sought for datasets analysis
The objective structure of the field	Agents or institutions that participate and collaborate in the field
Habitus	Knowledge specialities, such as choice of research objects, concepts and possible solutions mentioned by participants
Capital	Different claims of legitimacy, power and authority by participants
Autonomy	External political-economic forces of neoliberalism suggested by Lave (2012) that shape the field production or circulation practices

Source: author. Based on 'field' theory (Lave 2012). See theoretical section 2.4.1.

First, the *objective structure* focuses on those who compete for the forms of capital in the field (Lave 2012). Guided by the heteronomous and autonomous poles concept, we identify all those agents or institutions that participate and collaborate in the scientific production in the Chilean forest hydrology field.

Second, the structure of the *habitus* which embodies the practices of participants in the field (Lave 2012) was addressed. We focus on identifying the knowledge specialities which participants learned through a scientific-educational system, such as research objects, concepts used, and solutions considered.

Third, the forms of *capital* that govern the field were explored. In the context of this research, the focus was on scientific capital composed by the participants' different claims to legitimacy, power and authority (Lave 2012). These capitals can take diverse forms according to the dynamics and structures of a society at a given time. Therefore, their identification was an open process based on what the participants themselves mentioned about the legitimacy of forest hydrology studies.

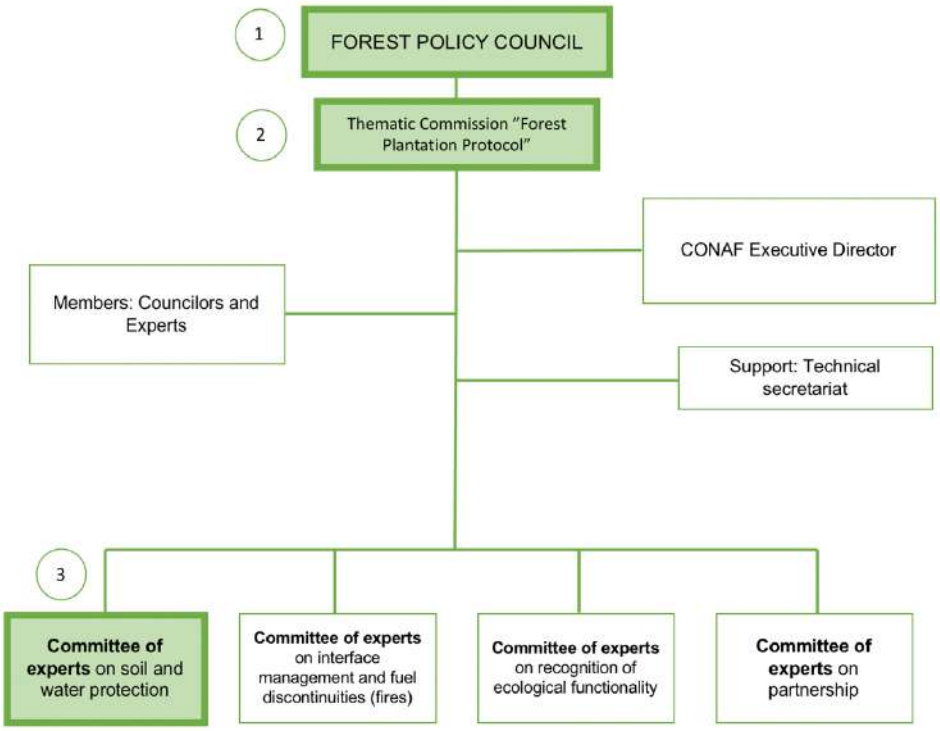
Finally, the relative degree of *autonomy* in the field was addressed, and specifically its focuses on the three external political-economic forces of neoliberalism suggested by Lave (2012). This are: (i) the increasing privatization in the field, (ii) a shift from basic to applied research oriented to market and agency demands, and (iii) market-based environmental management. This is done in order to identify if those forces have shaped (or not) scientific production and knowledge circulation practices in Chilean forest hydrology. Historical accounts of the evolution of the field mentioned by interviewees were complemented by a review of Chilean literature on the same historical issues (chapter 4).

3.5.3. Circulation and application of scientific knowledge

For the analysis presented in Chapter 7, the advocacy coalition framework (Sabatier 1988; Sabatier and Weible 2007) (see section 2.4.2) is operationalized to investigate the circulation and application of scientific knowledge in the policy production in Chile. To analyse the production of the. policy and governance process that addressed the forest hydrology science, the "Forest Plantation Protocol" (FPP) produced in 2017 was taken as a case study. This resulted in the specific selection of professors and institutions that participated in the soil and water discussions of the FPP. The list of actors is detailed in the section 4.2.1 (overview of actors presents in chapters 6 and 7).

The methodological sequence of this analysis mostly follows the chronological progression and working groups that addressed the issue of forest hydrology in the FPP policy-production. This FPP was mandated by the "Forest Policy Council" (FPC) and contained three levels of work in its policy production (CONAF 2017) (see figure 7). First, the FPC itself constituted the highest level of hierarchy; where councillor-representatives of the forestry sectors (forestry State institutions, forestry companies, university deans, and social organisations) were members and voted in plenary sessions on the approval or rejection of the FPP outcomes. Second, there was the "Thematic Commission on Forest Plantations Protocol" (TCFPP). This TCFPP was a temporary commission composed of elected FPC councillors. It constituted the political commission, specifically responsible for the elaboration of the FPP. The TCFPP did not have voting rights but reviewed the progress of the four expert sub-commissions of the FPP, among which was the "Soils and Water experts commission" (SWEC) analysed in this study. Third, this SWEC was the expert commission responsible for discussing the scientific and technical information related to soil and water issues of the FPP. In other words, it was this commission that provided the scientific-technical forest hydrology arguments that supported the policy production of the FPP on soil and water aspects. These experts were nominated by the TCFPP. The invited experts were also able to invite other experts to participate in the SWEC, as long as the meetings were held in front of a member of the Technical Secretariat of the FPC, who supported the coordination of the expert groups and FPP process. Writing the minutes of the meetings was the responsibility of the technical secretariat of the forest policy council.

Figure 7. Governance structure of the Forest Plantation Protocol (FPP) work.



Source: author's drawing and translation based on the FPP (CONAF 2017, p.7). The green boxes represent the various instances that played a role in the elaboration of the FPP and in particular in the SWEC and which were analysed in this research. Box (1) on the forest policy council (FPC), is composed of councillors who are appointed by government sectors (e.g. CONAF, INFOR, DGA, CORFO, etc), forestry companies (Arauco, CMPC, Masisa, CORMA, etc), social organisations (e.g. WWF, Terram Foundation, etc), universities (e.g. Universidad Austral de Chile, Universidad de Talca, Universidad de Concepcion), or other organisations such as FAO. Box (2) corresponds to the commission created under the FPC to specifically develop the FPP. Box (3) corresponds to the expert committee on soils and water that was convened by the members of committee (2). Box (3) constitutes the main group of actors analysed in this research. The four expert committee boxes in figure 7 (line number 3) correspond to the topics addressed by the FPP. This research only reviewed the expert committee on soils and water.

This research was based on the policy documents of the Forest Plantations Protocol (FPP) and its related policy documents. In the case of the FPP this is composed of 48 files reviewed. Composition and organisation of this dataset is presented in detail in section 3.4.3.3.

Following the bodies of analysis of the advocacy coalition framework (Sabatier 1988; Sabatier and Weible 2007) (see figure 5), I focus on two main aspects as methodological steps: (i) exogenous factors (external systems events, and relative stable parameters), and (ii) policy subsystem (see table 6). The content analysis of the different FPP datasets was mainly

qualitative (Creswell 2014). The coding process of the datasets was undertaken with the Atlas.ti software and consisted in the identification of emerging themes mentioned by the participants. This review resulted in the identification of 'topics identified and analysed in the FPP', and the operationalisation of datasets (table 6).

Table 6. Main aspects of ACF analysis

Concepts	Elements for analysis	Topics identified and analysed in the FPP	Datasets operationalisation
External system events	Changes in public opinion; socio-economic conditions; in governing coalition; and impacts from other sub-systems (Sabatier & Weible, 2007).	Mega-fires in Chile in 2017.	FPP participants' statements about the fires and their influence on the FPP's governance. E.g. change in the name and process of the commissions, working times defined following the fires, etc. (e.g. Jessop 2003). Registered in the datasets.
Relatively stable parameters	Basic constitutional structure (rules) (Sabatier & Weible, 2007).	Decree 82. Specifically, on widths and water protection buffer-zones.	FPP participants' statements about Decree 82, the protection buffer-zones and their influence in the FPP's governance. Registered in the datasets.
Policy subsystem	Common secondary core beliefs, and presence of coordinated actions (Pierce et al. 2017).	SWEC' scientific backgrounds and approaches, as well as coordinated actions or agreements between actors, specifically on widths and water protection buffer-zones.	FPP participants' backgrounds and statements about hydrological effects of forestry plantations and the role of protection buffer-zones on water resources. Supported by journal, reports, other documents, or their own statements registered in the datasets.
Policy change	Four possible paths for policy change: (a) external subsystem events; (b) policy-oriented learning; (c) internal subsystem events; (d) and/or negotiated agreements (Weible et al. 2009).	External system events, relatively stable parameters and policy subsystem in the Forest Plantation Protocol, especially about widths of water protection buffer-zones.	**(a)** Effects of fire on the FPP governance process and policy changes; **(b)** knowledge approach comparison between previous ACF literature on forestry policy-making (e.g. Arnold 2003) and the current FPP governance process; **(c)** mention of internal system changes that influenced policy-change; and **(d)** mention of agreements for policy-change. Registered in the datasets.

Source: author. Based on ACF (Sabatier 1988), and theoretical section 2.4.2.

Following the review of the three datasets, two topics emerged as the most relevant to the SWEC and FPP forest hydrology analysis. As for policy subsystem (ii) the case of the design of the transversal distance (widths) of *the soil and water protection buffer-zone*, discussed by the forest hydrology experts in the SWEC was identified. This was especially addressed because the buffer-zone issue was finally the most discussed outcome among the SWEC experts, and one of the most discussed issues in the whole policy-making process of the FPP (CONAF 2017n). Additionally, regarding exogenous factors (i) the case of the Chilean mega-fires in 2017 was identified, given the historical and national relevance of this event (see Pliscoff et al. 2020; de la Barrera et al. 2018) that influenced the entire production of FPP. Finally, due to the fact that the experts of the four committees were only focusing on the work of their thematic commissions, and the commissions did not officially interact with each other (CONAF 2017p), the other three commissions of experts on fire, ecological functionality and partnership (figure 7) were not analysed.

3.6. Reflections on the methodology

As with many investigations, the process was not without multiple challenges. The following sections present methodological reflections, and some of the challenges that had an impact on how the research was conducted and adapted.

3.6.1. Changes and adaptations

The research process was not linear and had different phases and adaptations. Of these, chapter 5 was the one that experienced the most adaptations and challenges. Initially, I proposed for the PhD to investigate whether, if any, methodological differences and the design of forest hydrology research could lead to different conclusions. Similarly, this research included a social analysis of the production, circulation and application of forest hydrology knowledge in Chile, South Africa and Australia. This is because my fieldwork in these countries were part of the joint design strategy of chapter 5 and strongly supported by the host professors.

This initial project for chapter 5 and its foundations were developed, shared with, and reviewed by Professors Christian Kull (University of Lausanne), David Richardson (Stellenbosch University), and Rodney Keenan (University of Melbourne), as well as discussed with other professors from the University of Lausanne, prior to my fieldworks in Australia and South Africa. During my stay in these countries and later on, the project was constantly discussed and modified. At the end of my last fieldwork in Australia, and following the suggestions of the professors – who though it too challenging to mix forest hydrology and science studies analyses simultaneously in a single paper – the project of chapter 5 changed its focus from a social-physical study in the field of forest hydrology, to a review of the state of the art of *Eucalyptus* in these three countries, and it was agreed with my supervisor that this study would be a qualitative analysis based on statements. This also resulted in the adaptation that chapters 6 and 7 would only focus on the Chilean case. Indeed, the extent of the literature I had collected and had to analyse in order to develop the ecological analysis of my thesis was extensive. So, in a joint strategy, we decided to limit the five chapter to forest hydrology only. In total, the process of identifying, reading, coding and analysing all the articles in chapter 5took 8 months. The process of writing, and especially revising and responding to the several comments of co-authors, took about 2 years.

In this process, successive adaptations and changes were suggested. Suggestions to change concepts, to re-categorise and re-organise the variables analysed, to reduce the literature included in the analysis, or to focus only on forestry plantations, were some of them. Many of these suggestions were incorporated and improved the work. However, some major structural and methodological changes to the project such as changing the focus of the analysis to forestry management and hydrological solutions, were not feasible to incorporate due to the already advanced stage of the research project at that time. Another big challenge to chapter 5 was the proposal to present quantitative data. Yet, upon much consideration and many exchanges it was decided not to further advance into that direction. Given that the original project was not designed for this, this turned out not to be feasible at that stage.

Another great challenge that modified the research was the COVID-19 pandemic. Due to the lockdown and the closing of the borders, my second fieldwork in Chile had to be cancelled. Chapter 7 would focus on 3 rural localities with the presence of forestry plantations and water problems, to interview rural inhabitants and NGOs. As a consequence

of this, the third result chapter had to be adapted and focused only on the Forest Plantations Protocol.

In the final stage of the research a last adaptation was made following requests/suggestions from the jury. Among them, it was suggested to take position on controversy (what is this? clarify it further), and to be more explicit about the multiple interests among actors at stake, and actualize what this work means today in Chile, among others. These useful suggestions were deepened based on the available information already analysed (and written) about forest hydrology discussions. Furthermore, interviews and background documents were revisited to find additional information that could help to further understand, complement, and deepen on these suggestions. As a theoretical reference to do this, additional pertinent Chilean and international literature on controversies over scientific knowledge, STS and political ecology was reviewed and helped to develop these requests. Together this work took almost 4 months.

3.6.2. Investigating sensitive issues in fieldwork

As the investigation developed, I began to observe – in subtle and concrete ways – the existence of multiple sensitivities among the experts on the topic I was researching. I met with multiple reactions. The academics were the most open group of actors, who in a more direct or reserved way – according to the personalities of each one – answered my queries. The vast majority of them accepted the interviews to be audio recorded and filmed. As exceptions in this regard, there were three academics, two in Australia and one in Chile, who during or after the interviews, asked for their names to be anonymized.

Apart from these academics, people and researchers working with forestry companies and the government, manifested greater sensitivities when interviewed. The most exceptional cases were with mid-ranking researchers in the Chilean government. For one key actor of them, it took me 2 months before I could interview him, and when he agreed to do it, he made me understand that without being recorded he could communicate more things. For this reason, we met a second time, and the interview was not recorded. Another key government professional never responded to my interview emails. A third one, a key officer-researcher, was the only actor during all my fieldwork, who requested that I sent him the questionnaire before accepting an interview. The day of our interview, after asking the questions and requesting the institutional forest hydrology information, he suddenly started

yelling at me, disqualifying my work. Surprisingly for me too, I managed to get the person to calm down, but the meeting ended quickly. I was confused and found it hard to understand what had happened, or why. Next day, the person contacted me via email. He apologised, and offered me a second interview, to which I agreed only because he was a key actor. However, notwithstanding this person being a key researcher from the government and deeply involved in the history of forest hydrology in Chile, most information on the forest hydrology projects to which I requested access, was provided to me by other academics, who formally and informally, shared information with me. There were multiple other experiences, in which in a concrete and subtle way, I observed how sensitive, uneasy and socially complicated it was to address this topic for most participants – academics, government, business, or NGOs – I met in this research.

3.6.3. Other Challenges in doing research

Upon further research, I found that the world of forest hydrology is a man's field. There were only 2 women in Chile, and 2 in Australia, working in this field. Additionally, being from a geography background and not a forestry background, I found it challenging to develop research in forest hydrology. My knowledge, skills and ethics in the research process were constantly challenged. The more observations I got, the more effort I put into doing the work with the standards of excellence I aspired to. The process was exhausting, but I learned enormously.

Chapter 4

Case study
Forest hydrology research and policy-making

This chapter presents an overview of the case study. There are two main sections in this chapter. First, section 4.1 provides an overview of the first forest hydrology studies around the world and reviews their application (or not) in policy-making processes. This is followed by a review of the cases of South Africa, Australia and Chile. This provides elements that illustrate the relevance of the choice to investigate these three southern countries with active programs in forest hydrology research. Subsequently, section 4.2 focuses on presenting multiple contexts of the main case study: Chile. This section introduces the main actors looked at in Chapters 6 and 7, and reviews the history, geography, environment, economy, and policy related to forestry plantations, forests and water issues in the country.

4.1. Forest hydrology studies

4.1.1. First worldwide forest hydrology studies

According to McCulloch and Robinson (1993), in their review about 'History of forest hydrology' report, the first study on catchment experiments of forest hydrology in the world, was undertaken in Switzerland in 1903. At that epoch, there was concern about flooding risk for the villages. Specifically, the catchments of Rappengraben (31% forest and 69% pasture) and Sperbelgraben (99% forested) in the Emmental, were started to monitor the hydrological response to land uses and rainfall (McCulloch and Robinson 1993). This showed the following results:

> "*From the Sperbelgraben catchment, flood flows and annual water yields were lower, baseflows were higher (Burger, 1943) and erosion, measured as bedload, was half that from the Rappengraben*

pasture catchment; furthermore fewer landslides occurred" (in McCulloch and Robinson 1993, p.193).

The Rappengraben and Sperbelgraben research project in the Bernese Emmental region followed out of the growing concerns about erosion, flooding and adverse climatic effects following the massive deforestation of Europe's natural forests in the mid-1800s (McCulloch and Robinson 1993). But erosion and flooding events appeared even earlier in Europe, and prompted the creation of the first decrees regulating deforestation in the Alpine countries of France, Italy and Austria in the sixteenth century (Kittredge 1948). In Switzerland, for instance, the Federal Constitution of 1874 (para. 24) financed the afforestation and the damming of torrents for flood prevention (McCulloch and Robinson 1993). This also promoted the creation of the first research sites in 1888, to study the yield of Swiss forests (WSL 2020).

While the Swiss-Emmental study was the first, by far the majority of watershed studies have been conducted in the USA (McCulloch and Robinson 1993), where a first paired watershed study was developed at Wagon Wheel Gap, Colorado (Amatya et al. 2011) in 1909 (Neary et al. 2011). Later in Europe, in 1948, the study of two forest hydrology catchments in the Upper Harz mountains, Germany (McCulloch and Robinson 1993) was also started. In these German studies, "*forest regrowth on the Lange Bramke [catchment] has reduced streamflow, whereas clearfelling on the Wintertal [catchment] has led to an increase in annual flows*" (McCulloch and Robinson 1993, p.205).

A greater maturity of studies, results and reviews in forest hydrology would be reached in publications in the 1980s. The publication of the first forest hydrology review by Bosch and Hewlett (1982) is a world-renowned and much-cited example, which reports on evidence from the accumulated forest hydrology knowledge on different vegetation covers – among them, *Eucalyptus* and *Pinus* plantations – and their relationships with rainfall, evapotranspiration and runoff, in 94 catchments around the world, and in some cases, with more than 50 years of observation.

The Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, also published a report in the late 1980s, specifically dedicated to *Eucalyptus* tree species and its plantations. This report stated to address, among other things, the widespread concerns about *Eucalyptus*

tree species as major water consumers. The report "*Efectos ecológicos de los eucaliptus*" (*Ecological effects of eucalyptus trees*), was commissioned by FAO-Rome in 1987, to professors and consultants from Spain, France and Brazil. This report aimed to understand the ecological effects – hydrological effects among them – of *Eucalyptus*, by carrying out a literature review from the library of the Commonwealth Forestry Institute, U.K. (FAO 1987); the research institute that carries out forestry research in the British Empire territories, including Australia, South Africa, Canada or India. Regarding the hydrological effects of *Eucalyptus*, this report concludes:

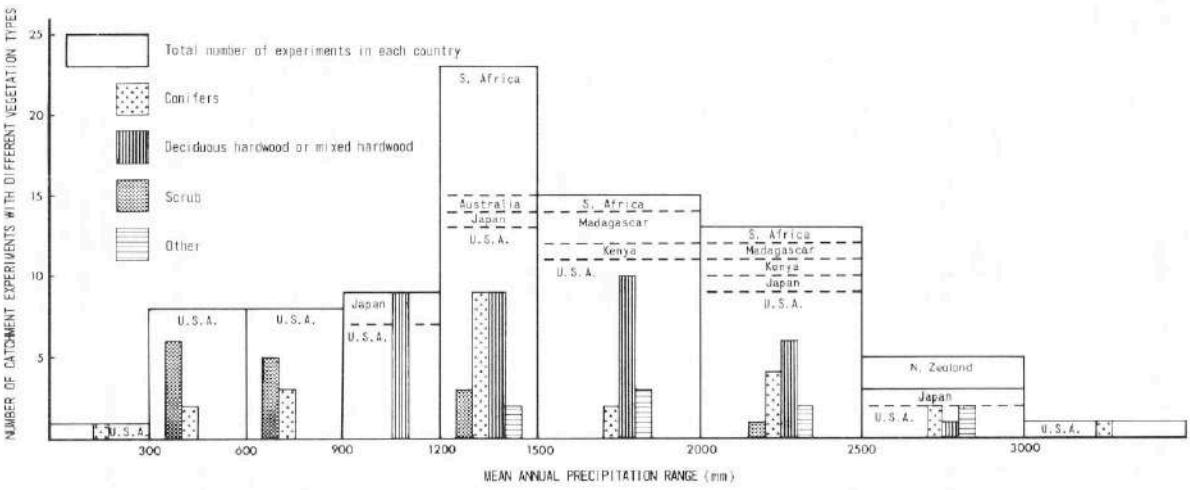
> "*The planting of extensive eucalyptus forests in any deforested watershed will substantially reduce water production in that watershed, and logging of these forests will increase it. The water reduction effect of eucalyptus is probably less than that of pines and greater than that of other hardwood species, but all tree species reduce water production more than stubble and grasses. Consequently, when the water yield of the watershed, or of the water table in adjacent lowlands, is important, the situation should be carefully considered before major reforestation or deforestation programs are undertaken*" (FAO 1987, p.25-26).

Knowing already some general aspects about the effects of eucalyptus on water in 1987, currently, FAO-Rome is working globally on how to improve understanding of forests and waters, how to better manage forests, and where to plant them, so that they do not have adverse effects on water (FAO-Rome, forest and water office, 8 October, 2018). To this end, FAO is promoting the use of remote sense technology (FAO-Rome, forest and water office, 8 October, 2018), as a more recent methodology in forest hydrology studies (Bren 2015).

As member countries of the Commonwealth, the studies from South Africa and Australia, among others were the basis for the FAO-Rome report at that time. The case studies of South Africa and Australia are relevant to look at in this research, since they have been among the few countries starting forest hydrology studies on *Eucalyptus* trees, as well as, among the few who developed different policy measures in this respect (White et al. 2016). In this sense, they are among the first countries to develop knowledge on forest hydrology dynamics and systematise them in diagrams. Examples of this are the Nänni' curves in South Africa (Nänni 1970; L. Bren 2015), and the Kuczera' curves (Kuczera 1987) and Zhang' curves (Zhang et al., 2001) in Australia, widely known in forest hydrology studies. Also, the South African and North American contribution of Bosch and Hewlett (1982), "*A review of*

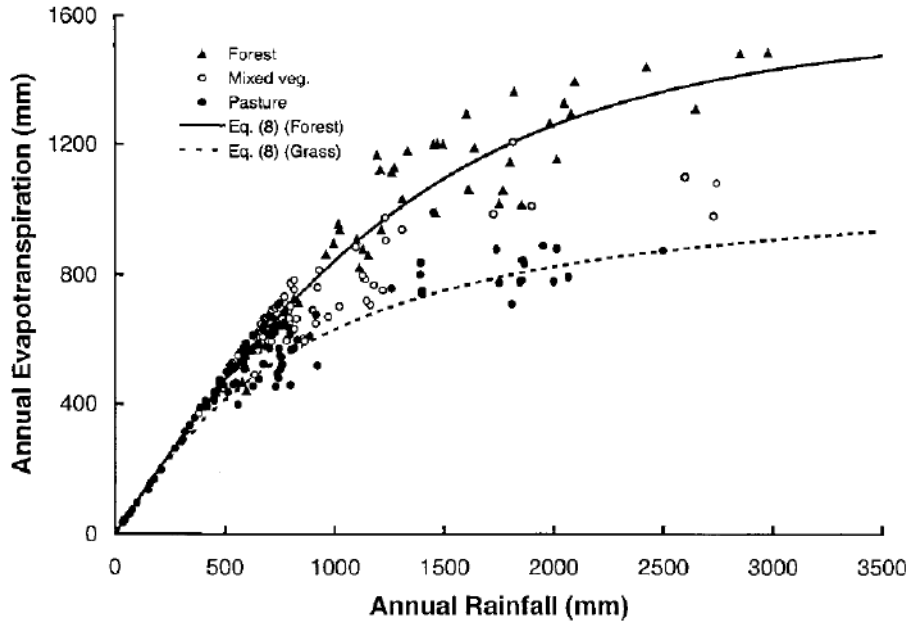
catchment experiments to determine the effects of vegetation changes on water yield and evapotranspiration" was the first one in reviewing and summarizing 94 studies from watersheds around the world on the hydrological effects of *Eucalyptus* and *Pinus* on water resources. The Australian study of Zhang, Dawes, and Walker (2001), "*Response to mean annual evapotranspiration to vegetation changes at catchment scale*", extended the Bosch and Hewlett (1982) review to 250 experimental watersheds around the world, and revealed concluding patterns between water availability and monocultures, mixed forests and pastures water uses (see figure 8). The Zhang, Dawes, and Walker (2001) study, is the most extensive review on forest hydrology studies to date (see figure 9). Thus, the contributions of South Africa and Australia to global forest hydrology studies have been enormous and make them worth/crucial to review. Therefore, the historical backgrounds of South African and Australian forest hydrology contributions are reviewed in more detail in the following sections.

Figure 8. The number of catchment experiments carried out in different countries, various rainfall ranges, within various broad categories of vegetation types.



Source: Bosch and Hewlett (1982). The graph shows the total number of studies and their distribution by country and rainfall analysed in the review. In this study, Eucalyptus species are included in the category 'hardwood or mixed hardwood'.

Figure 9. Relationship between annual evapotranspiration and rainfall for different vegetation types.



Source: Zhang, Dawes, and Walker (2001). The graph shows the relationship between different types of vegetation and their different types of evapotranspiration according to the amount of precipitation. This study revealed that different vegetation types evapotranspirate/use more water if more water is available/precipitates. In this study, *Eucalyptus* and *Pinus* tree species are included in the 'forest' category.

4.1.2. Forest hydrology field and policy in South Africa

"*South Africa has carried out some of the most detailed and definitive studies of water use from forests and commercial eucalypt plantations of any country in the world*" (Calder 2002, p.37). Initiated in 1935, and still under monitoring (see figure 10), the Jonkershoek valley-catchment studies near Stellenbosch were the first forest hydrology studies in succeeding in the country. The Jonkershoek valley-catchment was followed by the development of a multi-project of 8 hydrographic catchments in the country (Gush et al. 2002). The design of this long-term study on the effects of afforestation was based on experimental studies of paired basins in the Emmental in Switzerland and in Wagon Wheel Gap in Colorado U.S.A. (Chapman 2007). These South African long-term study and programs overcame many difficulties, for which constant funding was key to overcoming them (Bennett and Kruger 2015; Van Wilgen and Wannenburgh 2016). The knowledge in forest hydrology produced through the South

African pioneering long-term monitoring project contributed to the formation of new forest hydrology catchment studies in Kenya, Uganda, Tanzania (McCulloch and Robinson 1993), Chile (Iroumé et al., 2005), Australia (Zhang et al., 2001), and worldwide (Calder 2002). Such knowledge was also used in the 1990s to produce one of the few – if not the only – water acts in the world that recognizes land uses such as forestry and sugar cane as higher water users and therefore subjected to a license fee in compensation (Calder 2002).

Figure 10. Monitored catchment in the Jonkershoek valley, South Africa (2019).

Source: author.

To contextualise the origins of these pioneering forest hydrology studies in South Africa and its subsequent policy application, it is useful to understand the economic, environmental and scientific contexts of South African history. As Bennett and Kruger (2015) report in their book "*Forestry and Water Conservation in South Africa*", the original forest hydrology studies are due to the early introduction of *Eualyptus* and *Pinus* tree plantations in the country (Bennett and Kruger 2015) and the concerns that were raised about their high water use (Calder

2002). *Eucalyptus globulus* were probably first introduced in 1828, through trade between the Australian and South African colonies. These exchanges increased between 1850 and 1890 with the development of multiple botanical gardens. And, by 1860, near Bloemfontein, an extensive plantation of various *Eucalyptus* species was developed (Bennett 2011; Bennett and Kruger 2015).

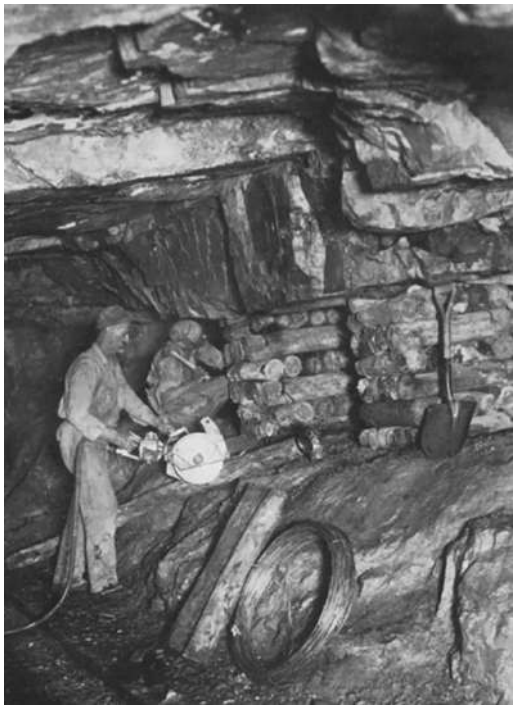
As in many other countries around the world, the promotion and expansion of fast-growing tree plantations began as a response to the growing demand of timber for mining purposes, such as the construction of support pillars in mining operations. It was through the mining revolution in the early 1870s, following the opening of diamond mines such as those in the Kimberley region, that the growing demand for timber in South Africa was triggered (Bennett and Kruger 2015). As the native forests and savannah trees started to be depleted, starting from 1894 the promotion of fast growing plantations for mining purposes became widespread in South Africa as a private initiative and as a solution to the high cost of importing timber (see figures 12 and 13) (Bennett and Kruger 2015). It was in this economic and environmental context, and after the intensive expansion of *Pinus* and *Eucalyptus* plantations in in the late 1890s, that the long-term forest hydrology studies in South Africa begun in 1930.

Folio001737

Figure 12. *Eucalyptus globulus* plantation in George, South Africa, 1910.

Source: the Department of Agriculture, Fisheries and Forestry of South Africa, as reproduced in Bennett and Kruger (2015).

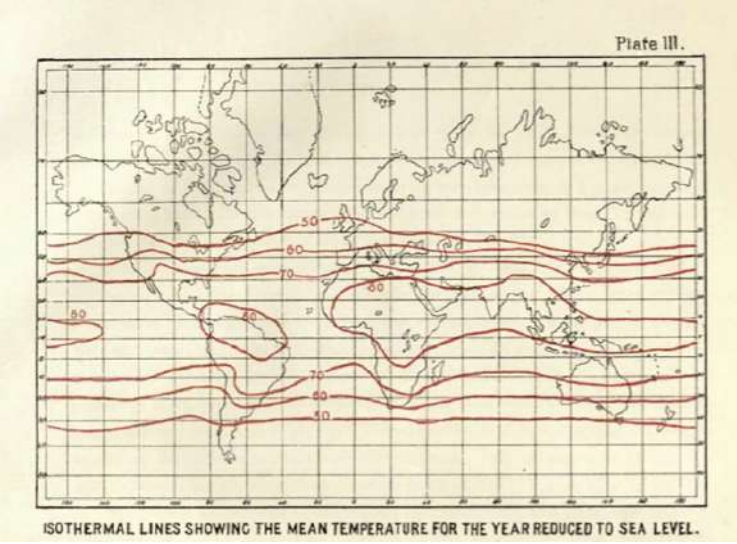
Figure 13. Timer supports in a mine on the Reef. South Africa, 1920s.



Source: the Department of Agriculture, Fisheries and Forestry of South Africa, as reproduced in Bennett and Kruger (2015).

The origin of forest hydrology studies in South Africa, in turn, was made possible by the prior existence of an educational base in the country that allowed the development of scientific forestry knowledge, and with it, the subsequent development of knowledge on forest hydrology. Forestry experimentation between British colonies was also based on meticulous climate analysis between continental regions (Bennett 2011; Bennett and Kruger 2015). In South Africa, analyses for importing *Eucalyptus* from Australia (Bennett 2011) were inspired by the mapping procedures developed by Humboldt (figure 11) (Bennett and Kruger 2015).

Figure 11. Climate map of the world with temperature isolines based on topographical analysis



Source: H.G. Fourcade report on the Natal Forests, as reproduced in Bennett and Kruger (2015). Prepared for the government of Natal, South Africa in1889. On this map, the south-central regions of Chile, South Africa and Australia share thermal characteristics.

Putting the South Africa's production of forestry science knowledge in context, in the 1900s, South Africa was a colony. England was one of the last European countries to develop a forestry school, which opened at Oxford University in 1905 (Commonwealth Forestry Association 1971). In 1906 the first forestry school in South Africa was opened in Cape Town (Bennett and Kruger (2015). But given the inter-colonial realities of funding and power circulation, it was closed in the early 1910s. This coincides with the founding of the Union

of South Africa[1], and the Union-Wide Forestry Department in Pretoria in 1910, which between 1911 and 1932, promoted the circulation of upper-level officers from this agency for forestry training at British Universities, such as Oxford, Yale and Edinburgh (Bennett and Kruger 2015). The Union Irrigation Department started in 1910 the first forest hydrology studies at a State plantation in Jessievale. But, due to failures in gauging techniques, by 1924 the loss of data made it clear that the records were unreliable (Bennett and Kruger 2015). Moreover, in 1918[2] the University of Cape Town was founded as the first university in South Africa (UCT 2022), followed by the University of Stellenbosch also in 1918 (SUN 2022).

Whit the above mentioned educational and learning gauging backgrounds, the Department of Forestry and Agriculture in South Africa in 1935 created a major forest hydrology research programme in the Jonkershoek valley near Stellenbosch, to study the hydrological effects of exotic plantations. Specifically, it was in 1935, at the Fourth British Empire Forestry Conference[3] that discussions on the hydrological effects of fast-growing plantations of *Eucalyptus*, *Pinus*, and *Acacias* plantations in South Africa led to the creation of the long-term study in the Jonkershoek Valley, near Stellenbosch (Bennett and Kruger 2013). This research tried to offer a solution and consensus building to the existing disputes already present in 1910 on whether or not these introduced tree species consumed more water than native forests, shrublands or grasslands, their land management effects on hydrology, such as floods or dry water season supplies (Bennett and Kruger 2015). This research lasted from 1935 to

[1] "In May 1910, South Africa celebrated the unification of two former Boer republics and two former British colonies, and the creation of a South African nation state. (…) of English-speaking and Dutch-speaking South Africans. […] the Union of South Africa [was] a self-governing dominion within the British Empire (Merrington 1997, p.1).

[2] Later than their Australian peers, who opened the first two universities in Australia in the 1850's (USyd 2022; UMelb 2021), and later than the Chilean ones, who opened the 'Universidad de Chile' in 1842 as the continuation of the Spanish colonial 'Universidad Real de San Felipe' founded in 1738 in (UCH 2022b), or other Spanish colonial universities in the country, such as the 'Pontificia Universidad de Santo Tomas de Aquino' founded in 1619 (until 1747), or the 'Universidad de San Miguel' de la Compañia de Jesús' in 1624 (until 1738), both present in Santiago de Chile (UDJ 2022).

[3] The first British Empire Forestry Conference was held in 1920 in London, England. The delegates included representatives from the United Kingdom, Canada, Australia, South Africa, New Zealand, India, Newfoundland, the Sudan, and most of the Crown Colonies (The British Empire Forestry Conference 1920; FAO 2022). Then, it was held in 1923 in Canada, 1928 in Australia, 1935 South Africa (Bennett and Kruger 2015). The fifth British Empire Forestry Conference was held in 1947 in London, where representatives from FAO also attended (FAO 2022).

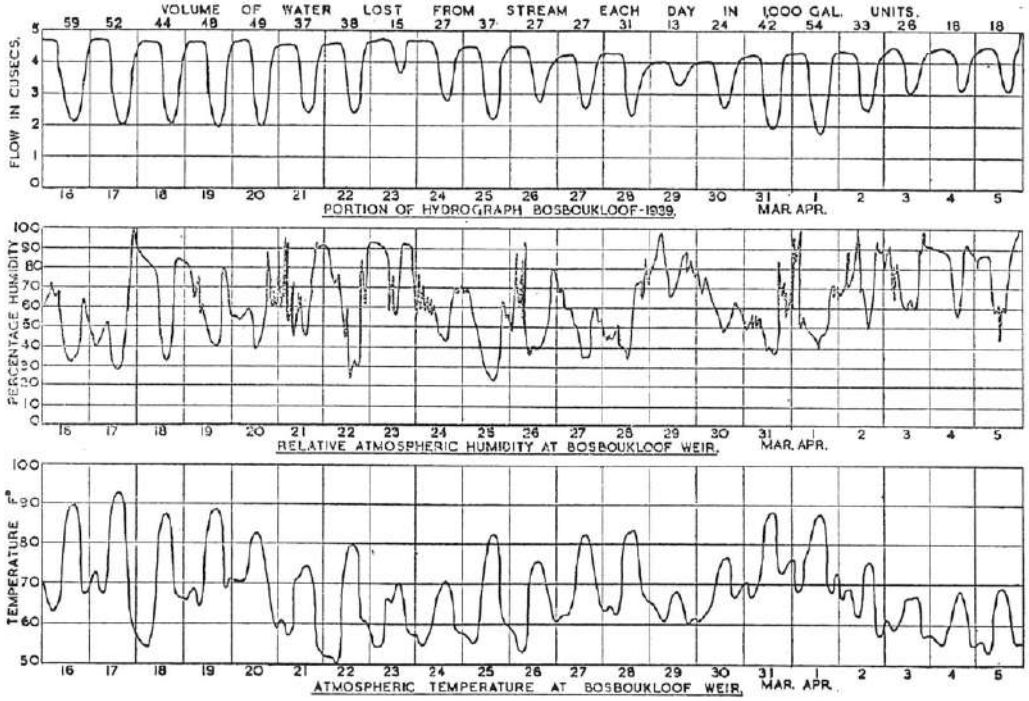
the mid-1990s (Bennett and Kruger 2013) and concerned 8 watersheds, 6 of which are still under monitoring (Chapman 2007), and it continues to this day.

From this solid study it was concluded that the introduced *Pinus* and *Eucalyptus* species reduce runoff compared to native fynbos and grasslands (Bennett and Kruger 2013). Gush's (2001) study would further extend this to other native South African forests, concluding that they do indeed transpire less and grow more slowly than introduced tree plantations of *Pinus* and *Eucalyptus* trees (Bennett and Kruger 2013). Furthermore, from this long-term study, diurnal-nocturnal flow fluctuations derived from vegetation transpiration were also observed and confirmed by groundwater level fluctuations measured in wells (figure 13) (Wicht 1945). Other major contributions derived from these monitored catchments (see Le Maitre and Versfeld 1997; Scott and Lesch 1997; Scott and Prinsloo 2008), are the Nänni' curves (Nänni 1970; Bren 2015), and many other relevant contributions (see Dye 1996). As general results, Chapman (2007) – researcher at the Council for Scientific and Industrial Research (CSIR)[4] – in his review of the history of the Jonkershoek Research Catchments, synthesizes:

> "*The onset of streamflow reductions was evident at ~5 years, and is strongly associated with plantation age, up to a peak reduction occurring at ~15 years, followed by a gentle decline in water use. A rule of thumb is 30-40 mm streamflow reduction per 10% of catchment planted, at peak water use*" (p.2).

[4] The South African's research and development organization.

Figure 13. Portion of hydrograph Bosboukloof, with associated temperatures and humidities, 1939.



Source: Wicht (1945). During the day the trees transpire water, and at night they reduce their water use.

South African studies and their discoveries were key in revolutionising scientific development in the field of forest hydrology because by 1930 the forest hydrology field in the world, was still a "*emergent field of science that lacked internationally agreed-upon concepts and methodologies*" (Bennett and Kruger 2015, p.166).

The results of South Africa's experimental watersheds also generated a series of institutional reforms, and forestry policy-regulations. Among them, in 1998 commercial afforestation in South Africa was regulated through the National Water Act, which adopted a preventive and remedial approach (Republic of South Africa 1998). This means, among other practical aspects, that forestry activity in South Africa is recognized as an activity that reduces water resources. Therefore, owners of forestry plantations must apply for permits to operate and pay a water license fee for their water use (Republic of South Africa 1998) and consider buffer protection zones recommendations between 6.3 and 50 meters to guarantee flows stability (Macfarlane et al., 2009). To assess the identification of sites suitable or unsuitable for afforestation, and to provide authorization to operate to the forestry agencies, the

Department of Water Affairs and Forestry adopted the ACRU model (see Gush et al. 2002). The ACRU model is a tool based on the data and scientific knowledge gained from the long-term forest hydrology studies in South Africa (Gush et al. 2002). This model represent diverse pluviometric and geographic forestry landscapes present in the country (Gush et al. 2002). Similarly, other programs were created, such as the South Africans Working for Water Programme (SAWW) (Van Wilgen and Wannenburgh 2016). The SAWW is an example of a large environmental intervention project, focusing on water security through the removal of invasive tree species such as some species of *Pinus, Eucalyptus*, and *Acacias*, that breed uncontrolled on South African lands. At the same time, the programme promotes the creation of local employment (Van Wilgen and Wannenburgh 2016).

The following section explores the Australian experience in the production and development of forest hydrology knowledge, and its practical applications in policy production in the country. With particular attention on *Eucalyptus* tree communities, from whose Australian and Oceania lands they originate.

4.1.3. Forest hydrology field and policy in Australia

The development of forest hydrology in Australia has common elements and distinctions with the South African or Chilean cases. In terms of the development of academic knowledge, in the 1850's the first universities were founded in Australia, i.e. earlier than its South African pairs. The University of Sydney in 1850 (USyd 2022), and the University of Melbourne in 1853 (UMelb 2021) were the first ones. Subsequently, in 1874, the University of Adelaide was the third to be founded (UAdel 2022). This university was the first Australian university to offer a degree in sciences (1882), to incorporate women in its classes (1881) (UAdel 2022), and to establish a forestry school course in 1911 (ACT Government 2021).

Similar to the South African case, the creation of an Australian's national forestry school was proposed in 1911, but it was only accepted in 1920 at the first British Empire Forestry Conference held in London (Commonwealth Forestry Association 1966). However, until recently, and unlike the South African and Chilean reality of forestry scientific schools that have a great diversity of institutions – the Australian Forestry School and its scientific training in Australia has been mostly centralised in a single institution for the whole

country/continent –. This means that for decades the forestry training model was only possible in Australia through the Australian Forestry School (AFS).

The management of the Australian Forestry School has passed through the management of several institutions, which are reviewed below. In 1926, the Australian Forestry School (AFS) was founded and installed at the University of Adelaide (ACT Government 2021), as part of the Commonwealth Forestry Bureau and as the unique national scheme to train foresters at university level (Commonwealth Forestry Association 1966; Dargavel 2022). In 1927 the AFS was moved to Canberra under the control of the Commonwealth Forestry Bureau. It closed in 1964 (Commonwealth Forestry Association 1966; ACT Government 2021; Dargavel 2022). In 1960 the Commonwealth Government founded the Australian National University (ANU) in Canberra and the Australian Forestry School was re-established there in 1965 (Commonwealth Forestry Association 1966; ACT Government 2021; Dargavel 2022). The transfer of the AFS to the ANU was proposed as a solution to the dissatisfaction expressed by the academic circle of Australian universities, which had been seeking a link with the AFS for awarding degrees in forestry at university level for many years without success (Commonwealth Forestry Association 1966). In parallel with this change, the students of the Australian Forestry School "*also became eligible for a degree in Forestry from their home university in the case of the older State Universities*[5]" (Commonwealth Forestry Association 1966, p.28). Finally, in 1975, the CSIRO Yarralumla campus in Canberra was founded, and the Australian Forestry School was placed under its management and it was used as a forestry and bushfire research national facility (ACT Government 2021; YRA 2022). This is relevant, given that the current foresters and some of the main forest hydrologists of Australia have been formed and trained at CSIRO at some point in their career. Internally, the CSIRO structure has changed over time. But the current Division of Land and Water still holds some of the forest hydrology experts of Australia. Currently CSIRO also has three international Centres of Excellence, in the USA (Silicon Valley), France, and Chile (in Santiago and Antofagasta) (CSIRO 2022), where they provide scientific advice in multiple industrial areas, such as mining, fish farming, and forestry, among others.

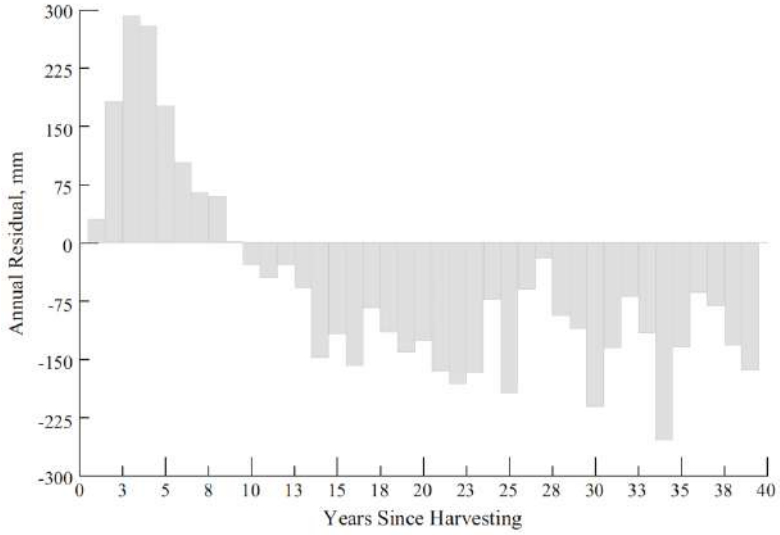
[5] At that time, at the Universities of Sydney, Melbourne, Adelaide, Tasmania, Western Australia, Queesland and New England (Commontwealth Forestry Association 1966).

It is in this context of scientific production and forestry development that Australia's forest hydrologists have been trained, making CSIRO today one of the most extensive centres of applied industrial research in the world. But how and why did forest hydrology studies begin in Australia? One of the most celebrated works that presents much of Australian history on the forest hydrology field is the book 'Forest Hydrology and Catchment Management. An Australian Perspective' written by Leon Bren (2015). He also was the researcher responsible for developing one of the most comprehensive – if not the most comprehensive – long-term study regarding forest hydrology dynamics of *Eucalyptus* and *Pinus* species in Australia.

According to Bren (2015), the first forest hydrology study of paired catchments was developed in Australia in the mid-1950's. There have been around 37 parried catchments studies since, analysing *Eucalyptus* native forests (the majority), plantations (mostly *Eucalyptus* and *Pinus*) and deforestation, as well as single catchments and plots studies. Most forest hydrology studies in Australia have been conducted in native *Eucalyptus* forests. From these studies, it has been concluded that tree age is important, as reported, for example, by studies in Australian mountain ash (*Eucalyptus regnans*) forests (figure 14):

> "*Australian mountain ash has a water yield which also depends on forest age. If the forest is logged then water yield increases, then declines, and then probably slowly increases to the pre-logging level. If the forest is burnt then water yield declines. Thinning may give modest increases in water yield for a few years*" (Bren 2015, p.117).

Figure 14. The annual change in flow by replacing an old-growth mountain ash forest with regrowth mountain ash.

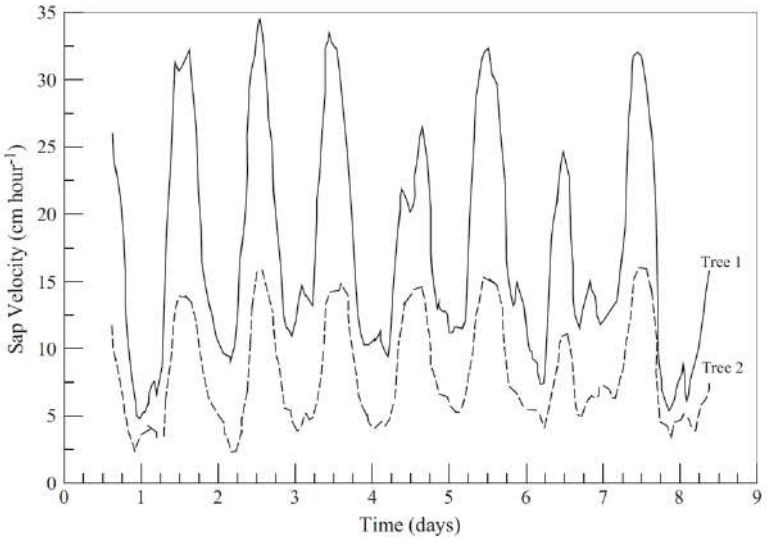


Source: Bren (2015).

One of the best-known studies of forest hydrology in *Eucalyptus* forests has been developed by Kuczera (1987). It analysed streamflow data (1915-1981) in 7 watersheds with different land covers of over-mature, mature and re-growth Ash and Mixed *Eucalyptus* forests, and developed the well-known Kuczera curves. Carried out in the forests near the city of Melbourne where the main water sources that supply the city are located, it was the first study to show the relation between streamflow changes according to tree age changes. The study was initiated because, following recurrent forest fires, the Melbourne Water Agency noticed variations in flow rates, which put the city's water supply at risk (Kuczera 1987). After the recurrent fires, and observing this water reduction phenomenon over the years, the water agency wondered whether or not there was a relationship with the regrowth of forest cover (Kuczera 1987). After Kuczera's studies, several others followed, managed by the Melbourne Water, the Parks Victoria, and the Department Environment, Land, Water and Planning (DELWP) of Victorian State agencies (Melbourne Water 2021), and also in collaboration with the University of Melbourne. The knowledge produced by these studies showed that after fires affecting *Eucalyptus* forests, water quality is affected for months by sediment entrainment, and water reservoirs diminish as the trees recover and grow with time, which can take more than a century in these forests where trees can live for more than 300 years (Melbourne Water 2021). But, water reductions vary over time, and as trees get older they consume less water than younger trees (Melbourne Water 2021). With this knowledge,

the city of Melbourne became one of the few cities in the world to protect its watersheds and forests, to safeguard the urban water service provision (Melbourne Water 2021), thus integrating scientific production in policy-making.

Figure 15. Variations in sap velocity as a function of time in two mountain ash (*Eucalyptus regnans*) trees 50 years old



Source: Bren (2015). Retrieved from Dunn GM, Connor DJ (1991) Management of transpiration loss and water yield in mountain ash. Faculty of Agriculture and Forestry, The University of Melbourne, Melbourne, 61 pp. The sap-flow technique allows to monitor how trees lift up water from the ground through their trunk (Bren 2015). By comparing figures 13 and 15 from different physical and temporal scales, it is possible to observe part of the internal physics of trees in their diurnal and nocturnal water use, and how these patterns are also expressed in the environment in which trees live and interact. Figure 15 also shows that between two trees of the same species and the same age, there may be variability in the intensity of their water use, but both show comparable behaviour at the same time.

But forest hydrology studies in Australia were also inspired and conducted by other environmental concerns. The Paired Catchment Project of Croppers Creek in Victoria is another famous Australian example. Consisting of three catchments: Ella Creek (113 ha), Clem Creek (46 ha) and Betsy Creek (44 ha), it was commissioned by the State agency of the Forest Commission-Victoria (Bren 2015). As Bren (2015, p.92) reports, the origins of the project were linked to discussions held by many downstream land owners in Australia, who argued that after the conversion of native *Eucalyptus* forests to *Pinus* plantations in the 1960's, they were affected by problems of "*excess flows causing flooding and erosion on downstream properties*". The Croppers Creek project has two monitoring periods: 1975-1987 and 1997 to the present. In 1980 the native *Eucalyptus* forests were cleared and planted with a *Pinus* plantation.

Then in 2006 the *Pinus* plantation was burnt as a forestry treatment. From this exceptional forest hydrology experience on the conversion from *Eucalyptus* forests to *Pinus* plantations in Australia, Bren summarizes the challenges and outcomes of this research experience as follow:

> "*Data has been used internationally in comparisons, and has contributed to studies on theoretical aspects of paired catchment research. Interestingly, the project has survived despite large changes in forestry administration over the years. The privatisation of plantation forestry has led to the separation of ownership and management of the "treated" and "control" catchment – something that could not have been envisaged at the time of project planning. Similarly, because of reorganisation of forestry agencies the project and the data have had about five different owners. Results from the project are given in many papers cited through this text. Briefly the results showed that there were real hydrologic effects of the conversion. Clearing led to a substantial increase in "runoff" (see Chap. 7) and had some short-term impacts on water quality. The water yield of the [Pinus] plantation always exceeded that of the native [Eucalyptus] forest it replaced, but as the plantation aged, the difference diminished*.". (Bren 2015, p.95).

The Murray Darlin Basin, in south-eastern Australia, is another famous and well-studied case. The Murray Darlin studies show a 'flip side' of forest hydrology phenomena, and notably of *Eucalyptus* or other native trees after their removal/harvesting, and subsequent replacement by other land uses that consume less water, such as grassland or agricultural land uses (usually with shorter roots). The Murray Darlin (MD) catchment demonstrated that the rising groundwater levels and the consequent salinisation problems – seawater intrusions –in the Murray Darlin Basin, were caused by land use change of native *Eucalyptus* and other tree species (deeper rooted) and their replacement by agricultural or grazing land (shorter rooted) (Pierce et al. 1993). Investigations in western (around Perth) and south-eastern Australia, also found the same results. With this knowledge, a series of projects were initiated in Australia to promote the planting of various *Eucalyptus* species to reduce the rising groundwater levels that were causing salinity problems in the country (Bari and Schofield 1991; Cocks 2003). By producing a series of agro-forestry management trials, these forest hydrology projects aimed to find forestry-agricultural management solutions to salinity problems (Bari and Schofield 1991; Cocks 2003). From these multiple studies, it was discovered that although different *Eucalyptus* tree species may be better adapted than others to saline water levels, the trees prefer to consume fresh groundwater (non-saline) if it is

available (Holland et al. 2006; Benyon et al. 2006; Feikema et al. 2010). Thus, they enter in competition with agricultural productivity for water consumption (Eastham et al. 1994; Sanford et al. 2003). The Murray-Darlin basin is also an example of the Australian government's integrated catchment management plan, where the different States co-ordinate water allocation between different land and water users in the basin and through time, to prevent further salinity problems (Murray-Darling Basin Autority 2020a; 2020b).

The following section explores the Chilean case of forestry hydrology.

4.1.4. Forest hydrology in Chile

Although university education in the Republic of Chile began in 1842 with the founding of the Universidad de Chile (UCH 2022b), it was not until the mid-1950s that formal training in forestry sciences started at the university level with the foundation of the two main forestry schools of the country: the Universidad de Chile in the capital Santiago, and the Universidad Austral de Chile (UACH) in Valdivia city (Salas et al. 2016a).

At the Universidad de Chile, the forestry engineering school was founded in 1952 with FAO support, being the first forestry engineering career in Chile (Interview 19, November 2018). Later, in the 1960s, its Faculty of Forestry and Nature Conservation was founded (UCH 2022a). At its origin, the forestry school had a strong French influence, in the person of its first director Mr. Andre Cossigny, a water and forestry engineer from France, who previously worked in the north of Africa (Interview 19, November 2018).

The Universidad Austral de Chile (UACH), for its part, was founded in 1954 (UACH 2022c). It is located in the southern part of the country, in the heart of the Valdivian rainforest (temperate rainforest). The Faculty of Forestry Sciences and Natural Resources is one of the founding faculties of the UACH and is where in 1954, the forestry engineering degree was created (UACH 2022b). It was a pioneer in university training in forestry sciences in Chile and Latin America (UACH 2022b).

In the 1960s, other important forestry research institutions were created in the country. In 1961, INFOR was created as a FAO project. In 1965, it became an official institution of the Chilean government (Cabaña-Chavez et al. 2013). Subsequently, also in 1965 at the

Universidad de Concepcion, a technical degree in Forestry Technology was created in the city of Los Angeles[6], but the university only founded a Faculty of Forestry in 1992 in Concepcion (UdeC 2022a). The city of Concepcion is currently the administrative and operational heart of the forestry sector in Chile.

Regarding the educational backgrounds of the forestry academy in Chile, initially Chilean professors or experts with doctoral degrees in forestry had been trained at German universities, such as the University of Gottingen, the University of Freiburg, and the University of Munich (Salas et al. 2016a). Since the 1990s forestry scholars have been also trained at United States universities – mainly Colorado State University, Oregon State University, and North Carolina State University – and Spanish universities, such as Universidad Politécnica de Madrid, Universidad de Cordoba, and Universidad de Oviedo, among others (Salas et al. 2016a).

Regarding the forest hydrology studies as such, like in the previous countries and many others, forest hydrology studies have started in response to water and forest risk concerns. Thus, in Chile as well, since the 1850's and in the early years of the formation of the Chilean republic, there were already public concerns about the desertification of the country as a result of deforestation (Cabaña-Chavez et al. 2013). However, studies in forest hydrology at the university level started much later in Chile; in the 1960's, and initially as a response to the increasing risks caused by severe flooding in the country. In the early 1970s, the National Forest Corporation (CONAF) was created (1972) as a replacement for the previous forestry institution, the Corporation for Reforestation (COREF) (Cabaña-Chavez et al. 2013). Between 1968 and 1978, the Universidad de Chile, in collaboration with FAO and CONAF, started a forestry hydrology program which, with a remediation approach, sought to restore hydrologically altered areas in the country (Interview 19, November 2018). Cerro Las Minas in Punta Arenas, River San Jose in Arica, and Cerro Divisadero in Coyhaique, are examples of the National Forestry Development Strengthening (NFDS) Plan, that focused on flows (flooding) control in eroded watersheds (Interview 19, November 2018).
As for forest hydrology studies studying the effects between forests and water reductions, they started in Chile in the mid-1970's (Iroume and Soto 2013). Specifically, the first forest hydrology project identified as such in Chile dates back to 1970. This forest hydrology

[6] The University of Concepcion was founded in 1919 (UdeC 2022c).

project was created and implemented between 1970-72 by the Ministry of Agriculture of the Chilean state (Jones et al., 1975). The project had two objectives. The first was to establish a baseline of runoff and rainfall for water management (Jones et al., 1975). According to the authors, the data collected could have been used to develop predictive equations for runoff volumes and peak flows for small dams and reservoirs design. Likewise, the inspection of flow-runoff and land-use relationships may help to identify land-use patterns that are associated with the problems of water reductions, erosion and decreasing soil productivity among others in the country (Jones et al., 1975). The second objective was to assess the effects of land use on runoff (Jones et al., 1975). This second objective dealt with the practice of planting forestry species and the practice of clear-cutting, widely used in Chile and already identified as causing serious problems on runoff in certain areas. To this end, three watersheds with similar land use histories, located in Junquillar, coastal mountain range in the Maule region and whose waters flow into the sea, were instrumented (Jones et al., 1975). The Piragua basin (control), and the La Puente Nos 1 and La Puente Nos 2 basins, which last two were burned to evaluate their native-shrub land use/burn effects on runoff. All three catchments had land uses of native shrubs and small trees, and very few grasses but were characterised by a high presence for livestock grazing (Jones et al., 1975). Sediment concentration in the catchments was high in terms of water quality (Jones et al., 1975). The La Piragua control basin had a fire that burned half of its area in the summer (dry season) of 1971-72 (Jones et al., 1975). Data analysis of the three catchments resulted in an annual runoff relatively unaffected by the application of fire. However, they identified that "*peak runoff and sediment loads, however, are more sensitive to both climatic* |rainfall storm events| *and treatment changes, and may be more important in a region of high rainfall*" (Jones et al., 1975, p.16). Subsequently, in 1973 the country underwent a dramatic political change following a military coup d'état (see more details in the following section 4.2 Chilean forestry history) and this first forestry hydrology project in Chile was not reviewed or continued.

Subsequently, and after the extensive introduction of new private forestry plantations of *Pinus* and *Eucalyptus* tree species in the country promoted by D.L. 704 implemented in 1974, the forest hydrology studies in forestry plantations began under Professor Dr. Anton Huber and his then student Carlos Oyarzun – now Professor – at the Universidad Austral de Chile. Professor Huber, was the first to carry out forest hydrology studies in forestry plantations, from the fields of the CMPC company in southern Chile (Interview 2, November 2018). Many

of these studies are published in international journals (e.g. Huber et al. 1998; Oyarzún and Huber 1999; Huber and Iroumé 2001; Huber et al. 2010). They show general dynamics of evapotranspiration, interception, etc. of *Pinus* and *Eucalyptus* plantations, consistent with previous findings from South Africa and Australia, among others. Subsequently, Prof. Huber started a close collaboration with Dr. Andrés Iroume at the same Universidad Austral de Chile, who – after Prof. Huber's retirement – continues until today to carry out research on CMPC's forestry plantation lands (Interview 2, November 2018). Additionally, at the same Universidad Austral de Chile and in the city of Valdivia, other relevant researchers and academics, such as Luis Otero and the professor Antonio Lara, developed pioneering contributions to the Chilean forest hydrology field related to the cadastre and measurement of native forests (Interview 20, December 2018; Interview 29, November 2018). In this respect, some of the major contributions to the origin and evolution of forest hydrology in Chile have come from the Universidad Austral de Chile, in the city of Valdivia.

During the 1980's, at the Universidad de Chile, there was for some years a watershed management course directed by Professor Dr. Manuel Contreras Salas, who had studied forest hydrology at CATIE in Costa Rica and in Seattle, USA. But later, this watershed management course was transformed because the American approach to the study of large 'unpopulated' catchments was too complex to adapt to the Chilean reality, and this course began to include human management in its approach (Interview 19, November 2018).

In 1981, the Universidad de Talca was also founded (UTalca 2022b). The Universidad de Talca (UTalca), is the newest of the four traditional universities involved in forest hydrology studies in Chile. The forestry engineering career at Universidad de Talca was taught between 1981 and 2020, but this career was closed in 2020 due to low scientific productivity (UTalca 2020). In the early days, an academic from this faculty also worked on hydrological monitoring projects for the forestry company Masisa, CORMA forest hydrology reports, among others.

From the 1980s to the mid-1990s, several other private and public forestry schools were opened in the country, leading to an oversupply of forestry engineers (Salas et al. 2016a). This oversupply was especially visible at the beginning of 2010, when many universities closed their forestry degrees, due to the lack of a job market in forestry and, consequently, a decrease in the number of new undergraduate student enrolments. Universidad de Talca, is

a late example of this. However, traditional forestry schools still remain in the country. Although, not all universities have forestry faculties or have developed forest hydrology studies as such, there are two main universities that have a long tradition in forest hydrology studies and contributions (publications, conferences, doctoral degrees, undergraduate degrees, courses, networks, among others) in Chile. These are the Universidad Austral de Chile (Valdivia), and the Universidad de Concepcion (Concepcion, and recently in Chillan too).

On the part of the Chilean state forestry agencies, in the mid-1980s the State institution of CONAF contacted – at least – one international forest hydrology expert, who posteriorly contributed to designing a new forest hydrology project in diverse watersheds of the country to monitor and model streamflow in forest plantations and natural forests of the country. The project SHETRAN implemented between 1994 and 1999, was a technology transfer project, focused on setting up, instrumenting watersheds and training CONAF professionals for the monitoring and modelling of forest hydrology watersheds with the SHETRAN software (Personal communication 26, January 2021). The project started due to the water reduction concerns that forest plantations were facing in the country (Interview 33, November 2018). SHETRAN sought to be relevant to CONAF's forestry management decisions (Personal communication 26, January 2021). This was an ambitious project that was thought as a pilot and model project in long-term forest hydrology watershed research for the South American continent, as it is expressed in the conclusions of one of the articles of the project:

> "*Above all, the application of SHETRAN in Chile provides an exciting opportunity to demonstrate the relevance of advanced technological models to minimize the environmental impacts of forestry industry and soil and water resource management activities. Its transfer will provide CONAF with the following benefits: 1) Ability to predict the impacts of soil management activities on flooding, water production on flooding, water yield, water table levels, soil erosion and sediment production; 2) Improved efficiency and reliability of decision making in watershed development by incorporating environmental protection. The transfer of SHETRAN to Chile can also be seen as a pilot study for further implementation in other Latin American countries*" (Bathurst et al. 1998, p.11).

The SHETRAN project (see figure 16) was developed between CONAF and the University of Newcastle (UK), to study land use changes and water interactions of floods, reductions,

and transport sediments, in 4 watersheds with *Pinus radiata* plantations – La Reina y Minas del Prado watersheds – and native forest – Los Almendros watershed – as a plan for water security for the cities (Bathurst et al. 1998). It was funded – at that time – by the United Kingdom government's Department for International Development (Personal communication 26, January 2021). As the SHETRAN project approached completion (1999), in 1998, experts from the University of Newcastle and CONAF reported the lessons learned in its summary:

> "*The simulations indicated potential flood damage during the early years of the plantation cycle, while later years are characterized by a decline in water availability. These results are comparable to field observations recorded in other studies*" (Bathurst et al. 1998, p.1).

The relevance of the SHETRAN project is enormous for the country's forest hydrology. By the time when professor Iroume[7] closed La Reina catchment – located on the southern side of the lower section of the Bueno River basin, X Region of Los Lagos – about a year or so ago, it had become Chile's longest-running forest research catchment (Personal communication 26, January 2021). However, with successive administrations of CONAF, the other SHETRAN catchments fell into disuse and, CONAF subsequently made no further use of the SHETRAN model in its forestry management decisions as the project originally intended (Personal communication 26, January 2021).

[7] Professor Dr. Iroume was not part of the SHETRAN project, but he collaborated closely on a voluntary basis, and when the project ended in 1999, he took over maintenance and monitoring of the watershed (email communication, January 2021).

Figure 16. Map showing the location of the SHETRAN project's experimental catchments

Source: Bathurst et al. (1998).

Parallel to SHETRAN, between 1993 and 1999 CONAF together with the Japan International Cooperation Agency (JICA), developed a project for erosion control and watershed afforestation in the semi-arid zone of the country (CONAF-JICA 1999). The project consisted of 8 soil loss plots located in Alto Loica, San Pedro de Melipilla, RM (Vargas 1998). In the plots, different soil conservation techniques were evaluated, among which: infiltration ditches, walls, dissipaters and biological conservation techniques with the aim of favouring the germination and growth of vegetation cover, such as pastures and exotic forest plantations (Vargas 1998). The project also produced an erosion control treatment manual in 1996 (Tokugawa 1996).

At the university level for its part, during the 1990's the Forestry Science faculty of the University of Chile reports that the constant funding for research projects was a repetitive challenge, which added to the bad working experiences with the project manager of CONAF – JICA. As a result, research in forest hydrology did not to continue actively between these two institutions (Interview 19, November 2018). To overcome the challenges of sustaining long-term studies in Chile, several academics in the country have called for "*establishing a national network of sites for long-term ecosystem studies" (...) "efforts must also be made to secure funding for the development of a solid national network from the outset, which can link up with networks in other countries*".

Arguing that "*research at long-term sites will provide crucial information for public and private decision-makers, supporting the development of laws and regulations*" (Lara et al. 2010, p.617).

Despite this funding challenge, during the 1990s and 2000s further studies in forest hydrology emerged in the country. Several studies from academia analyse the reduction of water flows and exotic *Eucalyptus*, *Pinus* plantations, native forests, agriculture or grasslands (see for instance Gayoso and Iroume 1995; Iroume 1997; Huber et al. 1998; Oyarzún and Huber 1999; Huber and Iroume 2001; Pizarro et al. 2006; Little et al. 2009; Lara et al. 2009; Huber et al. 2010; Stehr et al. 2010; Iroumé and Palacios 2013; Oyarzun et al. 2015; Aguayo et al. 2016; Soto-Schönherr and Iroumé 2016; Hervé-Fernández et al. 2016; Alvarez-Garreton et al. 2019).

Since the late 1990s, forestry companies started to undertake research in Chile as well. Primarily oriented to the technological development for the forestry production increase (Arze & Svensson 1997), Arauco S.A. created in the 1990s a subsidiary company called Bioforest S.A. (Arze & Svensson, 1997). They carry out a wide range of research, including the increase of forest productivity through selection and breeding of superior genetic varieties of eucalyptus (Rubilar and Valenzuela 2011). And, since 2008, the two main forestry companies in the country – Arauco S.A. and CMPC S.A. – started to undertake their own long-term forest hydrology research studies (Balocchi et al. 2021; Iroumé et al. 2021).

Despite the wide existence and diverse background of forest hydrology in the country (Interview 23, December 2018), in Chile there has been a constant and controversial debate about the effects between forests and waters (CR2 2021). Given that the Chilean case is the main case study of this research, the scientific production, its circulation and the application of forest hydrology knowledge in forestry policy-making, is analysed in greater detail in chapters 6 and 7. The following sections provide the historical, geographical and legal-institutional context of the forestry and water sectors in Chile, which contributes to the analysis of the Chilean case.

4.2. Chilean forestry history

This section focuses specifically on Chile. Section 4.2.1 introduces the Chilean actors present in the results chapters 6 and 7 of this research. Section 4.2.2 addresses the historical context

of the development of the forestry sector in the country. It deals with the end of the colonial period of the Spanish Empire (end of 1700s), the independence and foundation of the State of Chile (1810), and the various milestones in the evolution of the forestry industry and sector up to the 1990's. Section 4.2.3 presents an overview of the location, geography and environmental conditions of the forest and forestry region in Chile. Section 4.2.4 focus on presenting current characteristics of the forestry sector economy in Chile (2000-2022). Finally, section 4.2.5 presents current policy related to forest hydrology in the country.

4.2.1. Overview of the Chilean forest hydrology actors and institutions

This section provides a broad overview of the Chilean actors present in the result chapters 6 and 7 of this research. This clarification is made because some producers of forest hydrology science in Chile (chapter 6), were also part of the reduced group of forest hydrology experts that participated in the creation of soil and water protection measures in the production policy of the Forest Plantation Protocol in Chile (chapter 7). In addition, some of these actors have a long history and presence in the country. More in-depth information on these actors is provided in the following sections of chapter 4.2, and in chapters 6 (social structure of actors in the field of forest hydrology) and 7 (policy actors in forest hydrology discussions).

4.2.1.1. Forest hydrologists: scientific knowledge producers

Currently in Chile, there are three main groups of experts that have worked or are working on the production of forest hydrology in the country: (i) academics based at universities, (ii) forestry State institutions, (iii) forestry private companies.

First, academic actors – until 2020, when the University of Talca closed its forestry faculty and career – are mainly represented by 4 universities: Universidad Austral de Chile, Universidad de Concepcion, Universidad de Talca, and Universidad de Chile. Second, forestry governmental institutions composed by the National Forest Corporation (CONAF), and the National Forestry Institute (INFOR), both of which depend on the Ministry of Agriculture of the Government of Chile. And third, private forestry companies. Although, historically, several forestry companies have conducted hydrological monitoring, such as Forestal Los Lagos (Fresia, Chile) (Interview 28, January 2019), Forestal Masisa SA., among others, currently, Forestal Arauco SA. (Bioforest) and Forestal CMPC SA (Mininco) are the

two main forestry companies and its subsidiaries conducting research on forest hydrology in Chile.

More in-depth information on these actors is given in chapter 6, where the social structure, production and circulation of knowledge in the Chilean forest hydrology field is analysed.

4.2.1.2. Forest Plantation Protocol: scientists and institutions involved

Four main stakeholder groups were involved in the governance process of the Forest Plantation Protocol (FPP), especially in the soil and water experts commission (SWEC) and the discussions hold about this SWEC. First, governmental actors, represented by CONAF and INFOR. Second, forestry companies, represented by the Chilean Timber Corporation (CORMA), and Forestal CMPC SA (Mininco). Third, some university-based academics from Universidad de Talca, Universidad de Chile, and Universidad Austral de Chile. Fourth, the Peasant Farmers' Movement (MUCECH) as a civil society representative.

Later, during the FPP process, other actors from government, business, academia and civil society organisations will also participate in the FPP plenary discussions. Further details on these actors and their role in the protocol process are presented in chapter 7, where the circulation and application of forest hydrology knowledge in policy-making is analysed.

4.2.2. Historical background of the Chilean forestry sector

Presenting a historical review of the Chilean forestry history is relevant as part of this thesis, given that "*the Chilean forest industry has been a century in the making*" (Clapp 1995, p.274; Otero 2006; Cabaña-Chavez et al. 2013). According to Otero (2006) in his book "The footprint of fire. History of native forests. Settlement and changes in the landscape of southern Chile", during the Spanish colonial period the forestry sector in Chile was characterized by the development of an artisanal timber industry for the construction of furniture, shipyards, shipbuilding and defence of the Spanish crown. Also, the use of wood for mining, foundries, tanneries and wood for domestic charcoal was developed (Otero 2006). A special role was played by the *Fitzroya cupressoides*, millenary trees that can live more than 3.500 years (Frene and Nuñez 2010a; Otero 2006), which came to be used in Chile as a 'real de alerce' or 'real de madera' coin (Otero 2006). Other original forests, such as temperate forests that have life

cycles between 300 and 500 years, and *Araucaria araucana* trees that can live up to 1000 years were also used (Otero 2006). Despite this, the colonial period was not a period of deforestation (Otero 2006), and wider deforestation of the Chilean forests only began shortly after Chile's Independence (Otero 2006; Cabaña-Chavez et al. 2013).

Upon the independence from the Spanish Crown in 1818, the newly founded Chilean State began a process of occupation of the southern lands – mainly inhabited by autochthonous communities – with the aim of clearing the forested areas and transforming them into productive agricultural lands, as well as to consolidate its national sovereignty (Otero 2006). To this end, the Chilean State developed a colonisation programme in five phases between 1850 and 1950 (Otero 2006), by inviting German, Swiss, Belgian, French and Spanish citizens, to work the southern lands through a system of concessions (Otero 2006; Dufey 2017). With this selective immigration, the Chilean State sought also to "*incorporate with them the new technologies that were emerging in Europe*" (Otero 2006, p.77).

According to Cabaña-Chavez et al. (2013) in their book "CONAF, its history and role in the forestry and environmental development of Chile", at the beginning of the 19th century, forest harvesting was carried out both for mining uses, and agriculture and livestock (Cabaña-Chavez et al. 2013). It was in this period that deforestation rates intensified. This further increased in the second half of the 19th century, with the opening of new wheat markets (Cabaña-Chavez et al. 2013) when Chile became 'the wheat granary of America' (Otero 2006). Also, the demand from other domestic industries such as smelting, leather and cider were supplied with wood from native forests (Otero 2006). In the process of agricultural expansion, the tool of fire was widely used to clear more than 300 thousand hectares of native forest (Otero 2006). The excessive use of fire, combined with intensive and inadequate agricultural practices led to a rapid depletion of the soil (Cabaña-Chavez et al. 2013).

Already in 1830, 1840 and 1855, there were public concerns about the deforestation, erosion and desertification problems touching much of the landscape of the Chilean republic, and there were opposite views on the responsibility of mining and agriculture in this (Cabaña-Chavez et al. 2013). As Cabaña-Chavez et al. (2013) point out, in 1855 the Chilean citizen Benjamin Vicuña Mackenna called for the creation of a Forestry Code to regulate deforestation in the country. It was in this context that the idea of reforestation gained ground in the country's public opinion circles, which called for more energetic action on the part of the Chilean State (Cabaña-Chavez et al. 2013). In this way, the Chilean State

developed a series of measures. In 1879 the first legislative decree on the 'Fiscal Forest Reserve' was promulgated with the aim of conserving native forests, while the first protected area in Chile was created in 1907, the Malleco Forest Reserve (Otero 2006; Cabaña-Chavez et al. 2013). Further on, in this context, in 1889 the Chilean State hired the German scientist Federico Albert as professor in the Department of Natural Sciences of the Museum of Natural History. His work promoted a series of botanical and zoological trials at the Chilean Ministry of Industry (Cabaña-Chavez et al. 2013), as he actively worked to develop a policy for conservation and protection of forests and the recovery of forest soils (Cabaña-Chavez et al. 2013; González-Hidalgo and Zografos 2017) (see figures 17).

Figure 17. Lota Alto, Biobio VIII Region, 1860.

Source: Collection of the National Historical Museum of Chile. Imprenta y Librería del Mercurio, 1864 p.150. BN code: MC0012629. (Martin Palma, Museo Histórico Nacional 1860).

Moreover, the Chilean Republic was in the process of expanding its markets, industrialising and internationalising its economy, which had been developing rapidly since the 1850's (Otero 2006). Its strategic position in the Pacific[8], coupled with other international events,

[8] Chile controlled the Strait of the Magallanes, which was the only sea route existing at the time to connect the Atlantic and Pacific Oceans. The Panama Canal was not built until 1914 (CEPAL 2014).

such as the California Gold Rush, integrated Chilean ports into the global commodity route between the Pacific and Atlantic oceans through the Magallanes channel (Otero 2006). It was in this context – of increasing national development, global circulation, wood demand for mining, agricultural expansion, and colonization of southern Chile – that the first seeds of North American *Pinus* and Australian *Eucalyptus* trees arrived in Chile, and its first plantations were established between Concepcion and Lota, in the VIII region. These facts were a conjunction of multiple independent and interconnected events. The Chilean citizens, new European immigrants and their descendants were at the forefront of these events, circulating – sometimes by accident – the first seeds of the trees from Europe and elsewhere.

According to Otero (2006), the introduction of the first *Pinus radiata* in Chile happened by mistake. It would have been a farmer from the Concepcion area, who ordered seeds from France, and who by mistake, received *Pinus radiata* seeds from Monterey, California. The mistake was discovered in 1886, when the shape of the trees was not as expected, their growth rates were double, and with a great capacity for adaptation (Otero 2006). Afterwards, in 1890 Arturo Junge, a Chilean of German origin, was the first to establish a nursery and trials of *Pinus radiata* – also known as Monterrey pine – near to the city of Concepcion, after received the seeds from Germany by ship (Krebs 1973, in Clapp 1995). In this way, simple Chilean citizens, European immigrants and their descendants, played a key role in the first introductions and growth of *Pinus radiata* plantations in the country.

Later, in Santiago, the German scientist, Federico Albert, hired by the Chilean State in 1889 started the botanical and zoological trials of the Ministry of Industry (Cabaña-Chavez et al. 2013), which among other things, culminated in the first plantations at the Compañia Carbonifera Lota, in Lota (Arze & Svensson, 1997), in 1907 (Otero 2006).

> "*Among initiatives that made this decision possible was the pioneer work within botanical and zoological determination of species done by the German born researcher Federico Albert, which resulted in, among other things, the first plantations of Pinus radiata at Compañia Carbonifera Lota. The rapid growth of Pinus radiata attracted much attention, and at the end of the thirties yearly plantations of the species amounted to approximately 7000 hectares*" (Arze & Svensson, 1997, p.189).

As the trials of *Pinus* species developed by farmers during the mid-1880's in the Concepcion area – near Lota – proved to be successful and fast growing, this prompted the Cousiño family – owners of the Lota mines – to establish plantations on their land (Clapp 1995). Compañia Carbonifera Lota prefered *Eucalyptus* over *Pinus tree* species, as they proved to be more resistant for the construction of the Lota mine shafts (Clapp 1995; Otero 2006) (see figures 18 and 19).

> "*Trials of the new species proved successful in the Concepcion area, and Matias Cousiño, owner of the Lota coal mines south of Concepcion, established the first plantations. Mine shafts required large volumes of timber, which originally came from the native forests on the hills overlooking the mines. Worried about future timber supplies as the coastal forest neared exhaustion, Cousiño planted pine and eucalyptus on the company's cleared land*" (Clapp 1995, p.278).

The growing demand for timber from coal mining started the deforestation of the Coastal Mountains (Otero 2006). As the native forests surrounding the mine began to be depleted and given their slow growth rates, the Cousiño family looked for alternatives to supply the mine without having to increase the cost of transport to more distant places (Clapp 1995; Otero 2006). By 1915, the company already had 34.339 hectares of *Eucalyptus globulus*, *Pinus radiata*, Maritime pine and various cypresses, constituting the largest plantations in South America (Otero 2006). Similar to the processes of the North American *Pinus* and the Australian *Eucalyptus* species introduced in South Africa (Bennett and Kruger 2015), in Chile the growing arrivals of the first exotic trees plantations were also seen by some, as a solution to the depletion of local forests and the need for a constant and rapid supply of timber for mining activities.

Figure 18. Foresters working in *Pinus* tree plantation in Lota, BioBio VII Region.

Source: Lota, su cultura e historia (2019). Photographer and year unknown.

Figure 19. *Eucalyptus* tree plantations in Lota, BioBio VII Region.

Source: Lota, su cultura e historia (2019). Photographer and year unknown.

With the collective knowledge developed and accumulated through this multiple conjunction of independent and interconnected forestry events, the Chilean State embarked on the new enterprise of building a forestry industry in the country. In 1911 the first General Inspectorate for Forestry, Fisheries and Hunting institution was created (Otero 2006), and in 1931, the Chilean State formally encouraged forestry development and plantations in the country, through the creation of the Ministry of Lands and Colonization and the first Forestry Law of 1931 (Supreme Decree n 4.363) (Cabaña-Chavez et al. 2013). "W*hen direct State promotion began in 1931, pine already grew on 25.000 hectares*" (Clapp 1995, p.278).

The promotion of industrial forestry development by the Chilean State was linked to the economic crisis of 1929, when the value of copper fell, strongly affecting the national economy (Clapp 1995), and as an attempt to strengthen the country's economy through asset diversification. The crisis of the export model broke out in Chile in the 1930's, preceded by the impossibility of continuing the production of wheat in degraded soils and by the saltpetre (salitre) crisis (Otero 2006). This led Chile in the early 1940's to develop a new economic model, known by CEPAL as 'import substitution', which promoted the industrialisation of the country (Otero 2006). To this end, in 1938 the State created the Development Corporation (CORFO) within the Ministry of Economy, with the role of promoting the development of forest-based industries, providing financing to private industrialists, guaranteeing markets and acting as a broker (Clapp 1995). By the end of 1943, Chile already had an area of 143.540 hectares of plantations, as reported by the Haig Mission (Otero 2006), and had a first notable peak in its production in 1945 (Clapp 1995). At that time, "*Chile's concentration on domestic production was due in part to the limited world market. Transportation costs were high, and many countries had not yet exhausted their native forests, instead relying on lumber available locally*" (Clapp 1995, p.279).

In 1944 the Chilean State, through CORFO, sought advice on forestry knowledge from the Forest Service of the United States Department of Agriculture, to carry out the first forestry cadastre of the country and to promote the industrial forestry and timber expansion with the creation of forestry production plants (Otero 2006). In this process of promoting the forestry development and expansion of plantations in Chile, other international organizations were also involved. For instance, in 1949, the Economic Commission for Latin America and the Caribbean (CEPAL in Spanish) of the United Nations, strongly urged governments to include forestry plantations in their economic and soil conservation plans (Cabaña-Chavez

et al. 2013). Subsequently, in 1951 Chile approached the United Nations Food and Agriculture Organization (FAO), to modernize the Chilean forestry industry (Cabaña-Chavez et al. 2013). The late 1950's also saw the development of the Chillan Plan, in collaboration with the United States Alliance for Progress, to promote the forestry industry and plantations (Otero 2006). "*The Chillan Seed Centre was created, as well as forest management trials in the Malleco Forest Reserve*" (Otero 2006, p.138). As another important milestone, it was as part of this forestry industrial development strategy that in 1952 and 1954 the Chilean State created two forestry schools at the Universidad de Chile and Universidad Austral de Chile (Otero 2006), as described earlier in section 4.1.4.

In addition, in 1952 the Chilean Timber Corporation (CORMA) was founded as the entity that brings together the private entrepreneurs of the forestry sector, and which since its creation had an active participation in the promotion of economic policies to the forestry sector (Otero 2006) (see figure 20).

> "*Initially,* [CORMA] *was led by representatives of companies that exploited the native forest, such as Ralco, Bima and Neltume, but later plantation companies, such as Maderas Cholguan, Carbonifera Lota, Compania Manufacturera de Papeles y Cartones (CMPC) and others, joined in force*" (Otero 2006, p.139).

In 1956, in a joint venture, the Chilean State and 44.000 private entrepreneurs founded Industrias Forestales, S. A. (INFORSA) (Clapp 1995). Between 1958 and 1964 CORFO and FAO worked together, to develop the national forestry and industrial strategy (Cabaña-Chavez et al. 2013), which culminated in the creation of the National Forestry Institute (INFOR) in 1965 (Otero 2006). In 1959, the private company CMPC started to operate the first pulp mill plant, located in Laja, southern Chile, through credits from the World Bank (Arze & Svensson, 1997). Subsequently, "*in 1960*[9] *a tsunami flooded much of the southern coast, and a particle board factory, Maderas y Sinteticos, S. A. (MASISA), opened in Valdivia to supply the increased demand for building materials*" (Clapp 1995, p.280).

[9] The mega-earthquake and tsunami of 22 May 1960, with its epicentre in the city of Valdivia, was the largest earthquake ever recorded with seismic sensors in the world. It measured 9.5 of magnitude and lasted for more than 15 minutes (Cisternas et al. 2005).

Figure 20. Logging of native forests in Curacautín, Araucania IX Region, 1960.

Source: Collection of the National Historical Museum of Chile. Photographic Archives; PF-000124. BN Code: MC0027310. (Rey B., B., Museo Histórico Nacional 1960).

According to CORFO, in 1965 there were already 350.000 hectares of plantations, mainly of *Pinus radiata* (Otero 2006). In 1965, Chile also started the first national afforestation programme financed by the Inter-American Development Bank to further boost afforestation with the goal of 5 million hectares over 35 years (Cabaña-Chavez et al. 2013). The Chilean State considered that plantations, especially of *Pinus* trees, were one of the best solutions to promote soil conservation and the development of Chile (Cabaña-Chavez et al. 2013). This decision was not a Chilean exception, since the worldwide promotion of forest plantations in developing countries has also been linked with international institutions, and mainly with the FAO (Doughty 2000).

In 1967 and 1969 respectively, CORFO built two further pulp mills. First, the Celulosa Arauco SA., in Arauco, as a joint venture with the British firm Parsons and Whittemore (Clapp 1995; Arze & Svensson, 1997; Cabaña-Chavez et al. 2013). Second, the Celulosa Constitucion SA, in Constitution, with funding from the Agency for International Development (AID) (Cabaña-Chavez et al. 2013) and the French firm Creusot-Loire (Arze & Svensson, 1997). In 1970, the State was the main forestry producer, with 90% of the total planted area (Cabaña-Chavez et al. 2013). Subsequently, in 1972 CORFO acquired the shares of its partners in the pulp mills of Arauco S.A. and Constitucion S.A. (Arze & Svensson, 1997).

In 1973, Chile experienced a coup d'état by the army (Frene and Nuñez 2010). The Chilean economy and its sectors took a drastic turn into neo-liberalism, and inspired by the 'Chicago Boys' model (Budds 2013) the country's economy was transformed. Shifting from a model based on industrialisation, to a model based on 'import substitution', with a wide range of natural resource-based industries oriented towards international exports (Clapp 1995). During this transformation, by 1994, 437 of 507 State enterprises were privatized (Clapp 1995). The forestry sector was one of the first to transform quickly. In 1974 and 1976, the Celulosa Arauco SA., and Celulosa Constitucion SA. pulp mills were sold, and in 1979 the private company COPEC (CMPC group), and the private company Celulosa Arauco y Constitucion (Arauco group) were founded as a result of these sales (Arze & Svensson, 1997). According to Clapp (1995), the Italian group Compañía Manufacturera de Papeles y Cartones (CMPC) had acquired minority shares in the Cholguan forestry complex in 1950, and during the period of State auctions, their share went from 19.2% in 1970 to 65% in 1978. CONAF also sold land and plantations, nurseries, equipment, among others (Clapp

1995). The dissociation of CONAF's productive work in the forestry sector was crystallised with the sale of all the seed production nurseries to privates investors in 1978 (Cabaña-Chavez et al. 2013). Between 1985 and 1989, the military junta further deepened the privatisation process in the country, and 30 large State industries were sold to private investors, with losses in the millions due to the low sales prices negotiated (Frene and Nuñez 2010a). By 1987 three of the four pulp plants in operation which owed their existence to the State-owned CORFO had been sold off (Clapp 1995).

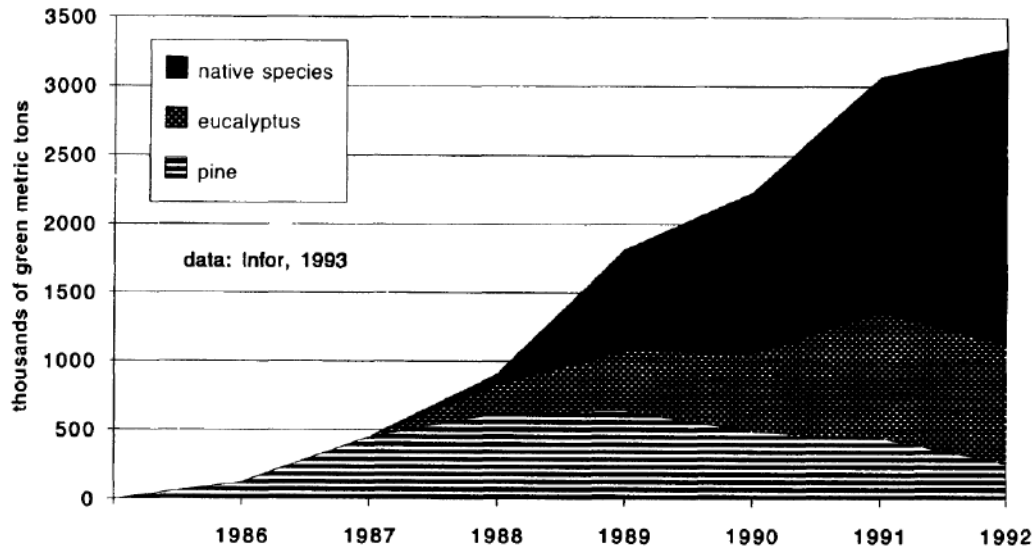
The military government strongly promoted plantations of *Pinus* and *Eucalyptus* by creating the Forestry Development Law of 1974 (DL701) (Frene and Nuñez 2010a). CORMA played an active role in its promotion (Otero 2006), as did Julio Ponce Lerou, son-in-law of General Pinochet (Interview 19, November 2018), who between 1974 and 1978 was the appointed director of CONAF (Cabaña-Chavez et al. 2013). The Decree 701, subsidized 75% of planting costs for more than 20 years, ensures the land tax exemption, and the impossibility to expropriate land categorised as suitable for forestry[10] (Cabaña-Chavez et al. 2013). "*Eighty per cent of subsidy payments went to Chile's three largest forest companies, which shifted to private capital markets*" (González-Hidalgo and Zografos 2017, p.65). Additionally, with D.L.701, various complementary administrative actions were reducing the role of the State and transferring the execution of productive forest activities to the private sector (Rossi 2005).

By the 1990s, Arauco and CMPC (Mininco) became the two main companies managing Chile's forestry sector, pulp mills and sawnwood production, and were among the 50 largest forest companies in the world (Arze and Svensson 1997b; Epstein et al. 1999). These companies control the total forest production chain, which ranges from the planting of forest plantations, to industrial factories for the production of pulp for paper and tissue, wood sawmills for the production of furniture and various wood articles (Meneses and Guzman 2000). In this way the Chilean forestry sector gained an international reputation and was often mentioned as an example of a 'miracle' or a 'success story' (Arze and Svensson 1997b; Clapp 1998), as "*in a generation Chile has created one of the world's most competitive forest resources*" (Clapp 1995, p.273).

[10] This was done because of the fear of private shareholders of being expropriated by the State, given that in the Second Agrarian Reform implemented in 1970, no expropriation of native forest lands or forest plantations took place in Chile (Cabaña-Chavez et al. 2013).

The political and economic transformations that the country underwent since 1974, not only transformed its economy and forestry institutions, but also intensely transformed the country's environmental landscape. With Decree 701, forest plantation expansion in the country almost tripled from about 33.000 hectares planted between 1970-1974 to about 82.000 hectares planted in 1975 (Otero 2006). Although the main initial justification for Decree 701 was the recovery of eroded or degraded soils, this objective was overtaken by the economic expansion and export of the sector (Otero 2006). In concrete terms, around 400.000 and 500.000 acres – some 200.000 hectares – of native forests were replaced by *Pinus* and *Eucalyptus* plantations during the 1970s and 1980s (Salas et al. 2016b). In parallel, the logging of native forest intensified even more since 1988 (see figure 21) (Clapp 1998). As *Pinus* and *Eucalyptus* plantations expanded, the market for raw timber has increasingly developed (Clapp 1995). By the 90's "*the most rapidly growing export category, however, is wood chips, more than half of which come from the native forest and not from Chile's vaunted plantations*" (Clapp 1995, p.291). In 1992, this national scenario, prompted a discussion for the creation of a law on native forests to promote the conservation and productive utilisation of native forest, which was finally approved in 2008 (Frene and Nuñez 2010a; Salas et al. 2016b). "*But its application has been negligible because of the small amount of the subsidies*" (Salas et al. 2016b, p.5).

Figure 21. Chip exports by species, Chile (1985 – 1992)



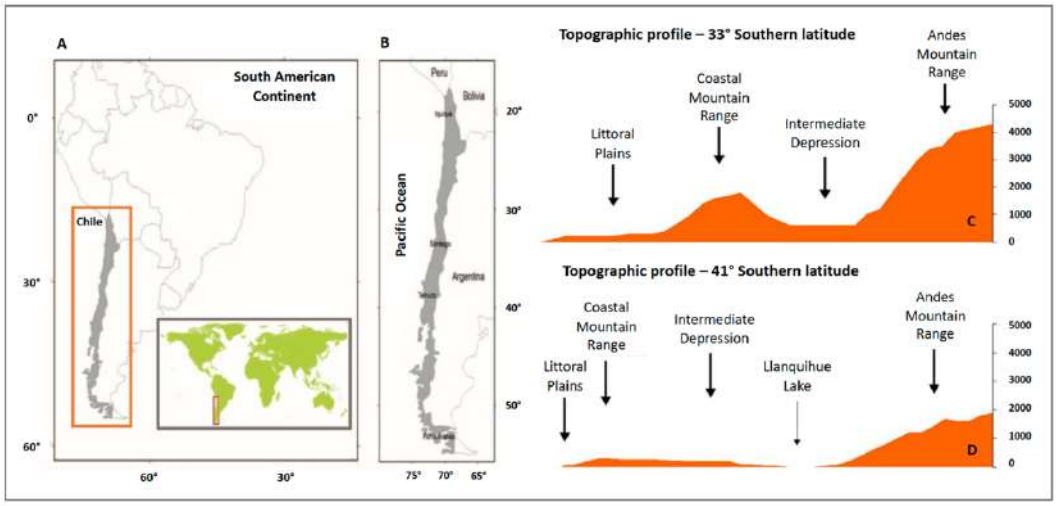
Source: Clapp (1998, p.10)

4.2.3. Geography and environment: forests, plantations, and water

Chile has an area of 185.3 million acres – 75,6 million hectares , it has 4500 kilometres in length and warm temperatures in the north decreasing towards the south (Salas et al. (2016b). Putting the length of Chile into perspective, this distance corresponds roughly to the distance between Lisbon and Moscow, between South Africa and Kenya, between California and New York, and more than between Brisbane and Perth, in Australia.

Its geomorphology is characterised by the presence of two mountain ranges from north to south: the Cordillera de la Costa (Coastal Mountain Range) – geologically older – and the Cordillera de Los Andes (Andes Mountain Range) – geologically younger – which are separated by a predominantly flat longitudinal strip called the Depression Intermedia (Salas et al. 2016b). The Andes Mountain Range decreases in elevation from north to south, with its peaks reaching about 6.700 metres in northern and central Chile, 3.000 metres in south-central Chile, and between 1.000 and 2000 meters in the southern part in Patagonia (Salas et al. 2016b) (see figure 22).

Figure 22. Continental Chile and geomorphology of the central-southern part of the country.

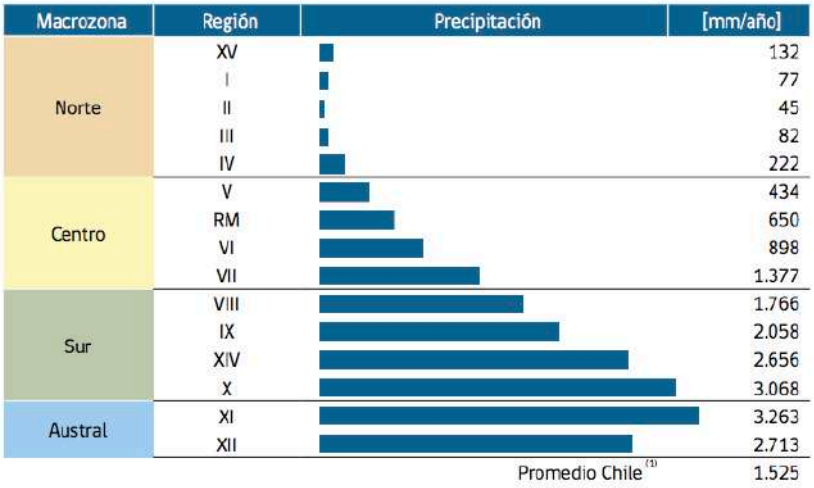


Source: Salas et al. (2016b) and Mitodio (2020). Figures A and B. Continental Chile. Source: Salas et al. (2016b). Figure C. Longitudinal relief (average) of Chile, between V-RM-VI-VII-VIII regions. Source: Mitodio (2020). Figure D. Longitudinal relief (average) of Chile, between IX-XIV-X regions. Source: Mitodio (2020).

In geographic terms, Chile is bordered by the Pacific Ocean to the west, the Andes Mountains to the east, the Atacama Desert to the north, and the Arctic Ocean to the south

(Salas et al. 2016b). These geomorphological features are relevant, because they provide Chile with different climatic characteristics (Salas et al. 2016b). For instance, precipitation regimes are influenced by both mountain ranges. In general terms, oceanic winds provide the west side of the coastal mountain range with more humidity and rainfall than the west side of the coastal mountain range, where a 'rain shadow' is produced. The intermediate depression and the Andean foothills, on the other hand, are influenced by higher humid winds and tend to receive more rainfall. The resulting environmental conditions makes that the forestry region in Chile is situated between the Coquimbo Region (IV) and the Aysén Region (XI). But, the forestry region is mainly concentrated along 800-kilometer between O'Higgins region (VI) and Los Ríos region (XIV) (INFOR 2021a), and between the 33° and 40° southern latitudes. The biogeographical zone between 35° and 43° south latitude is known as the Valdivian Rainforest Ecoregion (see figure 26), where natural forests are characterised, among others, by Coihue (*Nothofagus dombeyi*), Arayan (*Luma apiculata*), Luma (*Amomyrtus luma*), and Avellano (*Gevuina avellana*) tree species.

Figure 23. National average annual precipitation distributed by region from north to south (mm/year).

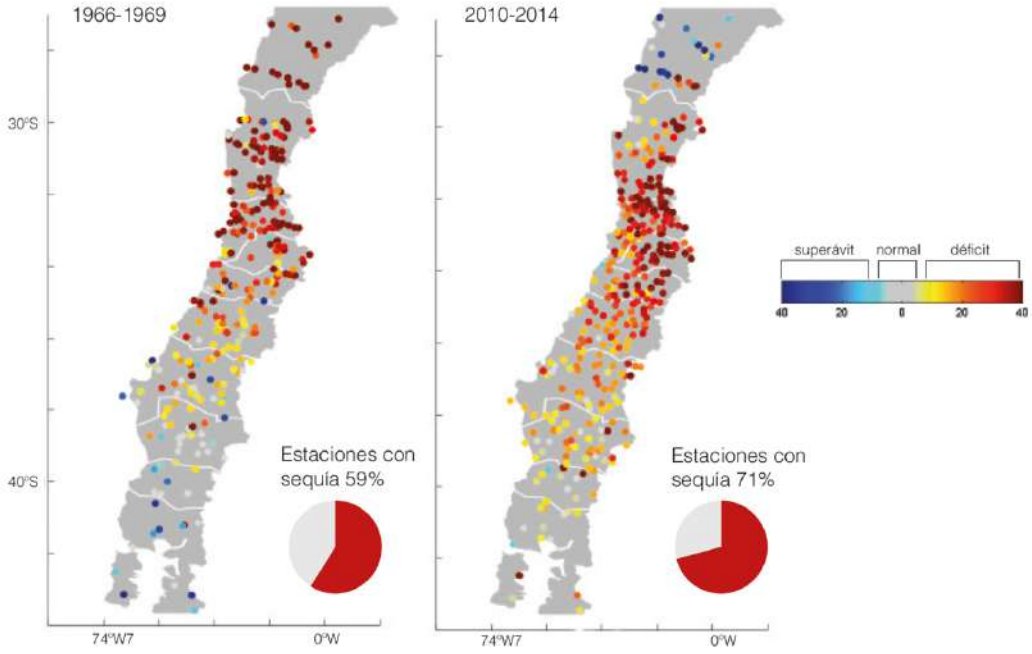


Source: DGA (2015, p.48). Atlas of Water in Chile 2016. Elaborated on the basis of the National Water Balance D.G.A.

The Andes Mountain Range is crowned with a vast network of glacial water reservoirs. According to the library of the National Congress of Chile, the central part of the country – where the capital Santiago is located – has about 1300 registered glaciers, covering 900 km^2. The central-southern part of the country between the regions of Maule (VI) and Los Rios

(XIV) – where the forestry region is mainly located – has about 300 glaciers, covering 400 km² (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile 2016). This decrease in the volume of glaciers is due to the decrease in altitude of the Andes mountain range observed from north to south in the country (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile 2016) (see figure 23). However, like the rest of the world, Chile is facing the consequences of climate change, and is suffering from decreasing rainfall and increasing temperature variations. Chile has a mega drought declared since 2010; observing that between the regions of Coquimbo (IV) and Maule (VII) – 32° and 36° latitude south approx. – there is the presence of the highest number of monitoring stations with an average annual deficit of up to almost 40%, in relation to the period 2010-2014 and the long-term average (1970-2000) (see figure 24) (CR2 2015).

Figure 24. monitoring stations with drought in south-central Chile



Source: CR2 (2015).

Chile has many volcanoes and active seismic activity (Cisternas et al. 2005; Dura et al. 2015). For this reason, Chile's soils are strongly influenced by volcanic ashes. This provides excellent physical properties for forest growth (Otero 2006; Salas et al. 2016b), since the ashes act as a natural fertilizer (see figure 25). In general terms, the soils of the south-central region of the country (33° and 43° south latitude) are of diverse granulometry, ranging from deep to moderate deep soils, and are especially located in the coastal plains and intermediate

depression (Universidad de Chile 2008). According to Clapp (1995) these climatic and soil conditions of south-central Chile give this region a natural advantage for forestry development. This is evidenced by the faster growth rates and shorter forest rotations observed in Chile compared to other major forestry countries such as the United States, Canada or Scandinavian countries (table 7) (Clapp 1995).

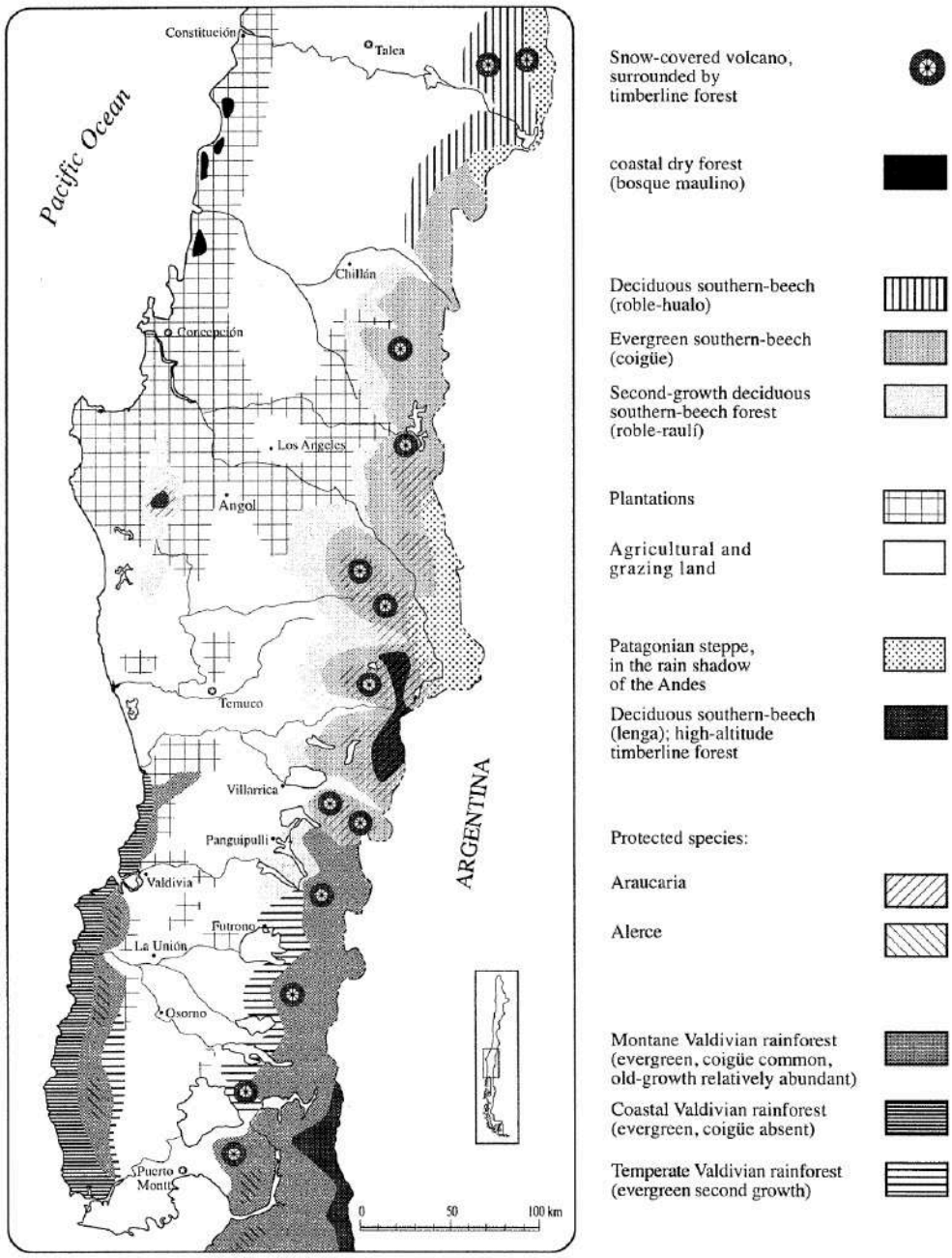
Table 7. timber yields compared among major forestry countries (1980-1990), including Chile.

Site	Yield (m^3/ha/yr)	Rotation (years)
Temperate and boreal softwood forests		
Canada average	1	—
British Columbia	1.5–5.3	—
U.S. average	2.6	—
Sweden average	3.3	—
Finland	2.5	60–100
Russia	1–2.9	—
Siberia	1–1.4	70–200
Softwood plantations		
Britain (Sitka spruce)	14	40
South Africa (pine spp.)	10–25	20–35
New Zealand (Monterey pine)	18–30	20–40
Chile (Monterey pine)	20–30	15–35
East Africa (pine spp.)	25–45	20–30
Brazil (pine spp.)	15–35	15–35
Tropical hardwoods		
Malayan dipterocarp forest	up to 17	—
Mixed tropical high forest	0.5–7	—
Teak plantations	14	40–60
Eucalyptus plantations		
Portugal and Spain	10–15	8–12
South Africa	15–20	10
Chile	20–30	8–20
Congo	30–40	7–20
Brazil	30–70	5–20

Source: Clapp (1995, p.276). Based on Evans (1982); Gessel (1984); Zobel, van Wyk, and Stahl (1987); Stier (1990).

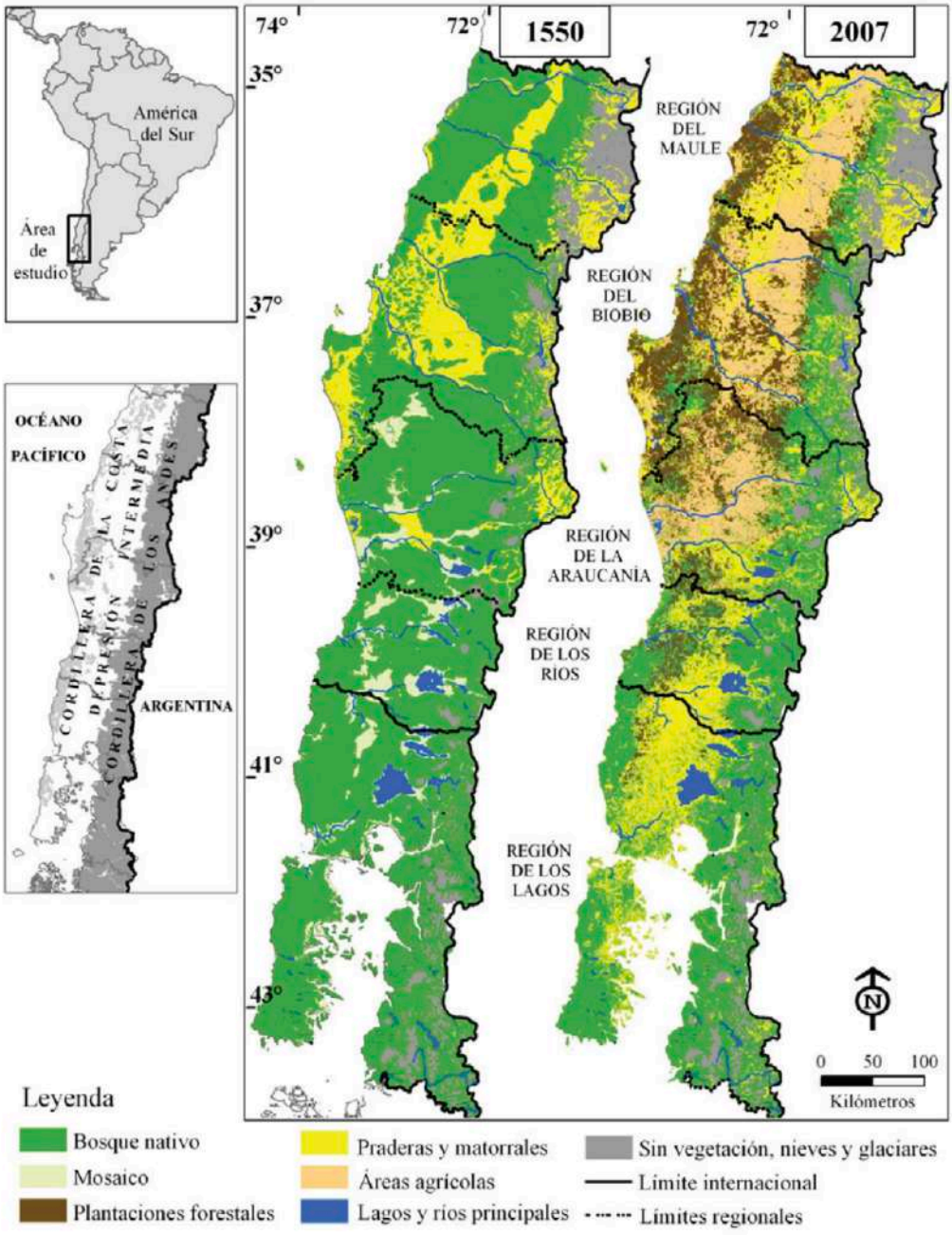
Folio001773

Figure 25. Forestry region and dominant forest types in Chile (1994)



Source: Clapp (1995, p.277).

Figure 26. Reconstruction of vegetation cover and land use in 1550 and their change towards 2007 in the Rainforest Ecoregion of Chile (35° – 43° 30´ S)



Source : Lara et al. (2012, p.15). In brown, forest plantations; in yellow, grassland and scrubland; in green, native forests; in salmon, agricultural land; in blue water bodies; and in grey, without vegetation/ with glaciers and snow.

4.2.4. Chilean forestry sector economy nowadays

According to the World's Top Exports (2020), since 2020 Chile is the first country in South America, and number 10 in the world ranking of sawn wood export value, with 2% of the world exports' value and revenues of more than 730 million dollars. This positions Chile at the forefront of the forestry industry in South America and the world. This is also reflected in the relevance of the forestry sector within Chile; as the forestry sector is the country's second largest export income after minerals (Cubbage et al., 2007), and contributes 2.7% of the national GDP (INFOR 2012, in Salas et al. 2016b). Chile is also one of the top 10 countries in the world in terms of land dedicated to forestry plantations (Cubbage et al., 2007), and its forestry area continues to grow (INFOR 2021a). This constant growth in the forestry sector is crucial, since as an economy based on low value-added products, it is dependent on the scale of production for profitability. So, the future of the Chilean forestry sector will depend on its capacity to increase the range of its exports (Clapp 1995).

Regarding forest land management in Chile, as noted earlier, since the wave of privatizations in the mid-1970s and 1980s, productive forests are privately owned and managed (Rossi 2005). This represents a particular feature in the global scenario of the forestry sector, given that in the vast majority of countries, all or a large part of the forests are owned by the State, and companies must request licences for their use for productive purposes (Rossi 2005). From 2000 to 2012, Chile was the second country in the Latin American region, after Uruguay, in terms of total area increase in forestry plantations (Jones et al. 2016). By 2012 in Chile, 62% of trees grown in forest plantations were *Pinus radiata* and 31% were *Eucalyptus* species (mainly *Eucalyptus globulus* and *Eucalyptus nitens*) (Salas et al., 2016). But currently, the forestry market has changed, and *Eucalyptus* has been strongly promoted by forestry industries around the world and in Chile (Balocchi et al. 2021). Especially for the production of pulp focused on the production of biodegradable products, such as paper and cardboard (King 1978), or more recently, for the production of vegetable fibre for textiles (Väisänen et al. 2016). This implies that in years to come the *Eucalyptus* will be the principal species used in Chile (Interview 15, December 2018; Interview 16, December 2018).

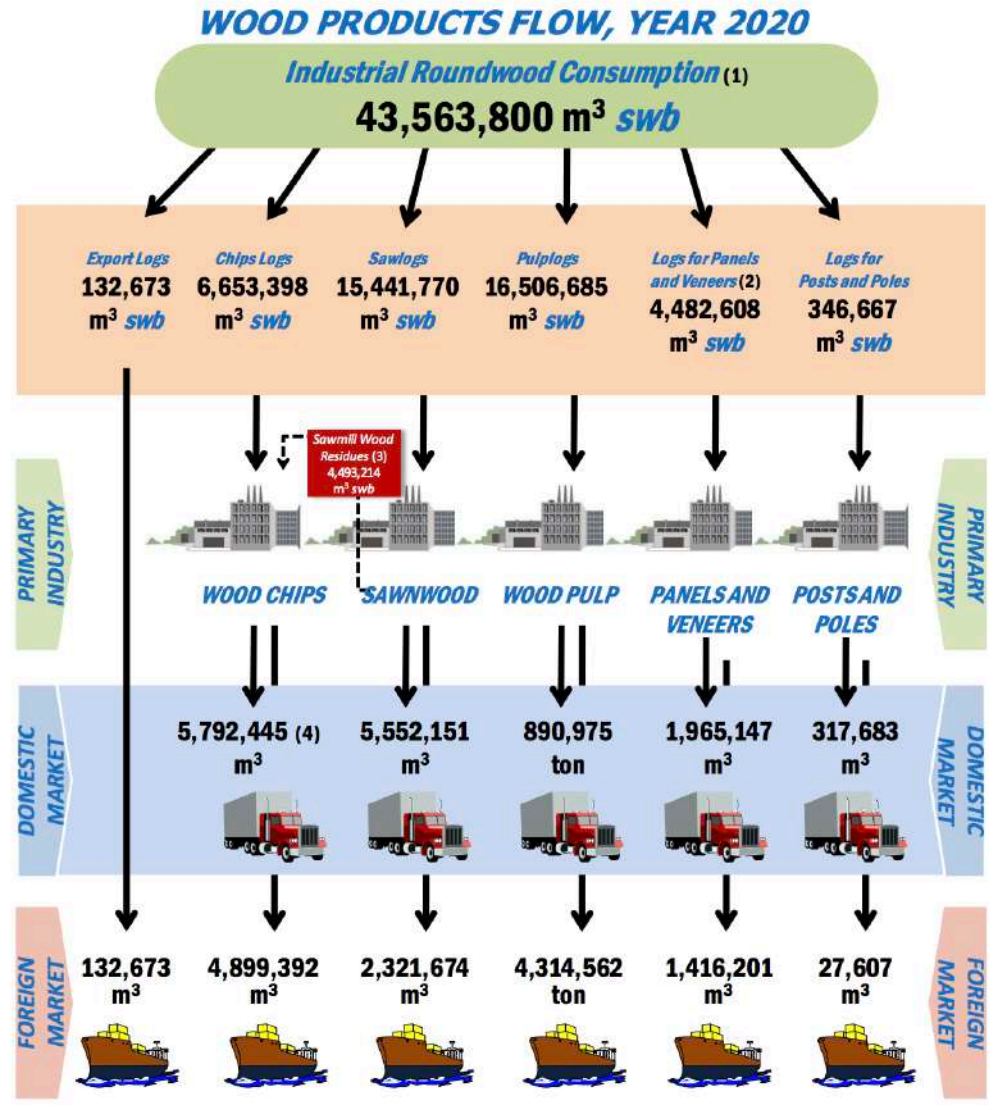
In 2021, the update of CONAF's Inventory of Native Vegetation Resources of Chile, reported that Chile has 18 million hectares covered by forests – 23.8% of the national surface – of which 14.7 million hectares correspond to native forests, 3.1 million hectares to forest plantations, and 180 hectares to mixed forests (CONAF 2021a). By 2021, forest plantations

in Chile corresponded for 36.8% to *Eucalyptus* species, 57.6% to pine species, and 5.6% to other tree species (INFOR 2021a). This confirms that in Chile, the presence of *Eucalyptus* species is gaining predominance, and about 5% of other land uses were converted to *Eucalyptus* species during the last 10 years.

Eucalyptus species are mainly used for producing wood pulp, and are harvested in cycles stretching from 5 years (Clapp 1995; Morales et al. 2015) up to 14-15 years (Salas et al. 2016b). Therefore, their rotational cycle is more intense than *Pinus* species, which have forestry rotations between 15-40 years (Clapp 1995). The main products from the forestry industry in Chile are pulp for paper and tissue, and much less wood for sawmills (Meneses and Guzman 2000). In 2020, Chile exported more than 4.300.000 tons of wood pulp, and 8.700.000 m3 of chips, sawn wood (figure 27) (INFOR 2021a). All this makes *Eucalyptus* a highly relevant tree species for the Chilean forestry market.

Folio001777

Figure 27. Production chain of the forestry sector in Chile and timber production volumes (2020)



Source: INFOR.
(1) *It includes sawlogs and pulplogs.*
(2) *Includes logs for boxes, bins, and matches and similar products.*
(3) *It refers to wood slabs and wood offcuts.*
(4) *Wood chips for domestic market is divided into: 4,845,735 m³ are used for wood pulp industry; 436,433 m³ for panel manufacturing; 373,177 m³ for fuel and 137,100 m³ are used to other destination.*

Source: INFOR (2021a).

4.2.5. Forests and water policy

The following sections review the main bodies of Chilean law related to aspects of forestry and water resources in Chile.

4.2.5.1. Forestry laws and management in Chile

The legal and administrative institutional framework for natural resources in Chile tends to be distributed among various institutions, which sometimes overlap in their powers. This is also the case for the legal instruments linked to the forestry sector in Chile, where many legislations are present and sometimes overlap. There are at least four legal instruments – with the force of law – related to forest management in Chile, and other indicative legal instruments – without the force of law – that are adopted on a voluntary basis by forestry companies. The Forestry Plantation Protocol – deeply analysed in this research in chapter 7 – is one of these.

Currently, the most widely used forestry instrument is Decree Law N°701 (1974) on forestry development, which is managed by the Ministry of Agriculture. The Decree Law N°701 is the "*instrument that, meeting the requirements established in said legal body, regulates the rational use and exploitation of the renewable natural resources of a given piece of land, with the aim of obtaining the maximum benefit from them, while ensuring the preservation, conservation, improvement and enhancement of said resources and their ecosystem (DL 701 of 1974, art. 2°)*" (CONAF 2016, p.50). The economic subsidies from the D.L. N° 701 finished in 2012 (Mardones and Hernández 2017), but were later extended at least until 2015 (CONAF 2016a). However, the legal attributes of the D.L. N° 701 remains in force today while the creation of a new forestry incentive instrument is being analysed (Interview 24, November 2018). In addition, D.L. 701 has four complementary regulations (Cabaña-Chavez et al. 2013).

Secondly, according to the Decree 40 of 2012 (Art. 3) (Ministerio del Medio Ambiente 2020), forestry development and forestry plantations projects in Chile must be submitted to the environmental impact assessment system of Law 19.300 (1994), under the Ministry of Environment (Art. 10) (División Jurídica de la Comisión Nacional del Medio Ambiente 2007), if they cover a single area of clear-cut harvesting per property of 20 ha/year (between the regions of Arica and Parinacota), 200 ha/year (between the regions of Valparaiso and

Metropolitana), 500 ha/year (between the regions of Libertador Bernardo O'Higgins and Aysen), or 1000 ha/year (in the Region of Magallanes). The purpose of Law 19.300 is to evaluate possible environmental impacts of different projects developed on the national territory, before granting authorisations to enter into construction/operation (División Jurídica de la Comisióo Naciona del Medio Ambiente 2007).

Moreover, the Law N°20.283 (2008) which 'regulates the recovery of the native forest and forestry development' is managed by the Ministry of Agriculture (Biblioteca Nacional del Congreso de Chile 2008). Finally, Decree 82 (2010) is the soil, water and humidity regulation – also under the Ministry of Agriculture – which seeks to comply with the obligations set out in Law N°20.283, and the plantations established under Decree Law N°701 (Ministerio de Agricultura 2010). Further details on Decree 82 are discussed in Chapter 7.

As for the indicative instruments that private forestry industries can adopt for the management of their properties and surroundings, three instruments stand out in Chile. First, the Forest Stewardship Council (FSC) is an international and national private market-based certification approach created in 1993 to improve forestry practices worldwide (FSC 2020). The FSC was created after the failure to produce an international agreement to stop illegal deforestation in 1992, at the United Nations Conference on Environment and Development (UNCED) in Rio – also known as the Earth Summit Rio (FSC 2020). The FSC seeks to develop outcomes around sustainability, while focusing on laws, community rights, indigenous peoples, and environmental values, which also require management plans, monitoring and evaluation mechanisms (FSC 2016). By 2003, 3.2% (124 million ha) of the world's forest plantations had been FSC certified (Rametsteiner and Simula 2003). Chile has approximately more than 3.000.000 hectares of forest plantations, of which, by January 2022, some 2.330.000 hectares have a Forest Management (FM) certification (FSC Chile 2022). The FSC has been involved in Chile since 2005 and has an office in the country since 2010 (FSC Chile 2022).

Additionally, 'the Forest Policy (2015-2035' was designed by the Forest Policy Council (Decree 8 of 2015), whose members, in addition to defining the strategic axes of the policy[11],

[11] The main lines of action of the Forestry Policy are: forestry institutions; productivity and economic growth; inclusion and social equity and protection and restoration of forest heritage (CONAF 2015).

are responsible for proposing, elaborating or evaluating plans, programmes or instruments to achieve the objectives of the policy (CONAF 2015). The Forestry Policy Council - composed of representatives of the government, forestry companies, social organisations and universities - is responsible for designing and structuring the development of a forestry policy for sustainable forestry development, contributing to economic, ecological and socio-cultural development of Chile in the future (CONAF 2015).

> "*The aim of a long-term sectoral policy is to outline the strategic axes, define general and specific objectives, elaborate plans and programmes, identify instruments and specify mechanisms to achieve Sustainable Forestry Development, understood in terms of challenges and vision, as the contribution of the Chilean forestry sector to the economic-productive, ecological and social-cultural development of the country, ecological and social-cultural development of the country, by means of conservation, integrated management and the rational use and exploitation of resources, of watersheds and forest ecosystems*" (CONAF 2015, p.9).

The Forest Plantations Protocol (FPP) – analysed in detail in chapter 7 – was created in 2017, under the umbrella of the Forestry Policy (CONAF 2017a). The Forest Plantation Protocol established and produced a series of criteria and standards for the establishment and management of future forestry plantations in Chile, which, among other aspects, addressed – for the first time at national level – the contested nexus between forestry plantations and water reductions in rural areas (CONAF 2017a). Given that the FPP is the first national instrument produced through a governance system, and the most recent to address the development of standards around the issue of forest plantations and water reductions, the FPP is the major case and policy instrument of analysis in this research. Further details about the PPF production are analysed in chapter 7.

4.2.5.2. Water laws and management in Chile

Water management in Chile is regulated through various normative instruments, especially the Water Code of 1981 (DGA et al. 2015). The Chilean Water Code operates through a system of allocation of 'Water Use Rights' (WU.RR.) (Donoso 2018). Whereas in its origins, the Water Code (1981) offered free and perpetual WU.RR. to the first applicants (Donoso

2018), subsequently and at present, the allocation of surface and groundwater WU.RR. is done through a water market (Budds 2013; Prieto 2015). This means that the WU.RR. are materials that can be sold and traded on the public market. In this sense, the role of the State has consisted of governmental oversight over water, and seeks to favour the allocation of WU.RR. to the most profitable activity through the market mechanism (Bauer 2015). Management based on the Chilean Water Code, has been extensively investigated (Bauer 2004; 2012; 2015; Prieto 2015; Palomino-Schalscha et al. 2016; Budds 2020), wich came to demonstrate that the system of evaluation and modelling of aquifers under the supervision of the General Directorate of Water (or DGA in Spanish) for the allocation of WU.RR., has been highly inaccurate and has favoured access to water for large sectors of Chilean agro-industry located upstream and disadvantaged rural communities located downstream of these watersheds (Budds 2009; 2012; 2013).

The Chilean Water Authority (Dirección General de Aguas de Chile - DGA) is the State entity responsible for overseeing the implementation of the Chilean Water Code:

> "*In Chile, water is a national asset of public use and is granted to individuals by means of 'Water Use Rights' (WU.RR.) in accordance with the provisions of the current regulations. This right is expressed in units of volume per unit of time allowing the holder to use and enjoy them in accordance with the law. In turn, the holders can dispose of this right.*
>
> *Continental waters are classified as surface water and groundwater. Consequently, WU.RR. can also be surface or groundwater. Surface water is water that flows through natural or artificial watercourses or is accumulated in reservoirs such as lakes, ponds, swamps, marshes, ponds, water holes, swamps, ponds or reservoirs. Groundwater, on the other hand, is water that is hidden in the earth and has not been illuminated.*
>
> *The WU.RR. are also classified as consumptive and non-consumptive. Consumptive rights entitle the holder to fully consume the water in any activity. Non-consumptive rights, on the other hand, allow the use of the water without consuming it and oblige the holder to return it in the manner determined by the act of acquisition or constitution of the right. In addition to the aforementioned characteristics, the nature of the WU.RR. may also be exercised permanently or occasionally, continuously or discontinuously, or alternately with other persons*." (DGA et al. 2015, p.106).

As drought problems are increasing in different regions of the country (CR2 2015), rural society, indigenous people and small farmers have organised to demand solutions to reform the Water Code (1981) (Modatima 2022). Recently, on April 6th 2022; and after years of

negotiation (2014-2022), the Chilean Congress has approved a new reform to the Water Code: the Law 21.435, which among other aspects establishes the prioritisation of water for human consumption and self-subsistence, sanitation, and the preservation of ecosystems (Art 5) (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile 2022). In addition, with this new reform of the Water Code from 1981, the State will be able to reorganise proportionally the WU.RR. in those places strongly affected, and even to suspend WU.RR. in case a user causes serious and persistent affectations to the availability of surface or groundwater, affecting third parties and mainly the human consumption of water (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile 2022). Furthermore, like other innovative aspects of the reform, it attributes greater supervisory capacities to the General Water Directorate to avoid inappropriate use of WU.RR. (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile 2022). On the other hand, the reform of the water code provides free right of use of groundwater found during mining operations, and guarantees the perpetuity of the previously owned WU.RR. while the future WU.RR. requested will be granted for a maximum term of 30 years, among other new aspects of this reform (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile 2022).

During the elaboration of this new Water Code in the Congress, the forestry industry was mentioned as an important water consumer in the country in discussions hold in the Chamber of Deputies (Camara de Dipitados 2016), yet it was not discussed at all in the committee on agriculture, forestry and rural development in the process of formulating the current Water Code Reform Law 21.435 (see Comision de Agricultura camara de Diputados 2016).

Other innovative features of the reform that might become closely linked to the forestry sector in today's Chile, consist in the development of strategic plans for water resources in watersheds. This will be based on the hydrogeological modelling of watersheds (Articles 293 bis and ter) which, among other aspects, require:

> First, "*a cost analysis of the different alternatives, the identification of the potential environmental and social impacts for a subsequent evaluation, and the projections of demand for human consumption for ten years*" (Art.293 bis) in charge of the General Directorate of Water. (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile 2022, p.29).

> Second, it also determines the creation of a "*fund for Research, Innovation and Education in Water Resources, under the Ministry of Public Works, through the General Directorate of Water*" and that "*a public competition will be held annually to select the research and studies to be financed by the fund*" (Art. 293 ter) (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile 2022, p.29).

Additionally, the current Water Code Reform guarantees the free use of water from small river or body water banks to the owners of the land containing those waters and riverbanks (Art. 20), as well as the free use of rainwater falling on land and considering it as natural ground water recharge (Art. 66) (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile 2022).

Chapter 5

Water and Eucalyptus forests: a review

This chapter focuses on reviewing the state of the art and knowledge gaps in the scientific field of forest hydrology. The following four questions are investigated: (A1) What are the effects of eucalypts on water quantity at different stages in the hydrological cycle: during evapotranspiration, in soils, in streamflow, and in groundwater? (A2) What are the effects of eucalypts on water quantity for different types of forests and species, type of land cover and changes, treatment comparisons and bio-environmental conditions? (A3) How can the context and study design explain nuances? (A4) What are the knowledge gaps regarding eucalyptus-water interactions?

The chapter is based on a review of the peer-reviewed literature of three relevant countries with active forest hydrology research programmes: South Africa, Australia and Chile. The chapter is organised as follows. Section 5.1 recapitulates the practical and theoretical relevance of this analysis. Section 5.2 provides the general context of the sampled studies. Section 5.3 presents a broad overview of the main effects of eucalypts on hydrology, found through this review. Section 5.4 analyses the bio-environmental conditions at play when understanding the effects of eucalypts on hydrology. Section 5.5 examines the effects of eucalypts on the evapotranspiration part of the hydrological cycle. Section 5.6, analyses the effects of eucalypts on soil water resources. Section 5.7 focuses on analysing the effects of eucalyptus plantations on surface hydrology. Section 5.8, examines the effects of eucalypts on groundwater. Section 5.9 provides a general observation on the differences found in a minority of outlying studies. Section 5.10 presents identified knowledge gaps. Section 5.11, finally, presents the conclusions of this chapter.

5.1. Introduction

This chapter deals with the scientific knowledge on *Eucalyptus* trees published in forest hydrology journals, and reviews its state of the art, in particular with regard to their effects on hydrology. Eucalypts have long been criticised for their negative impacts on water availability, due to their high water use (Barros Ferraz et al. 2019). Impacts on hydrology are a key concern where eucalypts become dominant as invasive species in semi-arid regions (e.g. Hirsch et al. 2020). Furthermore, climate change has made water scarcity a key global concern (UN-Water 2021) and availability and access to water is a primary issue among different water users (Oppliger et al. 2019). In a world facing global and local water constraints that present multiple complexities and uncertainties, the nexus between water resources and eucalypts has been a subject of worldwide debate, including among public and private actors, forest hydrologists and other scientists (Calder 1999; 2004; Dye and Versfeld 2007; Doody et al. 2011; Albaugh et al. 2013; White et al. 2016).

Despite the extensive body of forest hydrology research (see section 2.1), in several countries where eucalypts are widely planted or are invasive, the nexus between eucalypts and its water use effects remains contested in ways that can have important influences on forestry and water resources policy-making (Doody et al. 2011; Albaugh et al. 2013; White et al. 2016). Disagreements over eucalypt-water interactions can have their roots in how results are produced and communicated. Or, there can be gaps in the knowledge on forest hydrology that may lead to different understandings (Scarascia-Mugnozza et al. 2000). Therefore, it is important to systematically analyse the scientific evidence to establish the current state of knowledge on the effects of eucalypt trees on water. Drawing upon forest hydrology scientific knowledge and based on more than 200 peer-reviewed journal articles (1980 – 2019) from Chile, South Africa and Australia, this chapter contributes to the literature by reviewing the science on the effects of eucalypts on major components of the hydrological cycle (evapotranspiration, soil water content, streamflow and groundwater), and exploring its study design and identifying knowledge gaps regarding eucalyptus-water quantity interactions.

5.2. General characteristics of sampled studies

As mentioned in the methodological section 3.5.1, the final number of articles reviewed in-depth was 206. These articles reported on research in a wide diversity of geographical contexts. These are reported below for the three countries investigated.

Chilean case studies were in temperate rainy climates and Mediterranean climates; South African studies highlight sub-tropical climates; while Australian studies cover a diversity of climates but with an emphasis on Mediterranean-type climate zones with cool, wet winters and hot, dry summers (figure 28). Mean annual rainfalls in the locations of the studies ranged from 230 mm to 2800 mm, with good representation of studies of all parts of the hydrological cycle across this range. Rainfall gradients in Chile ranges from 816 mm to 2357 mm, in South Africa from 545 mm to 2600 mm; and in Australia from 230 mm to 2800 mm.

Research ranged across a wide range of soil types. In the three countries, dominant soil types in the studies included loam, sandy, clay texture soils and their combinations. Groundwater depths also varied, for example, Australian studies reported aquifer depths of between 1 and 40 metres below the surface.

More than 60 *Eucalyptus* species were analysed; the most common were *Eucalyptus camaldulensis E. globulus*, *E. grandis. Pinus radiata* was common as a comparison plantation species. Tree or stand ages were not always indicated in the studies but there was a good representation of age diversity in all parts of the hydrological cycle. Studied stand age classes in Chile for eucalypts ranged between 2 and 16 years old, and for pines between 4 and 27 years old. In South Africa ages studied for eucalypts were between 1 and 20 years old, for pines between 1 and 45 years old, and for acacias between 5 and 20 years old. In Chile and South Africa, forest or stand age was often not reported for native trees but the studies generally indicated comparison with mature forests, probably multi-aged. In Australia, ages studied in eucalypt forests and plantations range between 1 month old and 230 years old and non-native pines between 1 and 45 years old. The time period of forest hydrology studies ranged from a minimum of 20 days to 69 years.

Figure 28. Eucalypts in three Southern Hemisphere countries.

Source: author. Photo A: natural eucalypt forest in Tasmania, Australia. Photo B: a mono-culture of planted eucalypts in BioBio, Chile. Photo C: a mono-culture of planted eucalypts in KwaZulu-Natal, South Africa. Photo D: a mono-culture of planted eucalypts in Victoria, Australia.

5.3. Effects of Eucalyptus on hydrology

Most of the examined studies found that planted or native eucalypts reduce water quantity (measured as increased evapotranspiration losses, reduced soil water content, streamflow, or groundwater reserves), when compared with other land covers, under certain forestry treatments and under certain bio-environmental conditions. Eucalypts generally exploit a greater volume of soil water, streamflow and groundwater reserves than other land use covers, such as agriculture, grassland, other kind of native forests, shrubs, wetland vegetation, or other tree species. Reviewed studies also indicate that eucalypts may have a greater impact on water reserves under certain types of management such as first versus later forestry

rotations, high plantation densities, irrigation and fertilization, among others. Various bio-environmental conditions may also result in high water usage; these factors include tree age, season, proximity to water resources (rainwater, groundwater, etc) and whether trees are under attack by insect pests. Replacing other land covers with eucalypts was generally found to reduce streamflow. Land cover changes in the opposite direction (removal of eucalypts) resulted in water resource increases, this occurred with conversion from eucalypts to pines, eucalypts to acacias, or from eucalypt forests and shrubs to agriculture and grassland. These results hold irrespective of whether the eucalypts were present as native or non-native trees. The few studies that did not support these findings often add nuance to the dominant trend, as we describe in the following sub-sections.

The section below analyses in more detail the hydrological effects of eucalypts based on the reviewed studies. It begins with a general discussion of the understanding of the hydrological behaviour of eucalypts under various bio-environmental conditions (5.4). Next, it analyses the hydrological effects found by investigating land cover changes or by comparing land covers and forestry treatment for different components of the hydrological cycle (sections 5.5 evapotranspiration, 5.6 soil water, 5.7 streamflow, and 5.8 groundwater).

5.4. Bio-environmental conditions

All plants consume water in the processes of photosynthesis and evapotranspiration. In general terms for survival of plants, sun, water and soil nutrients are basic elements. Therefore, the bio-environmental conditions are key aspects to consider, as these conditions contribute to determine the major or minor tree hydrological effects on evapotranspiration, runoff, water in the soil, or groundwater stages. Under certain bio-environmental conditions, plants can increase or decrease their water use rates. In this respect, forest hydrologists have studied how the water use of eucalypts varies with (i) age, (ii) seasons, access to (iii) rainfall and (iv) groundwater, (v) flood or (vi) drought conditions, (vii) saline content of water, (viii) time of day or night, and under (ix) insect attack. Key findings from our review are briefly summarized below.

In terms of age, stands of young trees generally have higher evapotranspiration than mature trees (Dunn and Connor 1993; Jayasuriya et al. 1993; Cornish and Vertessy 2001; C. Macfarlane et al. 2010). Water use varies between eucalypt species, but compared to many

other types of tree, eucalypts have the ability to keep their water consumption relatively constant during wet or dry seasons when they have constant access to water reserves, such as water stored in the soil (Eamus et al. 2000; O'Grady et al. 2009). Their water use behaviour is adaptable and they have the ability to access different water sources (Farrington et al. 1996). They transpire more with higher water availabilities, such as greater rainwater volumes in soil reserves (Farrington et al. 1994; Dye 1996b; Eberbach and Burrows 2006; Morgan and Barton 2008), greater access to stream water (Mensforth et al. 1994), or groundwater reserves (Crosbie et al. 2008; Macfarlane et al. 2018). After floods (Akeroyd et al. 1998) or episodic rainfall events (Eberbach and Burrows 2006) eucalypts have the ability to rapidly increase rates of water consumption. Accordingly, eucalypt forests have higher water uses in areas of high rainfall or during wet seasons (Zhang et al. 2001; Farley et al. 2005), but the most visible effects on water resources are observed in dry regions and dry seasons (Soto-Schönherr and Iroumé 2016).

Like many deep-rooted trees, eucalypts can vary their water access strategy in different seasons, using water from soil water reserves, or directly from streams or aquifers when these soil water reserves are depleted (Mensforth et al. 1994; Dawson and Pate 1996); and they can access deep groundwater to survive periods of drought (Silberstein et al. 2001; Leuning et al. 2005). The access to groundwater may depend on the age and root development of the trees, as well as on the depth of groundwater (Benyon et al. 2001).

Some studies reported that eucalypt water consumption rates drop at night to 5-8% of total transpiration during some seasons (Benyon 1999; Mitchell et al. 2009; Pfautsch et al. 2011). Exceptionally, the study of White et al. (2000) was the only study to suggest that *Eucalyptus camaldulensis* and *E. saligna Smith, E. leucoxylon F. Muell and E. platypus Hook* do not transpire at night. Although some eucalypt species can tolerate saline water (Benyon et al. 1999), most preferentially consume fresh water when it is available (Holland et al. 2006; Sudmeyer and Simons 2008). Healthy eucalyptus trees consume more water than those affected by pest or insect attacks (Cornish and Vertessy 2001; Cunningham et al. 2009).

5.5. Evapotranspiration

Evapotranspiration includes transpiration of water through leaf stomata, evaporation of intercepted water from tree leaves, and evapotranspiration from the soil. Most studies on evapotranspiration confirm that eucalypts have higher evapotranspiration rates than other forms of land cover or forest tree species. This finding is confirmed in studies that compare eucalypts with grassland (e.g. Hutley et al. 2000; Dye 2013; Dresel et al. 2018); with shrubs (e.g. Scott-Shaw and Everson 2019; Kongo et al. 2011); as well as when eucalypts are compared with some acacias (Meijninger and Jarmain 2014) or pines (Dye 1996a; Huber et al. 2010). Regarding interception losses, although eucalypts intercept less water than pines (Pook et al. 1991), the total evapotranspiration loss is higher in eucalypts than in pines (Huber et al. 2010).

Studies which investigated the effects of land cover change on evapotranspiration confirm that changes from grassland to non-native eucalypt plantations increase evapotranspiration rates and decrease streamflow or groundwater (Eastham et al 1993; 1994; Dean et al. 2016). The impact of changing from eucalypts to other species depends on their comparative water use. For example, changing from eucalypts to acacia may decrease evapotranspiration and increase streamflow (Hawthorne et al. 2018), while converting from willow to eucalypt did not change evapotranspiration rates since these taxa have similarly high water use (Doody et al. 2011).

Evapotranspiration at a catchment scale increases with the plantation area (Kongo et al. 2011). When investigating different forest stand conditions or treatments, evapotranspiration rates are higher in re-growth of trees after fire compared to older growth stages (Buckley et al. 2012); with coppice regrowth compared to planted trees (Drake et al. 2012); with the increase in stand density (Huber et al. 1998; Huber and Iroumé 2001), and with irrigation (White et al. 2016) or fertilization (Huang et al. 2008). Also, trees recovering from defoliation have higher transpiration rates (Quentin et al. 2011). Harvesting (Dzikiti et al. 2016; C. Macfarlane et al. 2018) or thinning (Forrester et al. 2012; Roberts et al. 2015) decrease rates of evapotranspiration in the short term, but are followed by an increase in evapotranspiration and reduction of flows as trees regrow after harvest or crown density recovers following thinning.

Some evapotranspiration studies reported results that diverged from the dominant trend. In contrast to the general consensus that eucalypts transpire more than grasses, Wright et al. (2012) reports greater transpirations rates for grasses than for eucalypts located on the edges of a plantation. They attribute this to the greater water availability in pasture than eucalypts on the edges of the plantation (Wright et al. 2012). Another study found similar evapotranspiration rates between eucalypts and pine species after conversion from agriculture (Benyon and Doody 2015), while Soto-Schönherr and Iroumé (2016) found no significant difference in interception between eucalypts and pines. Moreover, Gush (2017) reported similar water use efficiency rates among clonal eucalypt, pine, *Casuarina* species and the indigenous tree *Vachellia kosiensis* in South Africa. In addition, the study of Carbon et al. (1981) reported only small differences in transpiration rates per unit leaf area between original eucalypt forests and eucalypt plantations.

5.6. Soil water resources

Soil water studies included studies of soil water content or moisture content and water infiltration rates. Among studies comparing soil water between eucalyptus plantations or forests and other types of land cover, most studies confirmed that soil moisture was lower under eucalypts. Studies that compare eucalypts with agriculture (Robinson et al. 2006; Sudmeyer and Hall 2015), grassland (White et al. 2003; Le Maitre et al. 1999; Eastham et al. 1993), other kind of native forests (non-eucalypts trees) (Barrientos and Iroumé 2018; C. E. Oyarzún et al. 2011; Soto et al. 2019), or native shrubs (non-eucalypts trees) (Scott and Everson 2019; Soto et al. 2019), agreed that soil water content and infiltration rates are lower under eucalypts. Single studies comparing eucalypts with peatland vegetation (Cartwright and Morgenstern 2017) and with pines (Scott 2000) also found lower soil water infiltration under eucalypts.

Soil water content was also found to be lower under certain forest conditions or treatments such as increasing stand density (Huber et al. 1998; Barrientos and Iroumé 2018); fertilization which was found to deplete soil water stores earlier and faster (White et al. 2014); after harvesting or thinning treatments (Rab 1996; Ruwanza et al. 2013) which can lead to poorer soil structure, compacted soils and decrease porous continuity (Oyarzún et al. 2011); or between forest rotations, where the second rotation will have lower soil water than the

first (Morales et al. 2015; Mendham et al. 2011), and which may have a cumulative impact on losses of soil water reserves (Oyarzún and Huber 1999).

Soil water repellency was also found to increase in areas invaded by eucalypts compared to natural sites (Scott 1993), or in dry soils under eucalypts (Thwaites et al. 2006). This can increase run-off, but reduce infiltration and decrease soil water. Fire in eucalypt forests may have diverse effects on soil repellency depending on the soil temperature reached (Shakesby et al. 2003) and on heating duration (Doerr et al. 2004). Under moderate fire temperatures (between 100-150 °C) soil water repellency of eucalypts does not change significantly, but it can decrease considerably at high temperatures (above 250 °C) (Doerr et al. 2004; Granged et al. 2011; Smith et al. 2011; Zavala et al. 2010).

Only three studies varied from the general patterns described above. Ruwanza et al. (2013) observed that eucalypts invasions in grassland and shrub soils did not induce resistance to infiltration. Likewise, when extending the comparison to shrub soils, Kerr and Ruwanza (2016), reported no significant differences of soil moisture between natural shrubs, invasive *E. camaldulensis* and sites cleared of invasive eucalypts. Oyarzún et al. (2011) found no difference in water repellency between native forests and eucalypt plantations soils.

5.7. Streamflow

Most studies comparing catchments of different land covers confirm that those afforested with eucalypts or pines have lower streamflow. These studies compared eucalypts with agriculture (e.g. Bell 1999; Cocks 2003), with grassland (Bosch and von Gadow 1990; Adelana et al. 2015), with other kind of native forests (non-eucalypts) (Correa-Araneda et al. 2016; Lara et al. 2009; Oyarzún and Nahuelhual 2005) or with other native shrubs (non-eucalypts) (Scott 1998; Hawthorne et al. 2013). Streamflow was found to be lower under eucalypts compared to other tree species such as pines (Huber et al. 2010; Albaugh et al. 2013; Sahin and Hall 1996).

Studies of land cover change through time have reported similar findings. When land is converted from agriculture to eucalypts or pines, streamflow is reduced (Versace et al. 2008; Stehr et al. 2010). Similarly, this is the case when grassland is converted to eucalypts or pines (Van Lill et al. 1980; Scott and Lesch 1997; Smethurst 2019); from native forest to eucalypts

or pines (Alvarez-Garreton et al. 2019; Little et al. 2009; Aguayo et al. 2016); and from shrubs to eucalypts or pines (Scott and Prinsloo 2008; Scott and Smith 1997; Smith and Scott 1992; Bosch and Smith 1989). Streamflow increases are observed when converting from eucalypt forests to pine plantations (Bren and Papworth 1991; Bren and Hopmans 2007); or from eucalypt forests to non-eucalypt species (Hawthorne et al. 2013). Nevertheless, in terms of streamflow and land conversions, the studies of Brown et al. (2015) and Liu et al. (2004) have results that, while not disagreeing with the consensus, indicate a spatial threshold for hydrological effects, as we outline below in part 5.

Some interpretation is necessary when considering streamflow effects between different types of eucalypt forest age classes or when considering stand treatment effects such as fire or timber harvesting. Changes from old-growth native eucalypt forests to younger age classes through fire or timber harvesting and regeneration resulted in lower streamflow (Kuczera 1987; Cornish 1993; Cornish and Vertessy 2001; Webb et al. 2012; Brookhouse et al. 2013). This reduction in streamflow was reported to be less when mature mixed eucalypt forest species were converted to younger post-harvest mixed eucalypt forest species than for forest dominated by Mountain Ash (*E. regnans*) forests in the same region (Webb and Jarrett 2013).

A short-term increase in streamflow and subsequent reduction due to tree regrowth is also observed with stand dynamics following fire (Scott 1993; Lane et al. 2010; Smith et al. 2011) but flow trajectories depend on the severity of the fire: a high severity fire reduces evapotranspiration, but a moderate severity fire leads to higher evapotranspiration and higher flow reductions (Nolan et al. 2015).

Studies reported that streamflow increases in the first few years after harvesting (Bren et al. 2010; Iroume et al. 2005; Post et al. 1996), or thinning (Stoneman 1993; Lesch and Scott 1997; Ryan 2013) due to the removal of trees after which there is a reduction in flows due to the growth/evapotranspiration of trees.

Several studies addressed mitigating factors such as buffers adjoining eucalypt plantations. Native tree buffers along streams in eucalypt plantations increased streamflow and decreased sediments and nutrients in rivers (Little et al. 2015). Grass buffers along streams in eucalypts plantations may increase streamflow levels (Dresel et al. 2018). Streamflow may be lower with higher stand density (Cornish 1993; Le Maitre et al. 2002) when trees are planted closer

to streams (Mensforth et al. 1994); or if a large proportion of the catchment is under plantations (Little et al. 2009; Iroumé and Palacios 2013; Alvarez-Garreton et al. 2019).

5.8. Groundwater

Groundwater levels under eucalypts or pines were generally found to be lower compared to areas under agriculture (Bari and Schofield 1992; Pierce et al. 1993), grasslands (Eastham et al. 1993; Adelana et al. 2015), native shrubs (Le Maitre and Versfeld 1997; Le Maitre et al. 1999), or acacias (Nolan et al. 2018). The same effects were observed in land cover change studies. Groundwater reserves are lowered where land cover changes from agriculture to eucalypt plantations (Stolte et al. 1997; Versace et al. 2008); and from grassland to eucalypt plantations (Bari and Schofield 1991; Sanford et al. 2003; Dean et al. 2016). Moreover, an increase in water tables was reported where land cover changes from native eucalypt forests and shrubs to agriculture or pastures happened (Eberbach 2003), which have caused salinity troubles in Australian groundwaters by seawater intrusions (L. L. Pierce et al. 1993), and confirmed that eucalypt trees use more water than agriculture or grassland.

Studies also showed that some stand treatments may affect the impact of eucalypts on groundwater levels. For instance, groundwater levels were lower with higher stand density than lower stocking (Heuperman 1999); grass buffers along streams can enhance groundwater recharge and streamflow (Dresel et al. 2018); and groundwater levels increased after thinning and removal of trees (Stoneman 1993).

5.9. Analysis of factors behind outlying results

The structured review of studies on eucalypts and water interactions demonstrates a strong scientific consensus that eucalypts affect water quantity in all parts of the hydrological cycle (evapotranspiration, streamflow, soil water content and groundwater). A minority of studies did not support this finding, reporting either no effects, no clear trends, or no differences between compared categories. These studies did not cluster at any particular scale of analysis, nor do they show any patterns related to the native or non-native status of the eucalypts (Australia versus the other two cases), nor were they associated with any particular methodological differences (with the exception of Silberstein et al. (2001), who used four

measurement techniques for evapotranspiration and reported differences in one of these that used the eddy covariance technique).

A primary difference identified in some of these outlying studies was the study design. For instance, Benyon and Doody (2015) compared evapotranspiration of *Eucalyptus globulus* and *Pinus radiata* plantations, but of quite different ages and densities (the pine stands were twice as old and less dense), and their results was the only study to suggest that both trees have similar evapotranspiration in a conversion from agriculture to plantations. Benyon and Doody (2015, p.1185) state that "*On the basis of our results, conversion from agriculture to conifers will have no greater or lesser effect on water resources than conversion to a broad-leaved, evergreen eucalypt species, once the canopy of the plantation has closed. Differences between species in time to canopy closure or rotation length may have an impact, but we have not examined these effects here*". Soto-Schönherr and Iroumé (2016), also comparing pines and eucalypts, reported that their results were actually influenced by the use of mixed stands (e.g. eucalypts with native broadleaves, pines with the native *Fitzroya cupressoides*), given that the characteristics of native broadleaved in high rainfall sites strongly influenced the analysis of the data (Soto-Schönherr and Iroumé 2016). The above studies have in common that they refer to the evapotranspiration phase. Finally, in studies making conclusions based on land cover change, a key issue in study design was the proportion of study area subjected to the change. This might explain the divergent results of Liu et al. (2004) and Brown et al. (2015), who found no changes in streamflow. In both studies the land use change affected less than 4% of the catchments being measured, whereas the other studies we reviewed reported higher change catchment areas (10%-100%). The two studies cited appear to be below a threshold to identify a hydrological response.

5.10. Knowledge gaps

A final component of this review was to identify knowledge gaps and proposals for future research. These are summarized here. First, regarding streamflow, Dresel et al. (2018) highlighted the need to explore in more detail the transit times between surface and groundwater, since they found large reductions in groundwater by trees, but no clear trend of reductions in streamflow. This shows a gap in our understanding of surface-groundwater interconnection and time response for measurable hydrological effects of trees (Dean et al. 2016). Little et al. (2009) call for more detailed studies on the long-term hydrological impacts of forest plantations through their rotation periods.

Second, on evapotranspiration, according to Albaugh et al. (2013) improving our understanding of water use efficiency of clonal trees is important for understanding the implications of genetic improvement on water use, as well as to improve understanding of the structure and physiological functions of trees. Additionally, more measurements of the impacts on evapotranspiration by insect and pest attack are suggested by Cunningham et al. (2009).

Third, regarding soil water, Hervé-Fernandez et al. (2016) suggest that further work is required to elucidate the soil compartments from which trees extract water and the interactions between water, carbon and nutrients. In addition, Barrientos and Iroumé (2018) recommend further investigation of soil water storage processes and their interrelations with rainfall, streamflow, groundwater, evapotranspiration and forest management to allow better analysis of the implications of climate change scenarios for different types of forest.

Finally, about groundwater impacts, there are important knowledge gaps regarding root architecture and maximum root depths reached in different growth phases for different tree species (Benyon et al. 2006) and how this influences their capacity to access water from soil and aquifers (Benyon et al. 2001) because root depth is an important component in hydrological models to estimate tree water consumption (Milly 1994; Zhang et al. 2001; O'Grady et al. 2005). In this regard, in Chile and South Africa, the effects of *Eucalyptus* tree species on aquifers are an important gap in forest hydrology knowledge. Finally, few studies have explored the impacts of climate change on tree water use and catchment hydrology and the implications of different forest fire scenarios (Albaugh et al. 2013). Of the three countries, most work on fire and climate change scenarios has been in Australia (Lane et al. 2010; Li et al. 2012).

5.11. Conclusion

The review of published studies across three countries, comparing components of forest hydrology between eucalypt tree cover and other types of land use or vegetation cover, reveals that both native and non-native eucalypts generally reduce catchment water availability through higher rates of evapotranspiration that reduce streamflow, soil water content and groundwater. The effects of eucalypts on hydrology varies with bio-

environmental conditions such as stand age, precipitations, soil, or groundwater availability, pest attacks, etc.; land use history; and forestry treatments. A small minority of studies do not support these findings. They add nuances to the overall understanding of the relationship between eucalypts trees and water use, with these deviations related to variations in study design: such as divergent tree ages and densities used in comparisons, mixed land cover categories, diverse water availabilities, and the scale/percentage of catchment-based studies. This highlights the relevance of understanding the study design in forest hydrology studies in order to contextualise and understand its results.

The results of this review are relevant for the general investigation, as it reveals that from the point of view of published peer-review articles on these revised forest hydrology topics there is mostly scientific consistency, despite the existence of some knowledge gaps in the field. The findings of this chapter are also consistent with other international reviews on forest hydrology (section 2.1). This makes it worthwhile to investigate the social dimensions of the production, circulation and application of the forest hydrology field and its knowledge contestations in Chile.

Chapter 6

Production and circulation of scientific knowledge: the forest hydrology field in Chile

This chapter focuses on analysing the social production and circulation of environmental knowledge in the field of forest hydrology in Chile. Four main questions are investigated: (B1) How have the forest hydrology field and its agents evolved over time? (B2) What are the schemes of perception, the choice of objects, approaches and the evaluation of possible solutions? (B3) How are the scientific capitals of the field composed by different claims of legitimacy, power and authority? And (B4), how do external political-economic relations shape production-circulation within the forest hydrology field?

The chapter guides its analysis on the concepts of the 'field theory' (Bourdieu 1975; Lave 2012) (see section 2.4.1), and is organised as follows. Section 6.1 introduces the empirical and theoretical context of this research. Section 6.2 provides an overview of neoliberal reforms in the forestry and scientific-university base sector in Chile. Section 6.3 provides an overview of the types of discussions currently present in the Chilean forestry hydrology field. Section 6.4 presents the participants and the social structure of the field. Section 6.5 analyses the habitus with its choice of objects and trends. Section 6.6 examines the capital of the field, with its struggles of legitimacy and authority. Section 6.7 analyses the relative autonomy of knowledge production and circulation in the field of forest hydrology in Chile. Section 6.8 presents the main conclusions of the chapter.

6.1. Introduction

The nexus between forest plantations and water resources has been a subject of debate among scholars in forest hydrology – the scientific field that studies how water flows through forests (Jones et al. 2009). In Chile, since the late 1980's, there have been many scientific and

public debates about the nexus between forest plantations and water depletion. Although the scientific literature and global reviews of the forest hydrology field from the last forty years mostly conclude that converting other land covers to forest plantations generate lower water yields (see eg. Bonnesoeur et al. 2019; Jones et al. 2016; van Dijk and Keenan 2007; Zhang et al. 2001; Bosch and Hewlett 1982), in Chile - at least until 2019 - there is no unified official view on the matter.

Chile is the country with the second-largest expanse of forest plantations in South America (Jones et al. 2016), and since the 1990's, it has been one of the ten largest exporters of forestry products in the world (Jelvez et al. 1990). Additionally, Chile is facing a 'mega drought' with predominantly dry years since 2010 (Garreaud et al. 2020), and water scarcity has become one of the country's most important environmental problems (Bachelet 2015). Some members of civil society associate the increase of water depletion with the introduction of exotic forest plantations (Palma et al. 2013; INFOR 2013; Torres-Salinas et al. 2016; CONAF 2017a), but others attribute these water reductions mainly to environmental causes of climate change, or to an increasing use of water by population growth in rural areas (Interview 8, November 2018; Interview 24, November 2018).

In this kind of environmental debate, different environmental or scientific explanations are produced and circulated at the initiative of diverse actors. Sometimes by individual researchers, as well as, sometimes, in collaboration with the State services, academics, or forest industry, each of them with different or similar interests. These interests may challenge the production and circulation of scientific knowledge that are subsequently mobilized in policy-making processes (Forsyth 2003; Paulson et al., 2003). When this type of challenges occur, environmental studies become a political-economic issue (Blaikie 1985), which is a topic of interest for science studies and political ecology, both of which address the production of environmental science.

To further understand the multiple social influences in the generation of environmental knowledge, several scholars have called for the importance of understanding the interconnection between the production, circulation and application of knowledge (Goldman et al. 2011); where often less attention has been paid to the production of that science (Robertson 2016; Duvall 2011). To account for this social-production view of a field, this research relies on the field concept developed by Pierre Bourdieu and subsequently

operationalised by Rebecca Lave (see section 2.4). In the common sense of the word, a field is "a particular branch of study or area of expertise or competence" (Oxford Dictionary 2021), a discipline or subject. But more than that, a field is constituted by people, institutions and their social relations. In this sense, a field is a socially constructed space with dynamic borders, without components but formed by agents and institutions that occasionally face struggles (Bourdieu 1988; Bourdieu 2004).

Based on interviews with key forest hydrologists doing research in Chile and drawing upon the *field* concepts operationalised by Lave (2012), this chapter analyses the external neoliberal political-economic context and the internal scientific struggles in the production of knowledge about forest and water in Chile, looking at the role of university, State, and private-sector institutions over the past 40 years. In more general terms, this chapter furthermore argues that science studies and political ecology studies working on the production and circulation of environmental knowledge could benefit from the field's theory and its concepts to deepen the comprehension of the social aspects of habitus, legitimacy and autonomy that underpin scientific production. Empirically, this chapter contributes to the literature by investigating how the production and circulation of knowledge in the Chilean forest hydrology field has evolved since mid-1970s.

6.2. Neoliberal reforms in Chile: plantation forestry and science

Any kind of field – scientific, social, economic, artistic, etc. – is organised at any given historical moment (Bourdieu 1975; Lave 2012), which as such has to be considered. As already mentioned in section 4.2, Chile's forestry sector has a long history that has contributed to building the current forestry and scientific sector in Chile. As a reminder of certain milestones of this macro-historical context of current neoliberalism in Chile; until the mid-1950s, the Chilean forestry industry was oriented mainly to the domestic market for native sawn timber (Arze and Svensson 1997b). In 1965 the first National Forestry Program was created with the goal of afforesting[12] eroded lands, using *Pinus radiata* (70%) and native species (30%) (Cabaña-Chavez et al. 2013). In 1967 and 1969 the Chilean Economic Development Agency (CORFO) created the forestry companies Celulosa Arauco and

[12] 5 million hectares in 35 years (Cabaña-Chavez et al. 2013).

Celulosa Constitucion to strengthen development of the forestry industry in Chile (Frene and Nuñez 2010; Cabaña-Chavez et al. 2013) (see section 4.2.3 for more details).

In the early 1970's there were cultural, economic and political forces driven by a coup d'état (11th of September 1973) in the country to promote further private industrialization and expansion of the Chilean forestry sector that led to an increase in conversion of agricultural land, native forests and shrubs to exotic forest plantations (Heilmayr et al. 2016). Specifically, this forestry transition (Kull 2017) was facilitated by Decree Law N°701 in 1974, which introduced extensive exotic forest plantations in south-central Chile (Biblioteca Nacional del Congreso de Chile 2008). During the first three decades the dominant tree species in these plantations was *Pinus radiata*. But since the mid-2010 eucalypt species have been gaining predominance in the national forestry context (Interview 15, December 2018; Interview 16, December 2018).

In addition to economic production, the promotion of large-scale monoculture forestry in Chile environmentally aimed at reversing soil degradation-erosion processes (Aliste et al. 2018). At the same time, it sought to increase the development of the national forestry with a series of economic incentives aimed at transferring the execution of productive forestry activities to private actors (Niklitschek 2007; Cabaña-Chavez et al. 2013). In particular, Decree Law N°701 provided a legal incentive for forestry activities by subsidising 75% of the net forestation costs for 20 years and exempting forestry companies from land taxes (Cabaña-Chavez et al. 2013). Additionally, in 1976 and 1979 the companies Celulosa Arauco and Celulosa Constitucion were sold to COPEC companies and the current company Arauco was founded (Arze and Svensson 1997b). Since the 1990s, CMPC and Arauco have become the two main companies in the Chilean forestry sector (Epstein et al. 1999).

The set of political reforms to forestry that Chile has undergone over the last decades have been very successful in generating economic benefits (Reyes and Nelson 2014). These reforms meant that in one generation Chile created one of the most competitive forestry industries in the world (Clapp 1995). Already in 1990, Chile was one of the 10 largest exporters of forestry products in the world and had the largest *Pinus radiata* plantations in the world (Jelvez et al. 1990). For this reason, the forestry sector has been labelled by some as 'the Chilean miracle' (Arze and Svensson 1997b).

This growth and export boom has been associated with a broader set of free market policy reforms in Chile (Kurtz 2001), and in particular, with a shift to neoliberalism, on the basis of which the whole country was restructured after the coup d'état in 1973 (Kay 2002). The Chilean case has been labelled as 'the first laboratory, experiment, or revolution for neoliberal reforms' in the world (Escobar 2003; Castro-Hidalgo and Gomez-Alvarez 2016; Stromquist and Sanyal 2013; Clark 2017; Alemparte 2021), and currently, as the most mature neoliberal regime in the South American region (Alexander 2009; Pérez-Ahumada 2014). The term of neoliberalism is characterised by multiple and contradictory meanings (Venugopal 2015) but maintains certain common features in its process of neo-liberalisation (Bakker 2015). In general terms, Chilean neo-liberalisation has consisted in a trade of liberalisation to increase industrial efficiency (Clark 2017). Chilean neoliberalism reside in the prioritisation of economic activities over other social relations, the reduction of the State's role (Gutiérrez 2019), and privatization mechanisms (Bakker 2015), among others. Thereby transforming the Chilean State into an 'umpire State' (Barandiaran 2018), which in certain cases has influenced the State's knowledge production, circulation and decision-making, as evidenced in the case of Petorca in Chile (Budds 2009).

In Chile's neoliberal transition, deep regulatory reforms were implemented in all domains (Ffrench-Davis 2002; Holmes 2015). These concern neoliberal reforms on water (Bakker 2003; Bauer 2012; Baer 2014; Molinos-Senante and Sala-Garrido 2015; Correa-Parra, Vergara-Perucich, and Aguirre-Nuñez 2020), fisheries (Altieri and Rojas 1999; Javiera Barandiaran 2018a), mining (Singh 2014), health (Unger et al. 2008; Rotarou and Sakellariou 2017), or highways (Trumper and Tomic 2016), among others. Neoliberal changes in environmental and regulatory institutions (Javiera Barandiaran 2015; Ibarra et al., 2018), were paralleled by changes in forestry.

As presented in section 4.2.2, neoliberal transformations in the forestry sector were one of the first to be applied in the country. Where the State forestry sector, including its industries, pulp mills, sawmills, plant nurseries, technical training and research centres and land, among others, were privatised. All this, has led to important restrictions for the production and circulation of forestry knowledge by the Chilean State. All those aspects are relevant, as the privatisation is one of the main characteristics that Lave (2012) recognises in the neoliberal science regimes.

In this sense, a major change also took place in the university and research sector. In the 1980s, State funding for universities was reduced (Barandiaran 2012). The traditional universities adapted to the neoliberal economy and gave rise to the creation of private and for-profit universities in the country (Barandiaran 2012). Currently, the Chilean State invests around 0.5% of GDP in research and development, and uses a competitive resource allocation model (Diaz 2013). This means that doing science in Chile is very challenging and competitive for academia, and that a great amount of scientific capital (i.e., reputation, publications, CV, networks) is required in order to obtain the competitive scientific funding from the National Commission of Research, Science and Technology (CONICYT) (Interview 21, November 2018). In the same way, the various State agencies, such as the environmental institutions, often do not have the funding to conduct their own investigations (Ibarra et al., 2018). The aforementioned is also a reality in the State forestry institutions in Chile.

6.3. The Chilean forest hydrology discussions

As mentioned before, a field is a social open space formed by institutions and agents which occasionally may face struggles (Bourdieu 1988; Lave 2012). In this perspective, it is relevant to know when and how the forest hydrology field started in Chile and when discussions about it appeared. As presented in section 4.1.4, forest hydrology studies in Chile, started in 1970 (Iroume and Soto 2013; Jones et al., 1975) and subsequently in early 1980s, with work carried out by Professor Anton Huber and at the time student, Professor Carlos Oyarzun of the Universidad Austral de Valdivia (Interview 2, November 2018; Interview 7, January 2019; Interview 23, December 2018). Huber started his research at the experimental sites of the university (at that time in the Los Lagos region). Afterwards, he worked in the area of Concepcion, especially with the forestry company Mininco (Interview 23, December 2018; Interview 2, November 2018). The studies were conducted because there were many discussions surrounding water consumption of *Pinus* and *Eucalyptus* plantations, introduced extensively in south-central Chile in the mid-1970s with the introduction of Decree Law N°701 (Biblioteca Nacional del Congreso de Chile 2008). At that time, there was a lack of national forest hydrology data and the discussions relied primarily on international studies developed in Australia, New Zealand and South Africa (Interview 2, November 2018; also Iroume et al. 2005).

Since then, debates over the influences of plantations on water resources have continued. For instance, in the 2010s, some actors stated water depletions in forestry territories is due to the decrease in rainfall (climate change), forestry plantations, or water pollution, among others (Oppliger 2011; Palma et al. 2013; INFOR 2013; CONAF 2017a). For some agents, the reasons were complimentary, whereas for others they were mutually exclusive; making the understanding of the issue highly complex and uncertain. At the same time, there were also several actors who totally denied the existence of water depletion problems in these rural areas of the country (Interview 2, November 2018), which further distanced the diverse understandings about this phenomenon.

But what is generally said by the experts producing scientific knowledge in Chile about forestry plantations and water reductions? Most forest hydrology researchers from academia, and some regional State representatives maintain that forestry plantations influence water depletions in forestry lands, stating that this is nationally and internationally known (Interview 3, November 2018; Interview 4, December 2018; Interview 6, December 2018). At the same time, there seems to be a gradient in the academic world about the uncertainty or knowledge gaps on the subject. Some researchers also declare (or declare that other academics state) that there are still certain processes to be understood because it is not known how they work, especially around knowledge gaps such as ground-soil water dynamics or climate change (Interview 2, November 2018; Interview 20, December 2018). Other academics, while also acknowledging the effects of forestry plantations on water reductions, also stress the complexity of nature, the magnitude/significance of reductions, and the existence of many uncertainties (knowledge gaps) that would make it somewhat difficult to mention that there is an effect on water reductions from forestry plantations. In this sense, some academics seem to stress the complexity and uncertainty of forest hydrology phenomena as an impediment to be able to say effectively that forestry plantations have an effect on water reductions downstream. As two academics put it when talking about uncertainty on the effects of forestry plantations on water reductions (researched in Chile since the 1980s):

> "*In general, and I would say that forests |forestry plantations or native forests| in general, what are the downstream effects of the presence of a forest is undoubtedly that a forest will consume more water than a shorter vegetation |grassland, agriculture, etc.|, I think there is a strong, a strong agreement in the research. And the big discussion is what is the difference |in magnitude|, where*

there begins to be |uncertainty|… what are the uncertainties to be able to say effectively what there is the effect |of water reductions| that a forest has downstream and probably a plantation since it is a being, a younger being is going to have a greater effect than a more adult forest and that is logical because the same thing happens to us, a young growing being is going to eat much more than a much older gentleman let's say and that no longer requires so much energy to move" (Academic 1).

"|there are|*5 minutes of certainty and the rest of the time of uncertainty (...) Of course, if we are honest, any hydrologist who is honest or any person who is honest who works on water resources issues, we know that we have a lot of uncertainty because we work with nature, we work with the work of god, god took this to laughter looking at joseph, what we do and because the system is not linear and it is multidimensional, so what we are going to do is approximate it little by little.*" (Academic 2).

Some industrial and academic researchers for their part, while also acknowledging that forestry plantations influence water reductions, do not openly affirm it either, and some doubt the significance of the effect as it is seemingly small for them or state that it has non-significant effect on water reductions (Interview 9, December 2018; Interview 1, December 2018). Currently, there is a diversity of scientific views among the country's forest hydrologists (comprising academics, government agents and forestry companies). Three main issues appear to stand out in (oral) discussions about the forest hydrology studies: (1) contradictory statements about existence, availability or denial of forest hydrology research in the country (2) aspects of material and symbolic power about the legitimacy of this research; and (3) other communicational-language aspects in circulating knowledge about forest hydrology that can lead to misunderstandings (or confusion) on the effects of forestry plantations over water resource.

First, there are contradictory perceptions about the existence or availability of forest hydrology research in the country, and this concerns in particular state forestry institutions. These differences among forestry state institutions are also observable across administrative scales within the state. For example, on the one hand, at the national level, senior state forestry representatives declare that they are unaware – ignorant or deny – of the existence or relevance of research about forest hydrology in the country. These senior governmental

stakeholders state that to their knowledge there is no information on forest hydrology that demonstrates adverse effects of plantations on water resources in the country, or that studies are insufficient or irrelevant research because research does not provide solutions for the forestry market (Interview 24, November 2018; Interview 8, November 2018; see also INFOR 2013). As national leaders linked to the Chilean State's forestry institutions stated in 2018.On the other hand, regional levels of the State forestry institutions, recognise the existence of multiple forest hydrology studies in the country and develop and monitor some micro-watersheds themselves (Interview 17, December 2018). Academics and the forestry industry for their part, also acknowledge that there are many forest hydrology studies scattered across the country (Interview 7, January 2019; Interview 23, December 2018). But the industry representatives state, for instance, that there are few long-term studies in the country (Interview 23, December 2018). International organisations linked to forestry, for their part, have other statements on forest hydrology research in Chile. For instance, according to an officer from FAO (forest and water section in Rome), Chile is one of the world's leading countries in terms of forest hydrology research:

> *"Chile is in a better position than most countries globally. Because you have a research institution like INFOR within the government for example. And because perhaps the issues have been politic contentious, going from agriculture to exotic plantations versus native … so yes, I would say from a forest-water perspective, Chile is maybe more advanced than other countries. Even the fact that water is part of the forest strategy until 2023. Most countries do not have this".* (Interview 34, October, 2018).

This FAO-Rome statement may also be consistent with an academic study conducted in early 2010 – written but unpublished (being an internal forest hydrology report) by one of the Chilean State forestry institutions at the national level – this study reports that in Chile there have been monitored at least more than 80 watersheds between Valparaiso region (V) and Los Lagos Region (X). Ten of those correspond to large basins, mainly monitored by the Universidad Austral de Chile, followed by the Universidad de Concepcion and Universidad de Talca. And more than 50 experimental catchments were still under active monitoring by early 2010. Such contrasting claims and facts make the debates complex, and are used to establish or deny existence of forest hydrology studies and knowledge in the country.

Second, with regard to the legitimacy and authority over forest hydrology studies – as shown in the previous point – these have been frequently put into question, notably by different groups producing forestry hydrology studies in the country. Aspects such as the nature of the data (generated by whom, how, during what period of time, etc); the cross revision of the information; and the communication of the information produced (where, how to publish, etc), have been important elements in discussions on the legitimacy of the country's forest hydrology studies. For instance, the use of monitoring stations of the General Directorate of Water of Chile (DGA) for developing forest hydrology research, is considered by some academic actors as a sign of transparency and legitimacy of the forest hydrology information, given that this database consists of public information that all actors can access and review (Interview 1, December 2018; Interview 7, January 2019). However, other, industrial, actors don't seem to agree with this and prefer to develop their own databases (monitoring) without sharing them. Therefore, the legitimacy of forestry industry studies has been put into question for not sharing their forest hydrology databases on which there are based with other forest hydrologists who during years have requested this (Interview 2, November 2018; Interview 3, November 2018; Interview 7, January 2019; Interview 20, December 2018). The communication of the forest hydrology research results at scientific conferences (Interview 7, January 2019), or by the publication of peer-reviewed forest hydrology works has been considered by some actors as another crucial manner of validating and legitimising forest hydrology studies in Chile (Interview 2, November 2018; Interview 21, November 2018). Considered by some as less legitimate, are forest hydrology works that are published and circulated in reports by certain forest hydrology actors without blind external review (Interview 2, November 2018). Additionally, legitimacy of some research has been challenged by some industrial actors because they would have short time frames (Interview 23, December 2018), or because of the antiquity of the methodologies used by the first studies, versus new technologies that would be more accurate and valid today (Interview 23, December 2018). Or, some methodologies would simply be imperfect and provide less valid studies than others (Interview 7, January 2019). All these aspects are discussed in more detail in section 6.6 about legitimacy and authority in the Chilean forest hydrology field.

Third, when communicating knowledge about forest hydrology studies, there are different issues and certain objects at stake. For some forest hydrology actors, despite the influence of climate change and diverse environmental conditions that play part, forestry plantations – of *Eucalyptus* or *Pinus* – clearly contribute to water reductions. This would be due for instance,

to the fact that forestry plantations have a lower water regulation capacity compared to other permanent vegetation cover, such as grasses, native forests, etc., and to the age of the trees growing, because younger trees consume more water than older forests (Interview 7, January 2019; Interview 13, December 2018; Interview 17, December 2018; Interview 18, December 2018; Interview 20, December 2018; Interview 30, November 2018). On the other hand, there are field agents who – while recognising or at least not denying that forestry plantations contribute to reduction of water resources – state that the hydrological differences between native forests and forest plantations may perhaps not be that much to become significant/relevant (Interview 1, December 2018; Interview 4, December 2018; Interview 9, December 2018; Interview 14, November 2018). This is, so they argue, because there are still many uncertainties[13], and because climatic, geological and soil factors are more relevant than the type of vegetation cover (Interview 3, November 2018; Interview 6, December 2018; Interview 14, November 2018). In this respect, a sub-group of academic actors has come to put forward a new hypothesis base on which they intend to propose a new theory or trend in the forest hydrology field. According to this hypothesis, some state that Chile would be an exception to the international scientific forest hydrology findings – which acknowledges the large water uses that these productive forestry plantations have – due to its unique[14] Mediterranean climate (Interview 1, December 2018; Interview 12, November 2018). For this reason, it would not be possible in Chile to use international literature to refer to the effects of forestry plantations on water resources (Interview 12, November 2018). All this generates doubt on, and challenges about what is already known nationally and internationally about the effects of fast-growing forest plantations on the hydrology of a site.

Additionally, there are different stances on whether local experiences or knowledges of rural inhabitants, should be taken into consideration to find possible solutions to this issue. For instance, regarding the issue of water and rural communities living in forestry regions, there are views that argue that the generation of local knowledge[15] about people's water-

[13] Understood by them as some issues where the processes involved are not fully understood or where there are knowledge gaps, e.g. climate change, groundwater and soil water storage dynamics, the complexity of scaling up processes, etc.

[14] This declaration of Chile as having unique Mediterranean climatic characteristics is very inaccurate. Many countries around the world growing *Pine* and *Eucalyptus* tree plantations have Mediterranean climates. Some regions in Australia and South Africa are among them.

[15] Lave (2015, p.246) understands local knowledge as an extramural production of knowledge "typically used to describe the agro-ecological knowledge of marginalized peoples in the developing world".

experiences (experiences of water increasing or decreasing in forestry lands) should be considered in forest hydrology discussions (Interview 2, November 2018; Interview 7, January 2019); while other views hold that peoples' perceptions could sometimes be too inaccurate to be considered in forest hydrology discussions (Interview 3, November 2018; Interview 13, December 2018). Additionally, for some of the actors, population growth and people's or agriculture water consumption would be factors that, together with climate change, would be responsible for water scarcity in rural areas of the country (Interview 1, December 2018; Interview 12, November 2018).

The different aspects mentioned above become more relevant when, subsequently, it is time to evaluate what scientific information to use or not for the formulation of public policies, and what measures should be applied or not, in the forestry territories.

The resulting uncertainty about the legitimacy and authority discussions on water-forest interactions in Chile among stakeholders, has helped to keep the forest hydrology debates going. This observation is in line with what Barandiaran (2015) says about the analysis of the role of science in the system of environmental assessments in Chile, where uncertainty helps to maintain tensions that make environmental assessment difficult.

6.4. The social structure of the Chilean forest hydrology field

As explained before (section 2.4.1), a field is socially constructed by agents and institutions (Bourdieu, 1994; Bourdieu 2004; Lave 2012). In Chile, since the 1980s forest hydrology research has been undertaken mainly by the traditional public universities, namely the Universidad Austral de Chile (Valdivia), the Universidad de Concepción (Concepción), the Universidad de Chile (Santiago), and the Universidad de Talca (Talca), this last one until 2020 when the forestry career (and its forest hydrology teaching) was closed due to its low scientific productivity (UTalca 2020). Forest hydrology research has also been undertaken pioneeringly (since 1970 but inconstantly) by Chilean State agricultural and forestry institutions, and most recently (since 2008) by the largest Chilean forestry industries, as detailed in the historical review of the science of forest hydrology in Chile, in section 4.1.4.

Currently, these institutions are collaborating as well as competing for legitimacy and authority on the subject of water and forest interactions. In academia, forest hydrology is taught in some bachelor's and master's degree courses. There are three doctoral programmes doing research in forestry in Chile (Salas et al. 2016), at the Universidad Austral de Chile, Universidad de Concepción and Universidad de Chile. In particular, the Universidad Austral de Chile historically had the scientific authority in the field. It was this university that started the forest hydrology studies in the country, with the work of Professor Anton Huber and his assistant – currently professor – Carlos Oyarzún in the early 80's. The first studies began at the Faculty of Science, and then spread to the Faculty of Forestry and Natural Resources, where the largest amount of research in this area has been carried out. Nevertheless, it is important to highlight that from the early beginnings of Chilean forestry hydrology research, there were incipient and diverse collaborations between academics, governmental institutions and forestry companies. Cooperation strategies have changed over time, but some still remain.

Nowadays, the Universidad Austral de Chile, is the only forestry faculty in Chile to offer a doctorate in forest ecosystems and natural resources, with the option to obtain a degree in water resources and global change (UACH 2022a). The Universidad Austral de Chile has also been the only national university who has held two national and international congresses specifically on the theme of forests and water. This in 2013 and 2018, in collaboration with the International Union of Forest Research Organizations (IUFRO), and State forestry institutions. Some academics from this university also collaborate with forestry industry projects.

For its part, the Universidad de Concepcion has been the only university in Chile that has developed two research projects focused solely on *Eucalyptus* species and their water use efficiency to understand the relationship between water uses and growth (Rubilar and Valenzuela 2011). This happened in cooperation with the companies Bioforest and CMPC (Interview 23, December 2018). At the Universidad de Concepción, the environmental sciences center (EULA) also stands out for its studies in forestry hydrology and watersheds (UdeC 2022b).

The Universidad de Chile for its part, is only recently taking up again a curriculum more oriented to forest hydrology by developing – together with other faculties – a bachelor degree

focused on the study of water resources that includes social and forest assessments with an interdisciplinary approach (Interview 21, November 2018; UCH 2022c). But this bachelor degree is not yet in operation and plan to open in 2023 (UCH 2022c).

In 2020 the board of the Universidad de Talca took the unanimous decision to close the faculty and the forestry engineering course, given the low number of students enrolled and the fact that "*the productivity of the faculty was also below the institutional average, while the number of projects in execution represents only 0.01%*" (UTalca 2020). However, previous to the closure of the faculty and career; the University of Talca hosted the CTHA (Technological Centre for Environmental Hydrology), which has been an institution that has developed multiple national – and occasionally international – reports on forest hydrology in Chile (UTalca 2022a). Recently, and after the closing of the career, one of these professors has changed his institutional affiliation from University of Talca to the Faculty of Forestry Sciences of the Universidad de Chile, and subsequently to the UC Wood Innovation Centre of the Universidad Catolica de Chile

Second, there are two main State forestry institutions that have done or are doing forest hydrology research: CONAF (National Forest Corporation) and INFOR (National Forestry Institute). Under the mandate of the Ministry of Agriculture, they are in charge of overseeing the forestry activities in Chile. CONAF was created in 1972 as a replacement for the previous forestry institution, the Corporation for Reforestation (COREF) (Cabaña-Chavez et al. 2013). CONAF is a private and non-profit organization through which the Chilean State contributes to the forestry development (Salas et al. 2016). An example of its forest hydrology activities is the development of the technology transfer SHETRAN project, from 1994 to 1999, in collaboration with the University of Newcastle (Bathurst et al. 1998). The project measured flow and sediment transport in forests and forest plantations in the three micro-watersheds of La Reina (pine and later eucalypt), Rio Clarillo (native forest), Minas del Prado (pine), and two carcavas in Chosme (pine) (Bathurst et al. 1998). Subsequently, a professor from the Universidad Austral de Chile – without being an official part of the project – collaborated closely with the SHETRAN project, and after the closure of the project, this professor continued voluntarily with the monitoring of the La Reina catchment for more than 20 years (Personal communication, January 2021). This confirms that in the mid-1990s there was scientific cooperation on this issue between governmental institutions, international partners and academics from the Universidad Austral de Chile. Nevertheless,

there are some criticisms of CONAF for not always being constant in its hydrological monitoring watersheds projects (Interview 23, December 2018). Currently, CONAF has a National Programme for Watershed Management and Soil and Water Conservation focused on hydrological forest-soil-watershed restoration (CONAF 2021). However, its participation in forest hydrology research has decreased in the national context, as they have not continued with active projects in the field.

INFOR for its part was created in 1961 as a FAO project and in 1965 became an official institution of the Chilean government (Cabaña-Chavez et al. 2013). INFOR is the governmental institution which "generates scientific and technological knowledge for the sustainable use of forest resources, including the statistical information for different aspects of the forestry sector" (Salas et al. 2016, p.6). However, the institution's research has mainly prioritized forestry development (Frene and Nuñez 2010b), and the institution over time has gone through active and less active periods of work on forest hydrology issues. As an example, in 2014, the first Forest Ecosystems and Water Programme was created by INFOR in the regions of Valdivia, Concepcion and Chiloe (Interview 17, December 2018; Interview 18, December 2018). One of the objectives of the Forest Ecosystems and Water Program is to create an online platform/dataset, inviting forest hydrology actors to register on the website all hydrological monitoring stations in the country (Interview 17, December 2018; INFOR 2021c). In this respect, in 2021, Llancahue, San Pablo de Tregua, Reserva Costera Valdiviana (Universidad Austral de Chile), and Rio Futa (instituto Forestal, sede Los Rios) were the unique long-term flow monitoring stations in forest areas officially reported in the online catalogue of the Forest Ecosystem and Water Program (INFOR 2021c). This programme was originally funded until 2020 (Interview 18, December 2018) after which funding had to be extended. The above reflects the situation that INFOR does not have constant funding and usually it must compete with universities or other institutions for research funding, which has led them to focus mainly on short-term projects (Salas et al. 2016). For this reason, according to Donoso and Otero (2005), until the 2000's, INFOR did not have experimental forests for carrying out long term research.

Third, the private sector actors include forestry companies which have done forest hydrology research in Chile, such as Celulosa Arauco y Constitución S.A. (Arauco), Mininco S.A. (CMPC), as well as Masisa S.A. The main forestry companies in Chile are Arauco S.A. and CMPC S.A. (Chilean based investments). Currently, Arauco is among the top 5 pulp and

mill suppliers globally; and it has become the largest owner of forest plantations in South America (1.67 million hectares) (MundoMaritimo 2012). During the late 1990s, Arauco created a company for forestry research called Bioforest S.A., focussing on forest product development and market solution-oriented forestry research (Arze & Svensson, 1997). Bioforest developed a wide range of research, including amongst others on the selection and breeding of genetic varieties of eucalypts, aiming at the increase of forest productivity (Rubilar and Valenzuela 2011). In the 1990's, the forestry company Mininco – without carrying out research themselves – collaborated with Professor Huber from the Universidad Austral de Chile by giving him access to their forestry lands for carrying out forest hydrology monitoring-projects. In 2005, forestry Masisa started watershed monitoring (Interview 28, January 2019).

In 2008, motivated by growing national debates about the water effects of forest plantations, Bioforest – the research filial of Arauco forestry company – started its own multi-long-term forest hydrology monitoring project[16]. This project includes the development of partnerships with academia, and the diffusion of the information that is generated to different actors and decision-makers (Interview 9, December 2018; Interview 10, December 2018; Interview 11, December 2018). In this project, Bioforest is carrying out various collaborations on specific topics with some Chilean academics and two Australian expert consultants who have specialised in forestry hydrology issues (Interview 9, December 2018; Interview 5, November 2018). The project was born as a response to the growing demands and concerns of small rural communities living in the vicinity of forestry industry plantations, who blame the arrival of the industry for causing problems of 'reliability of water resources' (water reductions) (White et al. 2018). This is due to the fact that in Chile there are many small communities that are supplied with water from small streams or wells fed by catchments planted by the industry (White et al. 2018). Bioforest is seeking to develop a forestry hydrogeological model that will allow themselves to model water availability and diverse water uses (consumptions) in catchments (Interview 9, December 2018). The project has three specific objectives (White et al. 2018). The first goal (phase 1) is to generate models that allow in their visions a more accurate quantification of the effects of forest type, management, climate, soils and geology and how each of these factors may have relative influences in different locations. Second

[16] This project is measuring rainfall, sap flow, interception, runoff, soil moisture and aquifers (wells), among others, measurement instruments that were reviewed during the guided on-site visit at this experimental forestry plantation long-term monitoring project.

(phase 2), the project aims to develop a company forest management plan based on its modelling. This model seeks to include not only forestry plantations in its modelling, but also to consider factors such as agricultural water uses and human consumption of water that may contribute to water reduction in watersheds (Interview 9, December 2018). In this sense, the project's strategy in its modelling and management plan in the face of water scarcity states: "*water scarcity is not simply a matter of supply* [climate, soils, geology, or diverse land uses] *but must also factor in current and future demand due to changes in population and demographics. This must also be part of the modeling in the Bioforest strategy"* (White et al. 2018, p.4). In this sense, its research approach takes the affected rural communities and their increasing water consumption as a key external factor to be considered when addressing – the causes of and solutions – to water scarcity. Third, the project seeks to generate engagement with diverse external and internal industry stakeholders to guide future plantation and water scenarios in the country. This third objective (phase 3) also includes notions of adaptation, securing water infrastructure as a solution for communities, while also meeting the economic objectives of the industry in the affected rural areas/communities. In this regard *"the results of the project will be used to raise awareness of the complicated issues surrounding water supply and forest"* (White et al. 2018, p.1). In 2018, they were already in phase 3 of the project (White et al. 2018). Additionally, Arauco company seeks to establish close relations with the State (especially the MOP and DGA related to management of water resources in Chile) for the establishment and financing of infrastructural solutions for forest plantations' neighbours affected by the country's water shortage (Interview 25, December 2018). In this context, this industrial research project is born as part of a solution to social and environmental problems that the forestry company faces in neighbours' rural communities, and which constitute a challenge to its industrial economic sustainability. What is also at stake in this project is the company's intent to establish links with State politicians, academics and other experts, in order to produce, propose, influence and guide the construction of new forest hydrology science and future policy - solutions to the problems of plantations and water in Chile.

In a similar way, CMPC company also started in 2008 to develop its independent long-term forest hydrology monitoring research project; always in collaboration with one academic from the Universidad Austral de Chile (Interview 23, December 2018). Both companies use their own revenues to invest in their forest hydrology research. They have their own experimental plantations where they are performing long-term research in collaboration with some Chilean university-based forest hydrologists, as well as – as in the case of one

company – since 2016 with two international consultants (former CSIRO Australian forestry researchers). (Interview 9, December 2018; Interview 5, November 2018). One forestry company claimed to have invested close to a million dollars in ecohydrology research development over 3 years (Interview 9, December 2018), and one academic noted that "Nacimiento is one of the largest (maybe is the largest) multi-catchment studies in the world and may be ranked with the H.J. Andrews Forest catchments in Oregon and the Caspar Creek catchments in California" (Personal communication 26, January 2021). Both companies, in turn, have created departments to deal with "water and communities" issues, through which they seek to support neighbours with water scarcity problems with infrastructural solutions (ARAUCO 2021; CMPC 2022). However, these two forestry companies have not collaborated much with CONAF or INFOR in forest hydrology research (Interview 23, December 2018; Interview 9, December 2018).

From the side of academia, there is a wide perception that forestry companies have not been open to collaborate and share forest hydrology information and state that this industrial practice has been in place for many years (Interview 21, November 2018; Interview 3, November 2018; Interview 22, December 2018). Among some accounts, there are academics who have tried to approach/collaborate and obtain information from the biggest forestry companies, and state that although they have been received and listened to, the conversations do not bear fruit, they are prolonged and do not arrive at anything concrete, so the researchers get tired and give up (Interview 20, December 2018; Interview 22, December 2018). Forestry industries have kept this 'selective' attitude in particular with those researchers who ask certain types of questions linked to the effects of water depletions and to whom one forestry company declared that it felt 'judged' and therefore avoided collaborating with these researchers (Interview 23, December 2018). One professor, however, states that one of the largest forestry industries has been 'very generous' in sharing information related to LIDAR imagery, among others. (Interview 14, November 2018). As to the industry side, on the other hand, acknowledging a selective criterion for collaboration with Chilean forest hydrology producers, they declare their intention to extend and continue to collaborate with multiple scientific actors in the future (Interview 9, December 2018; Interview 23, December 2018).

6.5. The habitus: research objects, concepts and possible solutions

Bourdieu (1975) understands habitus as social schemes of perception and action, which are acquired through an educational system (e.g. scientific training) and which enable the choice of research objects or the evaluation of possible solutions. It is argued here that there are two research trends in forest hydrology.

Although there is a great richness of research topics present in the forest hydrology field, as a broad generalisation, it is possible to identify the existence of two main research trends. These trends can be called 'ecosystem' and 'forestry hydrogeology' sciences approaches. They are visible in the comments of interviewed participants. These different trends present different research objects, concepts, as well as visions of different possible solutions to the water and forest discussions.

Both trends of scholars (across academia, industry and government members) are concerned with water care issues. Both recognise the existence of the mega-drought in the country, and both have done research in forest hydrology. However, they have focused their research and action in different ways (see Table 8). By using different research objects and concepts both trends are producing different "systems of generative schemes of perception, appreciation and action" which Bourdieu (1975, p.30) recognises as key habitus components.

On the one hand, the 'ecosystem' trend highlights not only the study of forestry plantations, climate, or soil, among other environmental components, but sets to study native forests and forest plantations alike to understand the forest hydrology of both. In this sense, this approach focuses on investigating the diverse internal factors present within forestry plantations that influence water depletions, and on comparing them with other land uses, such as native forests, shrublands, agriculture or grasslands in different geographical and climatic contexts. These factors are investigated in terms of runoff, evapotranspiration and soil studies. Researchers from this trend distinguish the terms 'forestry plantations' and 'native forests' as spaces with different environmental processes and water behaviour/phenomenology. For them, some key elements that distinguish a forestry plantation are the constant dynamics of harvesting, soil compaction, tree regrowth, and water consumption in young tree forestry plantations, among others. To study both native

forests and plantations this trend uses concepts or disciplinary frameworks such as sustainability, ecosystem services, ecology, biological sciences, chemistry, climate, soil, watershed management, restauration, landscapes, and hydrology (Interview 2, November 2018; Interview 13, December 2018; Interview 17, December 2018; Interview 20, December 2018; Interview 22, December 2018). One example of this is the 'Forest Ecosystems and Water Programme' at the regional level, which applies theoretical concepts such as forest ecosystems, conservation, and watershed management, among others in its framework (INFOR 2021b). As a result, the programme participants have proposed solutions focused on the identification of areas or micro-catchments necessary for human consumption and aimed at managing, restoring and conserving areas, with a permanent land cover (i.e. without harvesting) of native forests or a mixture of native forests and forest plantations. At the same time, they promote water governance coordination mechanisms between rural inhabitants, forestry companies and the State at a micro-watershed level (Interview 17, December 2018; Interview 18, December 2018). These aspects also reflect an ecosystemic vision of possible solutions to the forest and water issues.

On the other hand, the 'forestry hydrogeology' trend studies forestry plantations too, but it pays attention to external socio-environmental factors of forestry plantations in influencing water reductions, such as soil water capacity and geology, and climate or biological aspects (e.g. tree clones) to understand how/to what extent these hydrogeological aspects may affect the hydrology of a site as well. These factors are investigated in terms of runoff, evapotranspiration and soils. For them, some elements that stand out are the gaps in knowledge or the relevance of the impact of planning on water resources over other external environmental factors such as rainfall, climate change, geology, soils, agriculture, people, etc., or the relevance of forestry plantations themselves in influencing water reductions. Some of them mention that some geological cracks/fault lines – in the Andes Mountain range – could be influencing the decrease of water. In addition, for some of them, there are also social factors to be considered, such as the growing demand for water from increasing rural populations as the increase of human water consumption might contribute as well to the water depletions in the forestry territories. To study these aspects, this trend usually uses concepts and disciplinary frameworks such as hydrogeology, water use efficiency, efficiency, climate, forestry management, ecohydrology, sustainability and productivity (Interview 1, December 2018; Interview 3, November 2018; Interview 6, December 2018; Interview 10, December 2018; Interview 23, December 2018). Furthermore, some of these scholars and

field participants of this trend are also notable for using the concepts of 'forests', 'forest mass' or 'vegetation mass', to refer to productive 'forestry plantations' and 'native forests' alike, or to a mix[17] of both. Also, they use the term 'short vegetation' to refer for instance to 'grasslands'. An example of this trend is the Bioforest experimental research catchments, which focus on theoretical concepts such as drought (meaning decreasing rainfall), geomorphology, and human water consumption, among others (Bioforest 2014). As a result they have developed the 'Water Challenge Programme' (ARAUCO 2021) which proposes solutions focussed on infrastructure for drinking water, such as the construction of wells, mini-tanks, solar and electric generators, as well as the possible translocation of water between basins (Interview 9, December 2018; Interview 25, November 2018). These aspects also reflect an external and infrastructural vision of possible solutions to the forestry and water issues.

As one forest hydrology researcher states:

> "*From the human point of view with those costs versus making the change of use from plantation to something else, I don't know, which could even be native forest, even though the native forest at the beginning is still going to consume, therefore you are not going to notice the effect, but let's think about a use more like an adult forest in a year's time, or a meadow that also has its maintenance cost, But if you compare these costs of infrastructure versus forestry, they are orders of magnitude of difference in relation to increasing the flow that the communities have by one more litre, that is to say, look if it would be more expensive to make a forestry change than to make an infrastructure if you want to increase or normalise the additional litres to be delivered, then, the best is going towards...well* [infrastructural solutions]*"* (forest hydrology researcher in a forestry industry).

In this regard, for this forestry industry researcher, 'efficient' means a lower cost and faster solution. For that, the forestry industry focusses on water infrastructure-engineering solutions, such as the transport of water from one basin to another, and also divert attention from forestry plantation management or nature-based solutions.

[17] The above adds nuances on the water behaviour/phenomenology of forest hydrology, as shown in chapter 5 of this research.

Additionally, industrial researchers and representatives of the forestry company state that their social water program seeks to engage with the State institutions of the Ministry of Public Works (MOP) and the General Directorate of Water (DGA), so that these institutions are also engaging to finance these infrastructural solutions (Interview 25, November 2018). It is important to mention that under the current Chilean rural drinking water regulation the maintenance costs of the water infrastructures are borne by the rural inhabitants, as new water users of these infrastructures. This is something that all users of rural water infrastructures in Chile have to face, and these costs of water consumption generally depend on how much energy must be used to clean water (e.g. sediments) or to transport the water over distance and altitude changes from one point to another. Moreover, social and forest hydrology experts from a forestry company state that a) 'quotas' of water consumption per inhabitant-household could/should be established, as well as that b) rural settlement could/should be better planned and controlled through municipal regulation (policy), where in some cases the authorization of new houses construction should be prohibited when the watershed is not capable of supplying more water for a growing population, among others. (Interview 9, December 2018; Interview 25, December 2018).

All of the above suggests that in the particular case of one of the largest forestry companies in Chile, regarding possible infrastructural solutions, an economic aspect of externalisation or co-sharing of costs with Chilean society seems to be at stake. This co-sharing of costs involves especially the State and the rural population living in forestry territories. In addition, infrastructural solutions also divert attention from forestry plantation management or nature-based solutions (e.g. rewild, conservation, restoration, etc.) to water problems in rural communities.

These different research trends (e.g. focus on objects), its circulation (e.g. concepts, meanings and theoretical tools) and its application of knowledge (e.g. possible solutions) may also reflect cultural differences. Although the habitus does not dominate behaviour, it makes actions very likely (Lave 2012). Therefore, it is through the habitus that we can understand in a deeper way the conscious and unconscious practice of participants (Lave 2012) through which they construct science (Bourdieu 1988). By paying attention to 'research objects' or 'objects of knowledge' (e.g. the microbes Pasteur investigated, or trees investigated in the forest hydrology field) (Bourdieu 1975; Bensaude-Vincent et al. 2011; Knorr Cetina 2007), it is possible to understand some of the aspects that comprise the diverse "systems of

generative schemes of perception" (Bourdieu 1975, p.30), or the "different machineries of knowing" (Knorr Cetina 2007, p.363). In this way, science and knowledge may or may not be unitary as has been thought, but fragmented, multiple and diverse in their construction (Knorr Cetina 2007; Brady 2013). This construction and its components can only be fully understood through historical analysis and by exploring them as psychological objects transformed by theoretical activity (Danziger 1993). In this sense, these different habitus trends of the forest hydrology field, may be consciously and unconsciously made and move the trend of scientific production towards different research directions. These trends directions focus on either the inside (ecosystem) or the outside (forestry hydrogeology) of forestry plantations.

Table 8. Forest hydrology trends: actors and objects of analysis

Institutions	Forest hydrology trends	*	Examples of forest hydrology activities	Specialities (main research objects)	Concepts and disciplinary frameworks used	Orientation and possible solutions mentioned
Government	*Forestry hydrogeology approach*	*No*	*(before e.g., Shetran project and Jica project)*	*Plantation, climate and soils*	*Productivity, efficiency, relevance*	*External and water infrastructure solutions related to people (e.g. human water demand should be evaluated); and forestry management solutions (e.g., design 'the magic hectare').*
	Ecosystem approach	*Yes*	*Watersheds and plots monitoring; e.g., forest ecosystem and water program*	*Plantations, native forests and sediments*	*Ecosystem services; watershed management; restauration; conservation, significant-relevant, etc.*	*Forest ecosystem solutions (e.g., a percentage of permanent land cover of native forest or a mix with plantations); and watershed governance solutions among different land users*
Academia	*Ecosystem approach*	*Yes*	*Watersheds and plots monitoring*	*Plantations, native forests, climate and soils*	*Sustainability; ecosystem services; ecology; conservation; restauration; biological sciences; soil sciences; hydrology, significant-relevant, some uncertainties (some gaps), etc.*	*Forest ecosystem solutions (e.g., larger buffer protection zones; restauration and conservation actions of headwaters and riparian areas; native forests); and watershed governance solutions.*
	Forestry hydrogeology approach	*Yes*		*Plantations, climate and soils*	*Geomorphology; efficiency; climate; ecohydrology; hydrology; productivity; sustainability, significant-relevant, many uncertainties (many gaps), etc.*	*forestry management solutions (e.g., reduce areas and increase densities and buffer areas of plantations; or choose different tree clones; diversify the use of tree species in forestry plots); and external water-infrastructure solutions.*
Industry	*Forestry hydrogeology approach*	*Yes*	*Watersheds and plots monitoring program; and e.g. the water challenge program*	*Plantations, climate, soils and native forests*	*Productivity, sustainability, efficiency; significant-relevant; biological sciences; climatology; geomorphology; etc.*	*External water-infrastructure solutions (e.g., infrastructures for drinking water such as wells, mini water storage tanks, inter-basin water transfer).*

Source: author. Based on interviews done in 2018-2019 in Chile. (*) Active research in forest hydrology.

6.6. The mobilization of capital: scientific legitimacy and authority

It is argued here that the incipient development of different claims of scientific legitimacy reflect the internal scientific struggles for authority in the forest hydrology field. Those claims are visible in interviews with key actors in Chilean forest hydrology. Different claims may be made strategically, in order to move or keep the borders of legitimacy and scientific authority of the field. Bourdieu (1996) understands different forms of capital as different forms of power, and in turn, the struggles of the field as strategies to preserve/transform that power through criticism and different representations of legitimacy and authority.

Scientific legitimacy and authority are interconnected because without legitimacy it is not feasible to sustain authority (leadership). Participants in Chilean forest hydrology debates have also made different claims regarding scientific legitimacy. Two relevant aspects are found in these discussions. Some claim that there is no legitimacy of any group – or mention the exception of one professor – to make claims about forest hydrology in Chile due to a dearth or irrelevance of these studies. Others claim that there is sufficient research, but take different positions in terms of the legitimacy of different studies and with regard to which institutions have the authority to make pronouncements about Chile's forest hydrology.

The first claims come from State forestry institutions at the national level. About these claims it is argued here, that the contestations about the existence (or not) of forest hydrology studies (knowledge) and its legitimacy (relevance or irrelevance) in Chile which senior government forestry officials state, may be strategically made to divert attention from scientific studies on forest hydrology knowledge in the country, and to protect economic interests of the forestry industry development at stake - for them - when talking about forestry plantations hydrological effects.

Senior (national) government forestry officials claim that that there would be no legitimacy or authority – neither from academia, companies or State forestry institutions nor from themselves – to make scientific claims on forestry plantations and water reductions. The reason for this is because these forestry governmental institutions declare being unaware of the existence of scientific studies, or that there is little, or irrelevant scientific information on forest hydrology in Chile (Interview 8, November 2018; Interview 24, November 2018).

Exceptionally, one professor of Universidad de Talca was mentioned by a senior-ranking government forestry director as the only legitimate academic, investigating issues of interest and relevance to the country's forestry sector (Interview 8, November 2018). This is in line with the official national report on "state of the art of forestry plantations and water" of the Chilean State which concludes that "from the state of the art review it is concluded that the available information (on forest hydrology) is insufficient" (INFOR 2013, p.5). This claim agrees with Barandiaran's (2015) analysis, which found that the work of the Chilean scientists is not part of a winning coalition that ensures their credibility in front of governmental or public institutions. The position of the State forestry institutions must be put into the broader political context, notably the fact that Chilean public institutions are the ones who have been facing legitimacy crises in the country due to political fiascos and the subsequent loss of credibility (Silva 2009). An important example of this governmental legitimacy-crisis, are the recent massive protests against the government in 2019, which in 2020 led to the approval of the creation of a new constitution in Chile.

In the following paragraphs, two examples from senior State forestry officials are given to show how these statements that contest the existence, relevance and legitimacy of previous forest hydrology studies in Chile, may be strategically produced in order to contest and divert attention away from forest hydrology studies and its knowledge on forestry plantations and water reductions. Different strategies are shown which seem to be used in parallel and vary: such as labelling the studies as irrelevant (delegitimising); doubting; ignoring or denying; diverting attention from forestry plantations to other external factors, such as climate change, agriculture, or human water consumption, etc. as sure factors contributing to water reductions; stating forest hydrology sentences with scientific inconsistencies; or the use of certain words or concepts that may lead to forest hydrology misunderstanding or confusion, among others. It is show that State forestry representatives might do so in order to protect the forestry economy in Chile at stake for them. As two senior State forestry representatives exemplifies:

> "*I am not so sure that forestry plantations contribute to water scarcity (...) the study of* [expert] *says that 'forests'* [forestry plantations] *help water production.* (…) *I don't know of a study that supports it* [that forestry plantation activity contributes to water reductions] *(...) scientifically there is no argument (...)* [water scarcity] *it is a bigger problem that affects the native forest, it has to do with climate change, people and their consumption* [of water], *and* [forestry] *plantations should be evaluated,* [but] *not just the plantations*". (chief 1).

The statement of this chief 1, a representative of a forestry plantation department, first of all, raises doubts. Secondly, he ignores or denies knowledge about the existence of a vast number of scientific studies carried out by academics in the country – which could be a possible ignorance – but at the same time, he is also unaware of the development of other statal projects (such as the SHETRAN project) that the institution he represents has developed (see section 4.1.4). Thirdly, Chief 1's statement highlights the use of certain 'expert[18] to support scientifically inconsistent statements such as 'forests (meaning forestry plantations) produce water'. Additionally, in this context the conceptual use of 'forests' to refer to 'forestry plantations' is also confusing and may favour misunderstandings in Chile about the objects (plantations) under discussion, given that, for example, native forests and exotic forestry plantations have indeed different hydrological effects, as well as a mix of both that will be more nuanced than plantations alone (see chapter 5). Access to the document that studies and demonstrates that 'forest plantations produce water' was requested, but was not shared, neither by the aforementioned 'expert'. Fourth, this chief despite declaring himself unfamiliar with the subject, states that the situation of water reduction is an issue with broader and external causes, and not only the forestry plantations. Even so, this chief establishes as a sure cause of water scarcity, the human water (over)consumption of those rural inhabitants facing water scarcity.

The following case of 'chief 2' representative of the central level of a forestry institution also provides an example in the same orientation regarding contestations about forestry plantations and water reductions from senior forestry state bureaucrats in Chile:

> [Regarding water reductions] "*There is no lack of water in the south* [of Chile], *they* ['Corporación reguemos Chile'] *want to take the water to the north* [in a mega irrigation project to transfer water between watersheds]". (Chief 2).
>
> "*When you say that the forestry plantations are established in the areas that have more water in Chile, and even with the drought they are able to have 85% of the water that reaches the sea and they want to take it to the north, that context is to tell you that I*

[18] In this case, from the 'national programme on watershed management and soil and water conservation' of CONAF.

> *do not understand the relevance of why it is an issue that the Eucalyptus forest plantations use water and why it is not agriculture, for example.*" (Chief 2).

For this senior state official (chief 2), what is at stake is not lack of water –which he denies – but what is at stake for him is the relevance or irrelevance of studying and knowing about water use of *Eucalyptus* forestry plantations. Additionally, this senior state official divert attention from the water use of *Eucalyptus* plantations by counter-arguing why there is no research done about water use of agriculture instead.

Complementary, regarding to forest hydrology studies and knowledge gaps in Chile, chief 2 also states:

> *"There are no serious studies here in Chile. No, not one, not one, I don't think, I mean there are studies, about for example the professor* [name] *from the Universidad de Talca, has a study of what happens in the basins with different covers, what happens with the water at different points, that is a good study, that is to say there are good studies of that, but studies of how much a hectare* [of forestry plantations] *uses* [water]*... there are not, I think, in Chile there are not and one of the things I would love to do in the* [Forestry state institution] *is to have a good study of that question.* (chief 2).

This statement first denies – or ignore – the wide existence of scientific studies on forest hydrology in Chile. Ignorance is also possible, but in that case, it would be striking that he ignores forest hydrology and monitoring research that technical agents of his own organisation have produced and were conducting in Chile at the time of the interview. But his argument does not rest on denialism alone and takes a twist in acknowledging that studies do exist in Chile, but he delegitimises them by stressing the sole legitimate exception of 'a good study' from one professor from the University of Talca. It is important to mention that the professor mentioned as the only legitimate academic by this forestry state chief 2 (a former director of CORMA), corresponds to a professor who led the forest hydrology unit at the University of Talca, which faculty was closed in 2022 due to its low scientific productivity (UTalca 2020). Additionally, the aforementioned academic is known to have published reports on forest hydrology at the request of CORMA (the Chilean Timber Corporation).

Additionally, when arguing why most of the forest hydrology studies in Chile would not be legitimate studies, chief 2 states:

> *"They* [other and the majority of academics in Chile] *have limited themselves to studying things that for me are irrelevant. For me, a study, a study, a relevant study. For example, because if I am able to reach the magic hectare* [of forestry production]*, I am not only freeing the Chilean native forest from pressure because perhaps Chilean biodiversity is not even one of the best, I can have the biodiversity of Indonesia, it can be much better and today the world is global. A cubic metre of wood that I produce here* [Chile] *and export to Japan or China, which is where they are consuming, right?... I eliminate one cubic metre that I took in Indonesia*" (chief 2).

The statements of this chief 2, shows his notion of 'legitimacy' and 'relevance' about forestry hydrology studies previously produced in Chile. For this senior State forestry representative (chief 2), the 'legitimacy' of a study and academics is linked to whether the research 'is useful' or able to provide an economic solution to the forestry industry: in this case 'to reach the magic hectare' of forestry production.

An alternative claim regarding the existence and legitimacy of the Chilean forest hydrology studies comes from academia, forestry companies and the same governmental forestry institutions but at regional levels. They argue that since the beginning of forest hydrology studies, such as the work of professor Huber in the 1980s, there are multiple studies and metanalyses on forest hydrology developed in different regions of the country (Interview 2, November 2018; Interview 3, November 2018; Interview 7, January 2019; Interview 17, December 2018; Interview 23, December 2018). For them the issue under discussion is how the legitimacy of the scientific studies is constructed, and who has or should have the authority on forest hydrology issues in the country. As for the discussions on legitimacy and authority among these academic, state and industry actors, it is possible to see that most of the agents agree on many of the criteria that scientific research should consider in order to be considered legitimate.

First, for several academic interviewees, scientific authority was linked to pioneering research on a topic, as is the case for Prof. Huber's group mentioned earlier, and the subsequent, multiple forest hydrology studies and meta-analyses that have been done and published in Chile (Interview 2, November 2018; Interview 3, November 2018; Interview 7, January 2019). In this sense, for academia, being the ones who have done more research on forest hydrology over the years, this would give them the scientific authority in the forest hydrology field. Second, for some academics, scientific legitimacy mainly comes from the peer reviewing of the forest hydrology research. For them, it is essential to participate in the peer review publication process (Interview 21, November 2018; also Diaz 2013). They see it as evidence of legitimacy and authority in the field. Giving priority to blind peer-reviewed publications in international or national journals, they are critical about the use of technical documents or reports on forest hydrology issues that lack scientific rigour (Interview 2, November 2018; Interview 21, November 2018). To them, peer reviewed publications are also an important element of the scientific recognition of academics, because it allows scientists to enrich their curriculum vitae, helping them to apply and obtain funding from the government research agency CONICYT (nowadays ANID) projects (Interview 21, November 2018). Obtaining such national research funding also reflects the recognition from the scientific community, because they are provided by a scientific committee composed of national university professors (Bühlmann et al. 2017). However, on the other hand, another group of academics manifest symbolically their recognition, legitimacy and authority mainly through the publication of forest hydrology reports, commissioned by various national public and private forestry institutions such as CONAF and CORMA, as well as an international organisation linked to education (Interview 12, November 2018; Interview 21, November 2018).

Third, some academics also think it to be important to present the results of studies at national and international conferences because this allows to discuss research results with stakeholders from multiple sectors (Interview 7, January 2019). In this sense, there is a perception in academia that those actors who do not share their research have lower legitimacy in the field (Interview 3, November 2018; Interview 20, December 2018).

Fourth, academics mention the use of official flow stations from the public monitoring network of the Chilean Water Authority (DGA) (governmental institution responsible for water management and water monitoring in Chile) as an important aspect of legitimacy

because the DGA monitoring stations are a public hydrological data source that anyone can access and review (Interview 1, December 2018; Interview 7, January 2019).

Fifth, an indicator of scientific legitimacy is also simply the authority to train future researchers and to have a large number of students (Interview 7, January 2019). A large number of successfully trained students would be a sign that your research (as a professor) is valuable and diverse (Interview 13, December 2018; Interview 6, December 2018), permitting access to new ideas, networks, methods/techniques; and to apply to new research funds (Interview 22, December 2018).

Finally, also having international scientific networks is indicated as an important factor of scientific legitimacy, as it would indicate that a researcher is not isolated (Interview 1, December 2018; Interview 7, January 2019; Interview 12, November 2018; Interview 21, November 2018). In this regard, some academics claim that foreign scientific knowledge is sometimes more valued in Chile than local scientific knowledge. This, some of them consider, is a mistake because the scientific quality/legitimacy of research in forest hydrology in Chile positions itself very well internationally (Interview 4, December 2018). This last argument, is in line with what Barandiaran (2015) also notes about Chile, where the credibility of Chilean environmental science is contested in comparisons to foreign/local science.

Government research institutions – at some regional levels – share many of the views on legitimacy mentioned by academics, and especially about the criterion of peer review data and publication in which open access to forest hydrology information is key. As an example, INFOR has focused on convening all participants in the field to jointly map and make public all existing hydrological research data in the country, in order to enable all actors to openly use the forest hydrology data (INFOR 2021c). In this sense, for INFOR at the regional levels, legitimacy is also understood as peer review and open access of forest hydrology information.

The forestry industry shares certain views of legitimacy with academia, yet at the same time, they have their own understanding about scientific legitimacy. It is argued here that the forestry industry through their numerous long-term monitoring sites and these selective national and international scientific collaborations, is seeking to promote its own research agenda, establishing its own scientific legitimacy, and seeking to challenge the authority in the

forest hydrology field. In order to do so, on the one hand, forestry industries recognise the relevance of certain elements of the academy's scientific legitimacy. But on the other hand, they incorporate new criteria of legitimacy, with which they seek to position their own research as more legitimate (e.g. more modern and precise studies) than the previous forest hydrology studies from academia and the State. With these legitimacy contestations, the industry seeks to gain authority and leadership in the scientific field of forest hydrology. For instance, on the aspects of legitimacy shared with academia, scientists from forestry companies have begun to participate in national and international conferences on the subject, and plan, in collaboration with national academics and international consultants, to join the peer reviewed publication system (Interview 9, December 2018). Some forestry companies also declare their intention to share forest hydrology data in the future with multiple actors (Interview 9, December 2018). However, the industry also makes other claims on legitimacy to contest the scientific authority of academia. To build their scientific legitimacy and authority on the water and forests subject, industrial actors started their own independent multi-long-term forest hydrology monitoring programme in the country. They recognise that there are many forest hydrology studies, which however are mostly of short duration, and claim that they are currently the ones who mainly have long term studies (Interview 23, December 2018; Interview 2, November 2018). The methodologies used by the industry are also considered by them as more modern, unlike Professor Huber's forest hydrology studies from the 1980s which would be old and less accurate for them (Interview 23, December 2018). Thus, for the forestry industry, aspects such as long-term studies and the use of new technologies, would provide important elements of legitimacy to their studies. Examples of this are the multi-long-term hydrological projects that the two main companies started in 2008, and which monitor more than a dozen small watersheds in different areas of the country (Interview 12, November 2018; Interview 23, December 2018). Additionally, for the forestry industry, a key aspect of the scientific legitimacy of their research is that they are not working alone, because they are working in collaborations with certain members from academia and international consultants, who do research in forest hydrology (Interview 9, December 2018; Interview 23, December 2018). Examples of this are collaborations with some professors from the Universidad Austral de Chile and Universidad de Concepción, among others, and with two forestry hydrology consultants from Australia (Interview 9, December 2018; Interview 23, December 2018).

6.7. The autonomy of the forest hydrology field

In this chapter's final section, the focus is on the external political-economic influences shaping production and circulation of forest hydrology knowledge, and therefore the relative autonomy of forest hydrology science in Chile. Given that neoliberalism is a defining feature of previous decades in Chile (Tironi and Barandiarán 2014), it asks whether the three neoliberal external forces found by Lave (2012, p.376) in her study of stream restoration field in the U.S. are also relevant in Chile. As a reminder (see section 2.4.1 supra), these are (i) increasing privatization in the field, ii) a shift in research to meet market and agency demands, as well as the production of iii) new measurement "metrics to enable market-based environmental management", as main neo-liberal characteristics that influence scientific practices and may reduce the relative autonomy of the field. This allows to focus on neoliberalism not just as an abstract force, but also as specific situated practices, and specifically as political technology applied practices in the country (Tironi and Barandiarán 2014).

It is argued in this section, that external political-economic reforms of neoliberalism applied in the country, have shaped and influenced the production and circulation of forest hydrology knowledge in Chile and its relative autonomy. In particular, by prompting gaps of access to material resources (e.g. forestry land) and gaps of information/circulation (e.g. prolonged time for publication) for certain forest hydrology research. This also has influenced a scientific production trend focused on forestry and private agency needs. It also shows a change of trend in the territorial, collaborative and financial dimension of forest hydrology research that can be carried out in the country. This has been practised through privatisation mechanisms, and reduction of state resources, among others.

One of the most noticeable examples of external forces influencing the scientific production of forest hydrology is related to the birth of the Chilean forest hydrology field itself. That is, in the Chilean case, the field of forest hydrology and its research was born due to the environmental changes and neoliberal transition that the country went through after the introduction of *Pinus* and *Eucalyptus* species – accidentally in some cases – and subsequently of the multiple policy-forestry reforms that introduced and promoted the plantation of *Pinus* and *Eucalyptus* species in the country (see section 4.2.2). Notably, the most important recent

reform is granted by Decree Law N°701 which further expanded the practices of *Pinus* and *Eucalyptus* forestry plantations, replacing degraded agricultural land or native forests, among other land uses. Already in the 1960s there were water concerns, and the pioneer State 'Junquillar scientific forest hydrology project' (in the coastal range) was developed in 1970 to address and answer the hydrological effects of landscape changes and forestry management techniques in Chile (see Jones et al., 1975). The coup d'état of 1973 in this respect 'froze and delayed' the scientific development of the Chilean forest hydrology field by more than a decade, and on some subjects even more so. This is especially visible in the Junquillar research project and its topics related to the hydrological effects of native shrub fires and clear-cutting forestry management techniques widely applied in the 1960s and still contentious issues in Chile today. Among other, these are subjects that the 1970s Junquillar project could have addressed, such as the land use change from native shrubs on degraded soils to forestry plantations, construction of predictive forest hydrology equations, etc. (Jones et al., 1975). During the mid-1970s, after following the neoliberal political and economic reforms which were implemented in the whole country through the coup d'état, the forest transitions were strengthened and implemented to promote a new expansion and industrialisation of the Chilean forestry sector (Heilmayr et al. 2016), as well as to apply the privatisation of State forestry lands and industries (see sections 4.1.4 and 4.2.2 supra). Afterwards, in the early 1980s, concerns about water reductions surrounding the new forest plantations emerged and prompted Professor Huber of the Universidad Austral de Chile to approach the forestry company CMPC to begin forest hydrology research on their *Pinus* plantations (Interview 2, November 2018). Thus, the second major event of change in the forestry field occurred in the early 1980s, when the first contract between Professor Huber and the forestry company CMPC was established to gain access to forestry private company lands to do forest hydrology research. Therefore, the environmental and political-economic changes and the water reductions that the country has experienced in different decades of recent history, gave birth to the new scientific practice of forest hydrology in Chile. So, the birth of the forest hydrology field itself constitutes the first evidence of the influence of an environmental change (e.g., the forest transitions that introduced and subsequently expanded the plantation of *Pinus* and *Eucalyptus* trees) and the political-economic forces that promoted and enhanced these changes (e.g., the Decree Law N°701) in the production, consolidation and circulation of forestry science about forest hydrology matters. The Chilean forest hydrology case corroborates the findings of Peet et al. (2011, p.39) that science "is itself a product of both political economy and the changing environment in which it is practiced".

Other aspects related to privatization of the forestry sector in Chile reflect the influence of external neoliberal political-economic forces on the production of the Chilean forest hydrology field. Indeed, as evidenced in section 4.2.3, since 1973 the whole country experienced increasing privatisation and the reduction of state funding for the Chilean universities and national budget for research (Barandiaran 2012; Diaz 2013), and the forest hydrology field itself (see Jones et al., 1975). The forestry sector was one of the first to be extensively privatised, with the transfer of land and tree plantations of *Pinus* and *Eucalyptus*, forestry nurseries, sawmills, industrial pulp mills, among many other elements of the forestry sector produced previously by the Chilean State (Clapp 1995; Arze and Svensson 1997; Frene and Nuñez 2010; Cabaña et al. 2013). These massive forestry privatisations shaped the way in which forest hydrology research could be conducted (or not) in productive forestry plantation trials. This is due to the fact that currently in Chile, private forestry companies hold most of the plantation land in the country, necessary to do any forestry and forestry hydrology research on productive lands (Interview 2, November 2018). Access to lands to perform environmental research is a basic feature in scientific production, yet under the Chilean neoliberal scientific regime, it requires prior authorisation from private entities, which can approve or reject this for some researchers. This is confirmed by certain actors of academia, who state that their request to forestry companies for access to forestry land to perform forest hydrology research, has been selectively and constantly postponed and therefore have not been able to be carried out (Interview 20, December 2018; Interview 22, December 2018). This selection of academics to perform forest hydrology research on forestry company lands, is also confirmed by some forestry companies (Interview 23, December 2018). For those academics, forestry privatization providing authority to the private sector in terms of controlling access to forestry land to perform research has influenced the relative autonomy of scientific production and circulation of the forest hydrology field. This is confirmed by some academic views, which hold the perception that companies sometimes manage more information because they have their own information that is not public, contrary to the information generated by the State which can be access by everyone (Interview 22, December 2018).

Additionally, the increasing privatisation of the forestry sector (Arze and Svensson 1997b) and the reduction of the state investment in research (Diaz 2013), has not only boosted a shift to market-based forestry management, but has also influenced a shift to a market and

agency research demands in the country. One evidence of this is the growing interest declared by some academics in developing research more closely/collaboratively with the industry (e.g. Interview 4, December 2018; Interview 5, November 2018; Interview 7, January 2019; Interview 14, November 2018; Interview 21, November 2018), and the fact, that in order to do so, academics must to do research on topics/questions that are attractive/useful to the industry (Interview 4, December 2018; Interview 21, November 2018; Interview 23, December 2018). This, in turn, has conditioned the relative autonomy in the production and circulation of forest hydrology knowledge in the country. Thus, some of the greatest challenges to the internal autonomy of the field are those imposed by the publication of information. This is the case, both with regard to the collaborative work of academics with government entities, or with a forestry company in Chile, as several interviewees revealed. For example, what research will be done (e.g. questions), what and when to publish (or not) is determined by this (Interview 2, November 2018; Interview 3, November 2018; Interview 4, December 2018; Interview 6, December 2018; Interview 28, January 2019). Hence, by setting external conditions on publication outputs in terms of content (e.g. what is a relevant question or not, what to include or not), or timeframe (e.g. in what time frame, months or years), the relative autonomy of researchers is limited, especially for those academics working in collaboration with industry and the State.

Furthermore, the strategy of reduction of the State's investment in science has contributed to the discontinuity of investment in forest hydrology monitoring programs and their inconstant research trajectory (trend of ups and downs), which has promoted short-term forest hydrology research from the side of certain groups of academics and State forestry institutions themselves. Under this neoliberal research policy, the central State has diminished its pioneer participation in forestry and forest hydrology production research, and consequently, diminished also its legitimacy and authority on scientific production in forestry, and therefore in forest hydrology issues. Examples of this are the project of Junquillar with its three monitored watersheds of La Piragua, La Puente Nos 1 and 2, and the lack of follow-up from the State of its SHETRAN project and its four monitoring watersheds of La Reina, Río Clarillo, Minas del Prado, and Chosme catchments (with c.f. Jones et al., (1975); and Bathurst et al. 1998). The former, has been a decision taken mainly by the neoliberal central State in Chile, which is demonstrated by the emergence of regional projects such as the Forest Ecosystems and Water Programme (Interview 18, December 2018), which seek to establish, in a different way, broader and more transversal forms of

production and circulation of forest hydrology knowledge through the creation of a national public catalogue that involves diverse national public and private actors. As another result, through scientific collaborations with some members of academia and international forest hydrologists, and the discontinuity of State investment in science (e.g. no or less funding, resulting in greater challenges to give temporal continuity to projects, etc.), the forestry sector has been increasing its scientific capital, legitimacy and authority in the forest hydrology field. These facts also reflect "one of the central characteristics of neoliberal science regimes, [which] is an emphasis on privatizing the production of scientific knowledge" (Lave 2012, p.376). The best example of this are the long-term projects that the two main forestry companies of the country are leading in collaboration with international scientists (e.g. Australian consultants) and some professors from the Universidad Austral de Chile, Universidad de Concepción, and Universidad de Chile.

All of these neoliberal reforms experienced in the national context were a superior force that led members from all parties in the field (academia, companies and governmental institutions included) to adapt to the needs of the new kind of forestry and scientific neoliberal regime. These external neoliberal forces might also explain the recent emergence of the forestry hydrogeology trend, whose research orientation focuses on the heteronomous (external) pole of the forest hydrology field. Thus, the impacts and dynamics on forestry which have also impacted the development of the forest hydrology science and its autonomy in the production and circulation of scientific knowledge, cannot be analysed without attention to political-economic relations.

6.8. Conclusions

Understanding the production and circulation of the Chilean forest hydrology knowledge has allowed us to identify a rich diversity of institutions, environmental change, and political-economic processes, which over time, have given origin and shape to the scientific field. Through the analysis of the field, it has been possible to show how in Chile, there have been contestations about the existence (or not) of forest hydrology studies in the country. One clear example of the former, is the case of Chilean State forestry institutions at the national level, who by ignorance or by bordering denialism, have diminished the existence of forest hydrology research and ignore the effects of forestry plantations on water reductions in the

country. Senior State forestry representatives, do so by stating that 'there are not studies', that 'they are not aware about studies on the subject', or through a discursive shift that subsequently acknowledges the existence of studies but delegitimises them. These statements which are contradictory with the facts have complexified the forest hydrology debates in Chile. For those field participants who do recognise – or do not refuse – the existence of extensive research on forest hydrology, discussions focus, among others on contesting the relevance of certain forest hydrology objects, or the legitimacy and authority of the forest hydrology field.

As for the habitus dimension, despite the existence of a diversity of research, it demonstrates the existence of two main scientific trends or approaches within the scientific production of the Chilean forest hydrology field. These are the ecosystem and forestry hydrogeological trends, which respectively, focus either more on the internal role of forestry plantation/land uses, or on the external role of hydrogeological factors (clime, soils, aquifers, snow, etc.), agricultural and human water consumption, among others, in influencing the phenomenon of water reductions in forestry landscapes in Chile. Thus, each trend presents different research directions on internal or external aspects, frameworks and concepts to forestry plantations.

Regarding the internal dimension of capital, this chapter shows the different ways in which actors maintain (academia), or challenge and/or build (State and industry) the boundaries of scientific legitimacy and authority of the field of forest hydrology in Chile. In this sense, on the one hand, the central level of the State stands out for self-diminishing its authority and the legitimacy of its own and most academic forest hydrology studies in the country. Some senior State forestry representatives do so by delegitimising the existing research as 'irrelevant scientific studies' because they would not provide economic solutions to the forestry sector, and which economy is at stake for them. In doing so, the Chilean central State has likely strategically diverted attention– by ignorance or bordering denialism – from its own forest hydrology scientific knowledge and the knowledge of most academics produced in previous years. Furthermore, national forestry State representatives have pointed to external causes to forestry plantations such as climate change and the increase in rural population as the only sure factors involved in water reductions. By doing so, they have likely diverted attention from forestry plantations too. On the other hand, participants from academia, industry, and regional state forestry departments struggle argumentatively to keep or move the boundaries

of scientific authority and legitimacy of forest hydrology studies in Chile. Both tendencies of forest hydrologists highlight elements of legitimacy on which they are stronger than the other field producers. For academics, having most blind peer-reviewed scientific publications and being one of the first to initiate studies in Chile, and those who have been doing research for the longest time, among other aspects, provides greater legitimacy and authority. While for other industrial forest hydrologists with no scientific publications (at the time of these interviews in 2019), they build their legitimacy on the use of new technologies, or on the impressive deployment and investment in long-term forest hydrology studies, which other forest hydrologists from academia also possess but in a more modest way. The different aspects mentioned above become more relevant when, subsequently, it is time to evaluate what scientific information to use or not for the formulation of public policies and, what measures should be applied or not as future forest hydrology solutions in Chile's forestry territories.

Regarding the autonomy of the field and in particular the external politico-economic forces that influence the production and circulation of forest hydrology in Chile, it has been shown that the landscape and neoliberal transformations have had a profound impact on contemporary Chile (Altieri and Rojas 1999; Ffrench-Davis 2002), its science (Javiera Barandiaran 2018a) and environmental and political-economic changes in forestry (Heilmayr et al. 2016). In turn, these landscape and political-economic transformations have influenced the creation of the field of Chilean forest hydrology itself and shaped scientific practices of its production and circulation; and therefore, the relative autonomy of the field. This has been practiced since 1973 through mechanisms of privatisation, and the withdrawal of State resources for forestry and research, which has subsequently shifted forestry research trends – in some cases – towards topics oriented to the needs of the forestry industry. This has been demonstrated in Chile through practices beyond the will of researchers, such as the control by the forestry industry to decide (and so the possibility to reject) on the access to forestry land to carry out research by some academics. But also, it has been demonstrated through forest hydrology knowledge circulation/publication practices over some academics who collaborate in forest hydrology scientific production and/or circulation with some forestry industries and forestry representations of the state. These facts might promote the generation of knowledge gaps in forest hydrology in Chile. Additionally, these neo-liberal forces have very likely given rise to the heteronomous (external) forestry hydrogeology trend. It is therefore possible to conclude that the neoliberal dynamics of the forestry sector and the

neoliberal science regime in Chile, have in some cases influenced the autonomy of the forest hydrology field, and that its production and circulation cannot be understood without attention to the country's political-economic and environmental relations.

This chapter also joins and contributes the literature in STS and political ecology interactions working on the production and circulation of environmental knowledge; arguing that scholars could benefit from the theoretical concept of the field to deepen the comprehension of the social aspects of structure, habitus, legitimacy and autonomy that underpin scientific production. As this study has shown, the inclusion of those social aspects in the analysis of science studies may help highlight the multiple internal social relations and external political-economic forces involved in producing, transforming and shaping knowledge circulation, and the consideration of which can enrich discussions on contested issues.

Chapter 7

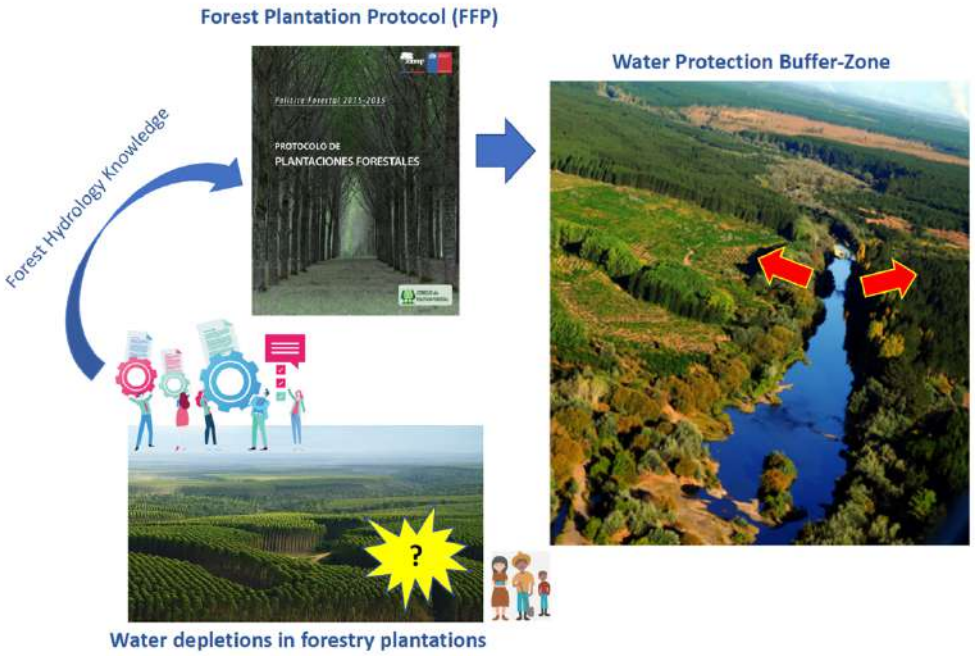
Circulation and application of scientific knowledge in policy-making: forest hydrology governance in Chile

This chapter investigates how forest hydrology knowledge has been circulated and applied in a policy-making process in Chile. Specifically, the production of the Forest Plantation Protocol (FPP) policy, and its policy-outputs for plantations and water issues are analysed. Four questions are investigated: (C1) What scientific knowledge has been listened to and what are the actors' coalitions in the policy-making governance? (C2) How have relative stable parameters influenced the forest hydrology policy-governance? (C3) How have external system events influenced the forest hydrology policy-governance? And, (C4) how has scientific knowledge been applied and what have been the paths to policy change?

To address these questions, the chapter operationalises the concepts of the advocacy coalition framework (ACF) (Sabatier 1988; Jenkins-Smith and Sabatier 1994; Sabatier 2007) presented in section 2.4.2. The chapter is composed of 7 sections, which address the creation of the Forest Plantation Protocol (FPP). Section 7.1 introduce the overall governance of the FPP. Section 7.2. presents the initial context of the political process (before the forest fires) in order to understand what and how the policy process adapted later on. Section 7.3 presents the experts and actors involved in the plantations and water debates. Section 7.4 demonstrates what scientific knowledge was listened to, with what bases, approaches and its coalitions. Section 7.5 analyses relative stable parameters and specifically the decree 82, in order to understand how scientific knowledge was applied in policy-change (decision-making), and what the margins of that change were. Section 7.6 reflects empirically and theoretically about Sabatier's paths for policy change. This analysis is reinforced by previous ACF scientific literature on the Chilean forestry sector and policy-making in Chile. Finally,

Section 7.7 concludes by summarising the main theoretical, methodological and empirical findings of this research.

Figure 29. Schematic representation of the process of creating the 'water protection buffer-zones', which was one of the main outcomes discussed by the experts in the Forest Plantation Protocol (FFP).



Source: author. Water protection in forestry plantations was one of the four topics addressed by the FPP. One of the major outcomes discussed by the Soil and Water Expert Commission (SWEC) was the creation of water protection buffer-zones (WPBZ) in all forestry plantations in Chile. WPBZ consists in a buffer area around water bodies, where no new tree crops can be planted in order to protect water and soil resources.

7.1. Introduction

Between January 1 and February 10, 2017, central-southern Chile was ravaged by several mega-fires, which were considered the second largest in the country's history with more than 500.000 hectares affected (de la Barrera et al. 2018; Pliscoff et al. 2020). The mega-fires were enhanced by extreme weather conditions, increased by the effects of a mega drought which had been going on since 2010 (Bowman et al. 2019). The fires affected mostly forest plantation areas (McWethy et al. 2018; de la Barrera et al. 2018; Bowman et al. 2019) but

also had devastating effects on human lives (Pliscoff et al. 2020; Bowman et al. 2019), settlements, infrastructures and native forests (Valderrama et al. 2018; McWethy et al. 2018; de la Barrera et al. 2018). Particularly affected were the settlements of Navirilo and Santa Olga. The latter settlement, with more than 1000 inhabitants, was totally destroyed due to the effects of the fire that consumed houses and surrounding forest plantations alike (Toro and Valenzuela-Beltrán 2018; Pliscoff et al. 2020).

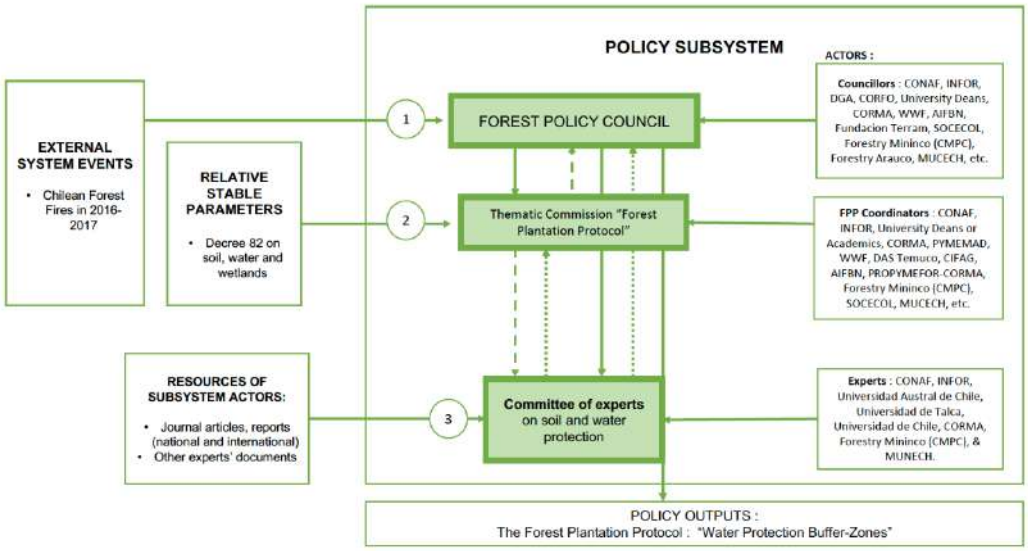
Given the severity of the mega fires in the country, the Chilean government, through the Ministry of Agriculture and the country's Forestry Policy Council composed by governmental institutions, forestry industries, and social organizations, gave urgent priority to the elaboration of new guidelines and standards to regulate the establishment and management of the forthcoming forestry plantations in the country. This process resulted in August 2017 in the country's first Forest Plantation Protocol (FPP) (CONAF 2017a) agreed upon by the State, academia, forestry industry and social organisations at a national level. Four themes were addressed by the FPP: (i) soil and water protection, (ii) interface and management of forest fires, (iii) ecological functionality, and (iv) partnership (see figure 7, in chapter 3). In order to address aspects of soil and water resources, the thematic commission of the Forest Plantations Protocol (TCFPP) convened a "Soil and Water experts commission (SWEC)" composed of forest hydrology experts from academia, forestry industries and governmental institutions. Their task was to scientifically address soil and water aspects in forest plantations in the production of this forestry protocol.

The SWEC was relevant, because despite the existence of some previous initiatives related to forest plantations and water protection in the country (e.g. Decree 82, a special agreement in the Araucania region or certain guidelines in the FSC certification, etc.), until the development of the Forest Plantation Protocol there was no agreed joint national framework between the State, the forestry sector, academics and social organisations regarding soil and water aspects in forest plantations (CONAF 2017h). However, as is common in processes of political production, different actors try to influence the outcomes of political process (Sabatier 1998), and in this process of policy formulation, it is crucial to understand the role which scientific and technical knowledge plays in it (Sabatier and Weible 2007c). In the FPP's case, forest hydrology science was evoked to support the development of policy-outcomes. Within the work produced by the Forest Plantation Protocol, two main groups of forest hydrology experts emerged, arguing for increasing, keeping or reducing current standards

on water and soil protection regulations. Both groups circulated their scientific approaches in the competition to be heard in policy making.

Inspired by these issues, I look especially at the Soil and Water experts commission, as well as the Thematic Commission on Plantations Protocol (CTFPP), and at plenary sessions of the Forest Policy Council (FPC), which produced the Forest Plantations Protocol (see respectively '3', '2' and '1' in figure 30). This is done in order to follow the debates on water and forestry plantations, in particular on the policy output of the Water Protection Buffer-Zone (WPBZ). By doing so, this chapter focus on policy-making governance in order to analyse the circulation and application of forest hydrology knowledge in the policy-production that seeks to develop water and soil protection measures for Chilean forestry plantations. Based on empirical evidence – such as the minutes of the commission and council meetings, and interviews with policy participant – and embedded in a case study approach (Creswell 2014), the Advocacy Coalition Framework (ACF) concepts are applied to assess the environmental scientific knowledge and policy-making interactions in the FPP as a case study. This chapter argues that ACF can enrich studies focused on the circulation and application of knowledge. ACF does this by providing theoretical tools to analyse what knowledge is listened to and how this may (or not) change policy production. Concepts such as external system events, relatively stable parameters, or policy subsystem, among others, can help to enrich these analyses (see section 2.4.2). Empirically, to date no study in the field of forest hydrology has addressed the circulation and application of scientific or expert forest hydrology knowledge in policy making in Chile, which provides interesting insights from practice to theory.

Figure 30. ACF' concepts and main actors involved in the production of the Forestry Plantation Protocol



Source: author. Figure 30 summarises the structure and actors of the FPP (see also figure 7), and the ACF concepts operationalised (see figure 5) in the analysis of this chapter. Some of these actors are also further described in sections 4.1.4 (chapter 4) and 6.4 (chaper 6) (actors linked to the production of forest hydrology knowledge in Chile) and in the following section 7.3 (Chilean experts in forest hydrology who participated in the soil and water discussions).

7.2. Forest Plantation Protocol (FPP): origins and adaptations

This section demonstrates how an external system event, or environmental 'shock', can constitute a force that shifts the balance of the traditional political forces and thus can be used as an opportunity to push for policy change. The section begins by presenting the origin of the process (section 7.2.1) and then goes on to discuss how the overall governance of the process subsequently changed after the Chilean mega-fires in 2016-2017 (section 7.2.2). It is argued here that the inclusion of ACF might enrich political ecology analysis from a policy-making analysis perspective, while contributing to address an environmental governance and geographical analysis in policy production. This is done by providing the theoretical tool of 'external system events' that allows to analyse how external events (social, environmental or economic events, etc.) can act as mechanisms that shift a governance process in the policy production, which has not been a traditional strength or focus of political ecology analysis.

As the case of the Forest Plantations Protocol (FPP) demonstrates, external system events can become an opportunity for changing traditional forces and trends of policy production, but this strength is not unlimited.

7.2.1. Initial context: the thematic commission management of plantations

How did the Forest Plantation Protocol process start? On June 14th 2016, the 8th Plenary Session of the Forest Policy Council agreed to work on a shared vision for the establishment and management of the forest plantations in the country. To achieve this, the 'Thematic Commission Management of Plantations' (TCMP) was created (CONAF 2016b). Subsequently, the time-schedule for starting TCMP activities was discussed in December 2016 (CONAF 2016c). The first TCMP meeting was hold in January 2017 to "define actions that respond to the strategic axes set out in the Forestry Policy 2015-2035 related to the establishment of forestry plantations that meet high social, technical, economic and environmental standards" (CONAF 2017b, p.1). At that date, several forest fires had already broken out in the country, but these had not yet reached the category of 'disaster zones'.

During this first meeting of the TCMP, participants discussed and highlighted different concerns about the future of forestry plantations in the country. In general terms, government actors were looking for ways to improve and strengthen the social and environmental dimensions of the forestry sector, while forestry-industrial actors were looking for ways to improve the social views on plantations and searching for political and economic support from the State after the forest fires. For instance, CONAF proposed to start by identifying the problems that society was assigning to plantation forestry, including for instance the issue of water, and then to analyse the possibilities for mitigation (CONAF 2017c). CORMA and representatives of large forestry companies, on the other hand spoke about the political challenges that plantations were facing, given society's negative perception of the forestry sector. In this regard, they called for a public defence of plantations by the State; for the creation of a new forestry economic fund; and for a post-fire policy of reforestation with productive tree species (CONAF 2017c) thereby showing concerns of a productivity-related character. In response to the idea of a post-fire policy, representatives of the Forestry Policy Council stated that people could not be forced to reforest if they wanted to use their land for (e.g.) agricultural purposes (CONAF 2017c). Academics based at universities, from their side, proposed to address forestry plantations through environmental

and restoration objectives and meet the productive-commercial, environmental and social aspects. In the same way, academics mentioned the importance of indicating positive aspects of plantations too (CONAF 2017c). In this way, to close the meeting, CONAF and INFOR proposed to identify positive and negative aspects of plantations, then to define how to address them and thus help to improve civil society's image of plantations (CONAF 2017c). The commission closed its work by agreeing on the next meeting dates and concluding that at the end of its work the TCMP would present a report to the Forestry Policy Council for validation (CONAF 2017c). However, at that moment, the TCMP had not yet defined other work themes and only political councillors elected by the Forest Policy Council were participating in this TCMP meeting.

7.2.2. External system events: "the firestorm" and the forest plantation protocol

By February 2017 the fires had increased in magnitude and became the second largest ever recorded in the country, thus earning the name of 'mega-fires' (Pliscoff et al. 2020). These fires became a national emergency with areas declared 'Disaster Affected Zones' and 'Disaster Zones with Constitutional Exception' (ONEMI 2017). During the time of the emergency, the President instructed the Ministry of Agriculture and the Forestry Policy Council to propose an action plan to urgently recover and restore the country's patrimony affected by the forest fires (CONAF 2017d). Four thematic lines of action were proposed: a) assisting small and medium forest enterprises to recover their productive resources; b) supporting farmers to recover damaged forest plantations and native forests; c) designing participatory ecological restoration plans, including the recovery of streams, protection against erosion, protection against forest fires and priority areas for conservation; and d) developing environmental education and innovation plans on forest fires (CONAF 2017d).

Thus, in February, while the country was still in a state of emergency, the Forestry Policy Council held an extraordinary plenary session where it was announced that the "Thematic Commission on Plantation Management" (TCPM) was to change its name to "Forest Plantation Protocol" (FPP), which was to have as its main objective the establishment of a set of criteria for the development of new forest plantations (CONAF 2017d). In this way, the social, environmental and economic national shock resulting from the fires emergency became a major opportunity to shift the governance process. This is demonstrated by

changing the name from TCPM to FPP, and the structure of the governance process by incorporating the four lines of action previously proposed by the country's presidency as a response to the emergency. This was relevant because with the introduction of these four themes (see 'a', 'b', 'c' and 'd' thematic lines mentioned in the foregoing paragraph), also 'scientific or expert knowledge' was introduced into - and modifying the governance process by creating four Committee of Experts (see figure 7). So, at the second meeting of the now called "Thematic Commission on Forest Plantations Protocol (TCFPP)" (previously called TCMP), the TCFPP presented these 4 axes of work and agreed upon the creation of four additional expert commissions. Among these commissions was the conformation of the 'Soil and Water Experts Commission (SWEC)'[19] (see figure 30).

In the same way, the external shock shifted the traditional balance of forces among the actors in the governance process of the Forest Plantation Protocol. This was demonstrated through the management of working time in the creation of the FPP. Traditionally, forestry power relations in Chile have been described as a "highly asymmetrical relationship, where a minor State agency confronts powerful business groups" (Silva 2004, p.268). One evidence of this power dynamic is that since the 1980s, policy-making processes in the forestry sector in Chile have traditionally taken years of lengthy negotiations before producing a policy-output to regulate the forestry sector. An example of this was the production of the Native Forest Law in Chile, which took more than 15 years of discussions in the Congress (Arnold 2003; Frene and Nuñez 2010a; Biblioteca del Congreso Nacional de Chile 2020). However, unusually fast, the FPP was discussed and approved in eight months of collective work, despite the fact that the forestry sector and environmental actors sometimes requested more time for the production of the FPP' outputs (CONAF 2017p). This power-shift in the FPP process was demonstrated due to the fact that the fires spread mainly through the forestry plantations (see e.g. McWethy et al. 2018; de la Barrera et al. 2018; Bowman et al. 2019) and caused many human injuries and damages to properties (Toro and Valenzuela-Beltrán 2018; Bowman et al. 2019). The fires symbolically affected the power of the forestry sector, due to the fact that this unfortunate and dramatic event 'reinforced unfavourable perceptions in public opinion on forestry plantations' (CONAF 2017p). This reinforced the urgency and therefore the strength of the FPP's regulatory initiative. This exceptional political force was

[19] The TCFPP agreed to the creation of the four expert commissions on: 'Soil and Water'; 'Fuel Discontinuity Management and Interface'; 'Recognition of Ecological Functionality'; and 'Partnership' (see figure 7).

demonstrated during the production of the Protocol through the priority and urgency characteristics of which governmental representatives constantly reminded the actors during the multiple working commissions meetings (see e.g. CONAF 2017d; 2017e; 2017j). For example, at the 16th plenary session of the Forest Policy Council which first discussed the results of the SWEC, stakeholders from CORMA and PROPYMEFOR-CORMA requested an additional 4 months to discuss the FPP' outcomes. In response, stakeholders from TERRAM Foundation, INFOR and CORFO (the latter two governmental organisations) among others, argued that 4 months was too long and supported CONAF's initiative of 1 month more. Finally, the members of the Forest Policy Council agreed with majority to one additional month of work to close the issues of disagreement in the protocol. In this way the so-called "firestorm" created a political opportunity that gave exceptional strength to governmental actors to accelerate the working time of the FPP.

Being able to define the time of work or time horizons, is recognised by some governance' theorists as a manifestation of power (e.g. Jessop (2003)'s *time sovereignty*). In this case, this was applied with the outbreak of mega-fires and shown by the exceptional force of the Chilean government in dealing with actors from the forestry sector when proposing themes and working times. Likewise, this finding is consistent with the original ACF hypotheses, which argue that policy changes require external shocks (Sabatier and Weible 2007).

> "*The most important effect of external shock is the redistribution of resources or opening and closing venues within a policy subsystem, which can lead to the replacement of the previously dominant coalition by a minority coalition*" (Sabatier and Weible 2007, p.199).

However, while the general working themes and commissions were defined, it still remained open what and how the environmental standards would be applied in the FPP's expert commission of soil and water. It would be the role of the scientific experts to define the environmental standards to apply on the soil and water aspects in forest plantations of the country.

7.3. Actors of the soil and water expert commission (SWEC)

This section shows the main actors involved within the Soil and Water Expert Commission's (SWEC), and others that later on will appear in the forest hydrology discussions. The SWEC

(see figure 30, box 3), was the policy sub-system responsible for providing scientific knowledge to the FFP on water and soil issues. It was composed of four key actors or institutional groups. Some of the experts who participated in the SWEC knew each other from previous forestry work and forest hydrology publications carried out between them.

First, the Government was represented by the National Forest Corporation (CONAF) and the National Forestry Institute (INFOR). They are the two main governmental forestry institutions that have carried out – in different periods – forest hydrology research in the country. During the SWEC process, some representatives of CONAF seemed to act as intermediary agents or mediators between INFOR and the forestry sector. For example, some members of CONAF called for prioritizing an adequate relationship between social and economic products from the watersheds, as the forestry sector also stated at some point (CONAF 2017i). Other members of CONAF proposed to focus the discussion on defining criteria for critical watersheds for human consumption, and specifically in buffer-zones for soil and water protection, as also INFOR supported (CONAF 2017h). This led to contradictions among CONAF's actions in the SWEC process, where sometimes CONAF and INFOR seemed to act as a governmental coalition, and sometimes as opposing coalitions. This situation is exemplified in more detail in section 7.4 about the discussion of the widths of water protection buffer-zones.

Second, there is the forestry industry sector, represented by agents of the National Timber Corporation (CORMA) (e.g. the forestry company MININCO). CORMA is the business association that represents the country's small, medium and large forestry producers, such as MININCO, ARAUCO, Masisa, AnChile, among others. ARAUCO and CMPC (MININCO) forestry companies are the two largest forestry companies in Chile, among which ARAUCO constitutes the second largest pulp producer in the world (LaTercera 2017). These firms have therefore historically been very influential actors with national and global relevance. CORMA has previously commissioned some of the academics participating in the SWEC to produce reports on forest hydrology that have been published online in the country.

Third, we have groups of academics working on forest hydrology and forestry management from the Universidad de Chile, Universidad Austral de Chile, and Universidad de Talca (the academic from Universidad de Concepción is not noted in the minutes meetings). These

academics have been trained in Chile and/or abroad. Furthermore, all the academics invited in the SWEC are academics who carry out diverse forestry or forest hydrology studies in collaboration with CORMA or the larger two forestry industries of the country. Some of them have published reports with CORMA, and just recently (2021) also scientific articles in collaboration with the forestry companies of Arauco and Mininco (CMPC). In the same way, some of these academics have been previously commissioned by senior CONAF officials to write official reports on the state of the art of forest hydrology in Chile. The only academic who did not show up to participate in the SWEC meetings was from the Universidad de Concepción (not mentioned in the SWEC minutes). The above facts demonstrate that the groups of academics listened to in the SWEC process were those academics with collaborative work-links to the government and/or forest industry on forestry or forest hydrology issues.

As a fourth actor, there was one representative of the Peasant Farmers' Movement (MUCECH). However, he only attended one SWEC meeting, and his organisation is recognised in previous ACF studies as a solitary organisation and an opponent of CORMA in the case of the Chilean Native Forest Law policy-production (Arnold 2003). This representative was not a scientific expert on the subject and did not share any publications, reports or documents. But, he requested that knowledge of forest hydrology studies be disseminated in rural localities.

7.3.1. Other actors

Later and after the first SWEC report on soil and water protection measures, other actors were going to discuss the results of the SWEC. These actors were going to meet at the Thematic Commission of the Forest Plantation Protocol (TCFPP) and the Forestry Policy Council (FPC) meetings (see figure 30, green-boxes 2 and 1 respectively).

Other actors, such as the forestry representatives from small and medium forestry enterprises (SMEs) – a wing of CORMA – called PROPYMEFOR-CORMA; the Ecological Society of Chile (SOCECOL); TERRAM Foundation; and Forest Engineers for Native Forests (AIFBN); WWF (World Wide Fund for Nature), and the Department of Social Action Bishopric of Temuco (DAS-Temuco), among others were going to join too.

Some of those organisations have members who are academics and professionals from multiple institutions. For example, an academic participant in the FPC explained his participation as a representative of AIFBN in the following way:

> "*The only one who could... who could have independence, and that if any kind of tension happened... somehow one said, from here, from the university no... they couldn't put pressure on me. And that's why I ended up*" (Interview 8, November 2018).

AIFBN did not participate in the SWEC but its organisation was mentioned in a previous ACF study, together with other environmental organisations, as an opponent of CORMA (Arnold 2003).

7.4. What scientific-expert knowledge is listened to?

As the case of the Forest Plantations Protocol in the SWEC demonstrates, opposing coalitions may circulate and apply diverse environmental knowledge approaches in policy production, and other strategies. Specifically, it was a mix of forestry hydrogeology and ecosystem science approaches (as found and described in the previous chapter 6 as well), which were listened to, circulated and applied, in different ways and by different group of actors. Additionally, this section demonstrates that various environmental statements may or may not be supported by scientific documents, and that sometimes the denial of knowledge might occur. In this way, the policy subsystem of the SWEC analysed by the ACF helps to enrich the analysis of the studies' focus on the circulation and application of environmental scientific knowledge, by helping to understand what kind of scientific approach is listened to and on what basis it is applied.

As a general context, the experts convened in the SWEC were mandated to analyse the role of plantations in affecting soil and water and how to protect them, while reviewing the particular case of 'critical watersheds' – in terms of water reductions – from the point of view of water supply for rural inhabitants (CONAF 2017h).

> "*Issues to be analysed for plantations and responsibility for soil and water conservation: critical watersheds, from the point of view of water supply for local populations, Strips around watercourses;*

> *zoning in the watershed, classification of sites where there should be no plantations or where there should be lower densities or greater distances from watercourses, among others*" (CONAF 2017g, p.4).

The SWEC would need to agree and write the guideline for future management and operationalisation of the soil and water protection measures in the country. To do this, and as an orientation, CONAF communicated that the Thematic Commission of the FPP (acting as general coordinator of the 4 Experts Commissions) proposed to base the expert discussions on the existing Decree Law 82 on soils, water and wetlands because this is a regulation in force in these soil and water matters (see following section 7.4).

Subsection 7.4.1 shows what kind of documentation was circulated and applied by SWEC experts to support their forest hydrology arguments. Subsection 7.4.2 demonstrates the circulation of two forest hydrology approaches in the SWEC. Subsection 7.4.3. delves into the forest hydrology discussions to demonstrate the coalitions, strategies and the policy core beliefs they hold in the discussions.

7.4.1. Documents presented by the experts in support of their statements

As mentioned in section 7.3, actors from government, academia, the forestry sector and other social organisations participated in the SWEC discussions. This section reviews the type of documental material circulated by the experts in the SWEC to support their statements, according to the SWEC archives and minutes.

INFOR governmental representatives presented a PowerPoint document summarising the major findings in forest hydrology from Chilean and international peer-reviewed scientific journals. This presentation also included publications by academics present at the SWEC. INFOR and CONAF furthermore presented their internal institutional documents on forestry and forest hydrology. A scientific article published by an INFOR expert was also used.

The academic group – most academics – for its part presented a forest hydrology report, defined as a 'draft version' and dated 'April 2017'. The report presented in April 2017 was

based on one report previously requested and published by CORMA[20] in January of 2017, which some of those academics wrote in order to answer forest hydrology questions based on the international and national literature. Both the January and April 2017 reports answer the same number of fifteen questions, but some questions were slightly modified in the second report. Additionally, the report presented at SWEC in April 2017 removed in its introduction that it had been commissioned by CORMA (but not in the entire document) and expanded the co-authorship of academics who endorsed the report at the time of submission to SWEC as a draft version. Academics also presented other forest hydrology documents they prepared themselves, as well as other reports developed by other academics who collaborate with the national State and forestry industry in previous years. A scientific article published by a UACH academic was also used.

The forestry company Mininco (CMPC), CORMA and MUCECH stakeholders for their part, did not present documents to support their forest hydrology arguments at the SWEC in 2017.

7.4.2. Forest hydrology approaches in the SWEC

It was possible to identify the presence of two approaches to forest hydrology. The 'ecosystem approach' and the 'forestry hydrogeology' approach. As mentioned above, the two approaches differ mainly in the internal and external objects that are highlighted in the forest hydrology discussions. On the one hand, for the 'ecosystem approach' the tree species used, diverse land uses, land use changes and forest harvesting are factors contributing to water fluctuations and reductions in watersheds with forest plantations. On the other hand, for the 'forestry hydrogeology approach' the most relevant factors contributing to water fluctuations and reductions are factors external to land use covers or tree species, and these correspond mainly to soil, geology, precipitation, snowfall characteristics, or – for some actors – the increasing water consumptions from agriculture or rural inhabitants. According to them these are more relevant factors to consider with regard to water fluctuations and reductions than diverse forest covers, tree species or harvesting.

[20] This report, first published online by CORMA in January 2017, mentions that it was requested by CORMA. The same report, dated April 2017 and presented at SWEC, includes more academics and leaves out that it was demanded by CORMA.

In this respect, the 'ecosystemic approach' and the 'forestry hydrogeology approach' are complementary in recognising environmental complexities. For instance, both approaches recognise climate change, rainfalls, location, age, and geology, among others, as basic features for the determinant hydrological regulation of basins (CONAF 2017h). Additionally, both approaches recognised the importance of including soil and water conservation works (infrastructures), which reduce sediment transport and increase water infiltration (CONAF 2017i), and in focusing the discussions on catchment areas associated with human water consumption (CONAF 2017h). They also agreed on the importance of size of harvested areas, or the impact of roads, among others in affecting water resources (CONAF 2017i).

But the two approaches differ in their understanding of the relevance of what topic to apply as soil and water protection measures, such as (i) diverse forest land covers (e.g. *Pinus* vs *Eucalyptus* trees), and (ii) the management of harvesting. They also do so with regard to whether or not (iii) forest plantations contribute to groundwater recharge. Each approach mobilised its arguments through different strategies, and differed with regard to the type of actors that circulated these arguments in the coalitions (see section 7.4.3). For instance, some academics, directly denied knowledge and presented hypothesis as facts, thus generating misunderstanding as a strategy. Further details of the two forest hydrology approaches and their discussions, are presented and exemplifying in the following subsection 7.4.3 for governmental, academics and forestry industry SWEC experts.

7.4.3. Coalitions, strategies and policy core beliefs

Through the analysis of the forest hydrology discussions, diverse strategies and policy core beliefs about the effect of forest plantations on water and soil resources in the SWEC are observed. This subsection demonstrates, that core policy beliefs at stake on the part of the government coalition represented by INFOR and CONAF, are to advance a common regulation – prioritising a precautionary principle – to protect all waters in the country's forested watershed territories; versus a policy core belief on the part of the forestry industry coalition represented by CORMA and invited academic allies, which seeks to avoid a unique regulation to protect all waters in the country's forested watershed territories, and promotes case-by-case assessment of punctual territorial situations that need water protection measures in forested territories. Additionally, this section shows that the argumentative contestations of certain topics, and certain strategies are mobilised to advocate 'for avoiding'

the inclusion of certain topics in the policy-making governance, especially in the forestry coalition. Additionally, this subsection shows that focusing on common understandings on topics between actors may favour the agreement on policy-outputs, but does not necessarily favour major policy changes.

First, both governmental institutions of INFOR and CONAF – but mostly INFOR – advocated for an ecosystem approach to forest hydrology discussions (INFOR 2017a). This approach pays more attention to the need for a permanent (non-harvesting) tree cover – of native forest, *Pinus* or *Eucalyptus* trees – to maintain the hydrology of a site (CONAF 2017h). This mean to prevent rises and falls in water levels. Moreover, regarding forestry tree species, experts from CONAF and INFOR recognised that *Eucalyptus* is one of the most evapotranspiration efficient tree species (CONAF 2017h; CONAF 2017g).

> "*Eucalyptus is one of the most efficient species in terms of evapotranspiration. Trees are made up of 85% water, so we can see the tree as a source of water and the faster the tree grows the more water and nutrients it consumes*" (CONAF 2017h, p.10).

Both governmental institutions agreed that despite forestry plantations of *Pinus* and *Eucalyptus* trees not being the unique cause for the water shortages in the country, forestry plantations are also responsible for the hydrological effects on watersheds (CONAF 2017h), as a water consumer that affect streamflow and also soil water infiltration through water transpiration of trees (CONAF 2017g; CONAF 2017h). Likewise, if a watershed with plantations occupies a good proportion of the surface area, the watershed will have a lower water yield (CONAF 2017h).

As for policy core beliefs, both governmental institutions of CONAF and INFOR also called for a general criterion that would regulate and support CONAF's forest management work, despite the fact that nature is indeed complex and diverse. In this way, the governmental coalition mostly advocated for a common policy regulation to protect all waters in watersheds of the country with a good proportion of forestry plantations:

> "*While it is true that nature is very diverse, nevertheless general criteria should be used to develop the protocol*" (CONAF 2017g, p.5).

But stakeholders from CONAF and INFOR also differed on some points. One expert from CONAF mentioned that the services of forestry plantations may be in competition – while helping to control erosion[21], at the same time they consume water – and that this depends on climatic and geological particularities (CONAF 2017h). Also, this governmental expert of CONAF called for a balance between water production and the productivity of other goods and services in the basins, and mentioned the case of South Africa, where scientists have recommended not having more than 50% of a watershed covered with plantations (CONAF 2017h). On these last points, CONAF was close to the forestry hydrogeology approach and the arguments of the representatives of the forestry industry, who also argued for a balance between productive and conservation aspects in the watersheds (more details on this in the following paragraphs). On this last point CONAF and INFOR differed. For governmental experts of INFOR, catchments that supply water for human consumption should have a permanent forest cover (unharvested) (CONAF 2017h), with native forest or a mix with tree plantations because this helps to better regulate hydrology in the watersheds (Interview 3, December 2018).

> "[A] *watershed that supplies water for human consumption should have permanent forest cover, therefore industrial activity, which is based on short rotations of high* [water] *consumption, causes a series of hydrological impacts*". (CONAF 2017h, p.9).

This means that with a permanent vegetation cover in a catchment, water level fluctuations – from floods and water reductions – which in fact do occur after the harvesting and (re)growth of young trees in productive plantations, are avoided. In this regard, there is also a cumulative effect over time (temporality) to consider (CONAF 2017h).

Thus, for INFOR, the understanding of forestry plantations as a factor that highly contributes to water consumption is applied to argue for the development of a precautionary principle in the policy formulation.

> "*The issue of plantations and water consumption had been discussed at length, and at INFOR they had made a pronouncement by exhaustively reviewing the existing literature at national level, which*

[21] As for the statement that productive forestry plantations contribute to sediment control in streams, this is not consistent with what was observed during field visits and in a forestry plantation monitoring catchment in Chile (see figure 31).

> *coincided with international information. Therefore, existing literature agrees that on the water issue, small basins should be addressed – considering the precautionary principle, which is relevant and required by some companies – where fast-growing forestry plantations that occupy a good proportion of a small basin generate a lower water yield, especially in the summer season. This compares to grassland, scrub and native forest in Chile*" (CONAF 2017g, p.9).

Second, academics, for their part, mostly advocated for a 'forestry hydrogeology approach'. This approach pays more attention to external factors, such as soils, geology, or climate characteristics in analysing hydrological effects of forestry plantations. In the forest hydrology discussions, some of these academics argued that although tree forests and plantations do indeed contribute to the reduction of water resources, land cover is not the most relevant variable. For them, external climate, hydrogeological and human water consumption factors are more significant to consider than forestry plantations in the policy-measures (CONAF 2017h). As one academic stated:

> "*Land use is not the most relevant variable* [in water reduction phenomena], *but rather are hydrogeological and climatic variables. According to isotopic studies – led by forestry companies – the behaviour of metamorphic rocks, the residence time of water in the rock is 8-9 years. When there is a continuous flow in a non- surface watercourse, and as there is a period in which there is no precipitation, it is evident that there is a mixture of surface and recessive flows. Additionally, the data from the DGA establishes that water consumption has increased three times since 1990 to date, so there is no ecosystem that can resist*" (CONAF 2017g, p.7).

In doing so, they argue that as 'trees' do indeed have effects on the hydrological distribution, it is always more beneficial for water production to have 'smaller vegetation' in catchments (CONAF 2017i), by which they mean vegetations such as grassland but not trees.

Concerning tree forestry plantation species, one academic stated as a research gap the need to identify whether there are hydrological differences between *Eucalyptus* and *Pinus* species (CONAF 2017h), although in another report published by the same author(s) and presented at the SWEC, this academic acknowledged that *Eucalyptus* are higher water users compared to *Pinus* and native forests (CTHA and CFCN 2017). In doing so, this academic (or these

academics[22]) has been inconsistent between what he declares and writes, and likely as a strategy, has presented as a research gap (a need to know) a fact of his own forest hydrology written knowledge (document written in 2017) and which was presented as a backup of the forest hydrology discussions held in the SWEC in 2017.

Similarly, some of these academics argued that plantations also contribute to groundwater and soil water recharge (CONAF 2017g; 2017f). This group of academics even develop the proposition of a new hypothesis (called by them a theory) unique to Chile. For them, the results of international forest hydrology studies – which demonstrate the effects on water reductions of *Pinus* and *Eucalyptus* forestry plantations – could not be compared with Chile, given the country's Mediterranean climatic and hydrogeological characteristics (Interview 4, November 2018; Interview 5, December 2018). In this way, these academics, likely as a strategy, challenge the international and national state of art in forest hydrology, which recognises how *Eucalyptus* and *Pinus* plantations contribute to water reductions. Part of this hypothesis also argues that forest plantations contribute to groundwater recharge in climates where it only rains in winter such as in Chile. In these ways, these academics believe in the impossibility of comparing forest hydrology knowledge from different locations and this argument is used to advocated (policy core beliefs) for avoiding a common regulation to protect all waters in forested watersheds of the country, and by analysing case by case the hydrological effects:

> "*I agreed* [with the other academics] *that a common* [forestry] *policy could not be applied to all the watersheds. A book* [it is a report] *has just been published with Unesco where 13 countries were contacted, which were world powers in the forestry sector, have been contacted to find out what policies they were applying in the sector and what they were applying to protect water resources. One of the conclusions reached was that what happens in one climate cannot overlap with what happens in another place. Similarly, the forest management carried out in one basin would not necessarily work in another, as it depends on the hydrogeological characteristics of the basin. It is important to know that in climates where it only rains in winter, as in much of Chile, if forest plantations are well established territorially, far from the water table, in the upper parts of the basins, it helps to*

[22] This statement was declared by one academic, but other academics - who were also present at that SWEC meeting and are co-authors of the aforementioned report presented at the SWEC – kept silence and did not clarify this inconsistence between his oral and their written statements neither.

> *produce water* [probably he meant due to groundwater recharge ?], *as is the case in South Africa*" (CONAF 2017g, p.5).

In this regard, it is important to mention that the statement that forestry plantations 'help to produce water' by recharging groundwater was not found in the literature references reviewed in chapter 5. On the contrary, concerning *Eucalyptus* tree species in Australia and South Africa, it was noticed how forestry plantations contribute to reduce soil water content and groundwater levels, and these trees are in some cases used to reduce the groundwater levels in aquifers facing salinity problems in Australia (see section 4.1.3). In addition, considering the findings in chapter 5 of this research, Chile has no scientific publications about the hydrological effects of *Eucalyptus* plantations [as to my knowledge, neither about *Pinus* plantations] on their aquifers water use and/or groundwater recharge by these trees; making this topic a key knowledge gap in Chile. In this context, the statement that 'plantations help to produce water' is an inconsistency. Additionally, the aforementioned statement seems to use the 'groundwater' gap of knowledge (a need to know in Chile) likely as a strategy to present as facts, hypotheses not proven yet or rejected in Chile.

The issue of whether or not forest plantations of exotic species help (or not) groundwater recharge was an issue on which INFOR experts asked for clarification, and about which INFOR and academics did not reach common understanding (CONAF 2017h). This could explain the scientific inconsistencies reported in the SWEC minutes summary:

> "*A reference is made [in the meeting] to the lack of existing research for providing answers to the many questions (…) given that there are many claims regarding the effects of plantations on waterbodies that have no scientific background*" (CONAF 2017h, p.2).

Furthermore, some of these academics usually stress as an argumentative strategy, that as all watersheds are different (climate, soils, groundwater, etc) and complex, there are no homogenous hydrological effects and many uncertainties. They also pointed out that the summer water present in a basin is not strictly concordant with the water that fell in the preceding hydrological year, and that this water is explained by the water that fell in previous seasons; as well as that basins and aquifers do not always overlap (CONAF 2017i), thus stressing the complexities of forest hydrology phenomena. Furthermore, given the large number of external and significant factors such as climate change, increasing human and

agricultural water consumption, etc. which also play part in the water production of watersheds (CONAF 2017g; 2017f), generally these academics circulated and applied these arguments to advocate that it is not so simple to subject forestry plantations to a single forest policy, and more research is needed in collaboration with public and private actors. In these ways, as for the policy core beliefs of these academics, their understanding of the environmental complexity, diversity, and uncertainties or gaps of knowledge is applied to advocate against a unified policy formulation for all forestry plantations. As another academic also stated:

> "*The answer to the questions posed are not unique and what to do in all these cases to strengthen public policy is not so simple and there must be more research on this issue and greater collaboration between different public and private bodies. Moreover, in the national parks there should be monitoring of these basins. Define well what is critical in relation to current and future demands, in order to clarify what will be investigated. If the existence of vegetation is conflicting within the basin in relation to water supply and demand, then let's study that issue and make the results known to society*" (CONAF 2017h, p.9).

As for argumentative coalitions, these academics agreed to distinguish and look more carefully at cases in the so-called 'water supply watersheds' (CONAF 2017h) instead of distinguishing/calling them 'critical watersheds' (CONAF 2017i). With all these arguments, these academics show points in common with CORMA representatives who also advocated for calling them 'water supply watersheds'. Additionally, some academics recommended reaching some kind of agreement, giving the example of the case of South Africa, where watersheds are not completely forested in order to provide opportunities for other uses (CONAF 2017h). Thus, they show points in common with a CONAF expert who also mentioned the example of South Africa. In this case, the example of South Africa was applied as a common strategy from these actors, to advocate for the presence of productive plantation forestry (harvested) in 'water supply watersheds. In this way, these actors advocated for common elements in the policy-process, demonstrating signs of a coalition.

Third, forestry industry representatives for their part, presented a forestry hydrogeological approach too. Forestry actors indicated that they have done forest hydrology research on the subject for more than 5 years, with significant advances (CONAF 2017i). Based on their forest hydrology knowledge, the forestry industry – while acknowledging that land use and

management are factors that influence water dynamics – advocate that water reductions in forestry areas are mostly due to external factors, such as climate change (less rainfalls), soil characteristics or higher water consumption by agriculture. As a forestry representative stated in the forest hydrology discussions:

> "*There are things that have already been said, less rainfall, less water, origin of the soil and now we are facing a third element, the use of the soil and we must recognise that agricultural crops consume more than forestry crops and this must be made known to society as a whole*" (CONAF 2017h, p.6).

> "[Additionally, he] *raises two issues. The first is that you cannot look at water independently without considering the existing vegetation over the watershed, water production is not independent of watershed management. The second is that the size of the watershed and the size of its intervention affects how much or how little road construction and how much or how little sediment is washed away by roads*" (CONAF 2017h, p.8).

Additionally, similar to the group of academics. forestry industry stakeholders also preferred to work with the concept of water supply basins, rather than critical basins (CONAF 2017i). Likewise, the forestry industry argued that it is important to maintain a balance between the production of goods and services (timber and water, etc) in watersheds, showing accordance in this regard with CONAF. Additionally, forestry experts stated that a well-applied clear-cutting (harvesting) could be a management technique in forestry watersheds that provide water to communities as well (CONAF 2017i), differing on this point with INFOR.

> "[A forestry representative] *raised the importance of maintaining the productivity of multiple goods and services in water-products of watersheds, and argued that well-applied clear-cutting could also be a management alternative for these watersheds, especially when we are in coniferous plantations due to silvicultural management issues. He indicated that a balance should be maintained between environmental, social and economic aspects*" (CONAF 2017h, p.10).

With these arguments, representatives of the forestry sector also called for a protocol that does not modify productive forestry management of plantations, especially harvesting, in 'water supply catchments'.

At the same time, the forestry sector equally mentioned the complexity of regulating all the watersheds with the same policy-measures, when – according to them – the existing critical cases for human water consumption are a minority (CONAF 2017i). In this sense, as for the policy core beliefs for this representative of the forestry sector, the statement that the cases of forestry watersheds affected by water reductions would be a minority in the country, is used to advocate for a case-by-case management-solution, and against a unique policy formulation for all watersheds with forestry plantations. As a forestry industry expert stated:

> "[He] *points out that the catchments that we are talking about, at the national level are very few and it is not possible to regulate for all cases when it comes to a minimum number of situations*" (CONAF 2017h, p.9).

In this way, this forestry representative proved to share policy core beliefs and make a coalition with most of the invited academics in: a) advocating together against a unified national policy regulation to protect all waters in the country's forested watersheds in Chile, and b) in favour of a case-by-case analysis, to assess whether and where it is necessary to safeguard water and soils in certain forestry plantations in Chile.

Forestry industry experts thus, on the one hand, expressed common ground with both CONAF and academic representatives on certain aspects mentioned above. But, on the other hand, forestry actors also differed with INFOR actors on other aspects, such as on the relevance of considering (or not) harvesting (clear-cutting) practices in watersheds for human water consumption in the country (CONAF 2017i), and later, on the 'widths' of water protection buffer-zones (CONAF 2017q). The specific discussion among actors on the issue of the water protection buffer-zones, is addressed in greater detail in the following section 7.4.

MUCECH representatives for their part, did not actively participate in the development of protocol agreements (see e.g. CONAF 2017f; 2017i; 2017b; 2017k). However, during their interventions in the process, they advocated for the rural peasants' and indigenous communities' views. They mentioned being affected by forestry activities (land properties, or chemicals, among others); and requested support for rural peasant production, as well as called for an integrated management policy that could ensure a permanent water availability in the watersheds (CONAF 2017i). During the process they did not report conducting

research on the subject, but called for the knowledge about soil and water studies to be diffused in rural communities (CONAF 2017i).

In this regard, inspired by the Decree 82 on soil, water and wetlands regulation, and based on the previous forest hydrology discussions, academics mentioned three concrete measures for soil and water protection. These were agreed on and then taken up by governmental and industrial actors too, to advance the production of the FPP: 1) manage the exclusion intervention buffer zone with low vegetation that has low water consumption rates, 2) define riparian zones, do not plant in these zones and do not thin trees as this would increase the water consumption of remnant trees; 3) establish mosaics of different ages of trees and look at their plot sizes so as not to increase the density of roads (CONAF 2017i); as well as other soil protection measures to be taken into account during harvesting operations (CONAF, n.d.). These proposals demonstrate how common understandings among experts about certain topics were key to move forward the production of the SWEC outputs. Such is the case, for instance, for the three measures proposed by academics (above), and where actors from industry and government reached a common understanding of identifying these as relevant management practices to consider in the SWEC proposals. Conversely, most contested issues such as the harvesting practices in 'water supply catchments' were not addressed in depth. Subsequently, only the horizontal width of the exclusion intervention buffer zone was later contested in the final outcomes of the Soil and Water Commission. This finding is consistent with the ACF theory, which states that a minimum of consensus on issues is required for policy making (Sabatier and Weible 2007).

After their second and third meetings, the SWEC experts started dividing themselves into smaller sub-working-groups to more efficiently develop the topics defined by consensus in the commission. INFOR and CORMA worked to define the conceptual framework for the work of the SWEC (CONAF 2017i), and the issue of buffer protection zones was discussed at the meetings of the experts (see e.g. CONAF 2017g; 2017i; 2017m). Academics worked with CONAF and CORMA on the development of a soil fragility index (see e.g. CONAF 2017k). Furthermore, academics worked with INFOR and CONAF on the development of drainage works and roads (see e.g. CONAF 2017i; 2017k). They also worked on a proposal for harvesting and establishment issues (see. CONAF 2017j), and a proposal for harvesting machinery was made by CORMA (see CONAF 2017l). During this process, the participants had the possibility to exchange views between the groups before the complete proposal was

sent to the CTFPP, and subsequently to the FPC (see CONAF 2017m). With these measures, it was hoped to ensure that all views were represented for each topic of work (Interview 2, November 2018).

As reported in the minutes, after discussions, many of the issues worked on in the SWEC reached consensus despite some differences. However, in the following section I explore in particular the work on the definition of the minimum width required for soil and water buffer protection zones in forestry plantations, as this was one of the most difficult issues to reach a final agreement on in the entire FPP. Through this example, it is possible to demonstrate more clearly the existence of two opposing coalitions in the production of the FPP on the soil and water protection issues: INFOR and CORMA, who confronted their scientific approaches to negotiate the minimum width of the country's soil and water buffer protection zones.

Figure 31. Catchment monitoring station in a *Pinus* forestry plantation under the influence of harvesting and forestry roads

Source: author, 2018. The weir is full of sediment which has covered part of the water level sensor (metal vertical pipe visible on the left-up of the picture). This basin had a buffer zone of native forest and shrubs – of a few meters – around its watercourse. Biobio Region, Chile.

7.5. Decision making in the governance process: the soil and water protection buffer-zones

In this section, I argue that Sabatier's advocacy coalition framework (ACF) can enrich studies focused on the application and circulation of scientific expertise in policy change. It does so by helping to understand how the relative stable parameters (previous policy or rules) play a role in defining the margins for policy change. Additionally, ACF contributes to understanding the role that scientific knowledge plays in the production of the policy outputs within those stable parameters. I do so by analysing how scientific knowledge can move or change those parameters, or not.

As it is demonstrated by the discussion on width of buffer zones in the FPP, on the one hand, knowledge played an important role in policy production by providing scientific evidence to advance the negotiation margins. In this respect, two scientific papers were applied in the SWEC concerning buffers widths in Chile. On the other hand, it is demonstrated that the request to apply the same measures to small-medium and large-sized forestry entrepreneurs was used as strategy to advocate for conservative buffer-widths options in the policy discussions. This contributed to the fact that the main path to policy change in this respect was a process of negotiation, where environmental and economic aspects were negotiated.

At the same time, this discussion shows the importance of the existence of previous laws and agreements (relative stable parameters) in defining the possible margins of negotiation. As the case of the width of the buffer zones demonstrates, the overall margins did not move beyond the previous legal margins of Decree 82, but did change within those margins. Additionally, it confirms the existence of two opposing coalitions in the process of producing the final outputs of the Soil and Water Experts' Commission (SWEC) in the FPP: the forestry industry, and a governmental coalition. This section looks in particular at the case of the negotiation on width for soil and water protection buffer-zones, as this was the most discussed output of the SWEC and one of the two most discussed topics in the entire production of the Forest Plantation Protocol (FPP).

Section 7.5.1 first presents the background of existing regulations in Chile on buffer zones in forested territories. This allows to analyse a subsequent policy change or not. Section 7.5.2

demonstrates which coalition actors advocated for advancing or preserving buffer distances and their arguments circulated and applied for doing so.

7.5.1. Relative stable parameters: The Decree 82 on soil, water and wetlands regulation

During the creation of the SWEC, the Thematic Commission of the Forest Plantation Protocol (TCFPP) discussed which regulations to use as a guide for the experts' discussion. In its third meeting, the TCFPP proposed to use the Decree 82 on soil, water and wetlands regulation (Ministerio de Agricultura 2010) as the basis for the analysis of the issue of water and soil protection (CONAF 2017g). It was also decided that the Forest Plantation Protocol would be an indicative and non-normative document since its production was part of the FPC which is also a consultative political body (CONAF 2017g). In this way, at the first meeting of the SWEC, government representatives presented the decree 82 as a guideline for the development of SWEC's work themes, among which protection buffer-zones are specified (CONAF 2017h).

Decree 82 on soil, water and wetlands regulation (Ministerio de Agricultura 2010) is the Chilean regulation that sets out the criteria for protecting soils and water bodies in the country. It focuses on native forest recovery and forestry incentives. Decree 82 addresses the issues of protection buffer zones, harvesting, use of machinery, road construction, soils, erosion, slopes, among other topics that were addressed at the SWEC as well.

Regarding protection buffer zones, Decree 82 defines two types of zones. First, an 'intervention exclusion buffer zone' of 5 and 10 metres on both sides for watercourses between 0.2 - 0.5 square metres, or larger than 0.5 square metres respectively. In the intervention exclusion zone, the harvesting of native trees or forest plantations is prohibited, as well as the construction of any structure, roads or the entry of any machinery. Second, there is a 'limited management protection buffer-zone', which is contiguous to the intervention exclusion zone. The limited management buffer zone has a width of 10 metres for slopes between 30 and 45%, and 20 metres for slopes steeper than 45%. In the limited management protection zone, it is possible to intervene leaving a land cover of at least 50%. But this zone does neither allow the construction of structures, nor the deposit of forest harvesting waste, among others. Combined, both intervention exclusion and limited

management buffer zones add up to a maximum of 30 regulated metres as a protected buffer zone.

7.5.2. The FPP and the discussions on the width of water protection buffer-zones

According to the SWEC's minutes, participants at their first meetings agreed to consider 10 metres as a minimum width for the exclusion intervention zone around permanent and temporary watercourses (CONAF 2017g; 2017i). This progress was made due to the fact that INFOR argued that the 5-metre minimum distance defined by the Decree 82 was insufficient to protect the quality and quantity of water in the estuaries or headwaters of the watersheds (CONAF 2017h). Likewise, during the process, INFOR reported that published Chilean research indicated that 36-metre buffer strips bordering water bodies covered with forests and plantations on the sides works for purposes of water yields (CONAF 2017h). At the same time, CONAF clarified to the SWEC experts that the width of the buffers would be considered primarily as a criterion for water quality protection (CONAF 2017h), and representatives of the forestry companies promised to send a watershed management protocol that they had developed 5 years before with one of CONAF's regional office's in the south of the country (CONAF 2017i).

However, between the fourth and sixth SWEC meeting, no further progress on buffer zones was reported in the SWEC minutes. In this regard, accounts from some SWEC experts also mentioned that in the discussions on buffer widths, at least one academic has referred to the need for a buffer of at least 100 metres wide, with the buffer area being extended depending on the type of vegetation, topography, slope, etc. inspired by international laws (Interview 7, November 2018). The above, although a minority, is also proof of a diversity of positions on the discussion of buffer widths within the group of academics in the SWEC. Some SWEC experts also would have referred to the old Chilean forest law of 1931, which had buffer protection widths of 100 metres (Interview 6, November 2018). Nevertheless, these discussions were not found in the FPP' minutes, possibly because they were made outside SWEC's meetings (e.g. emails). However, some comments made by governmental and academic actors were found in the minutes of the meetings, suggesting to analyse percentages of afforestation in the watersheds (CONAF 2017h). All of the above could suggest that at one point in the SWEC, major measures on afforestation were also discussed, such as the

protection of all or major percentages of the watersheds involved in human water consumption.

But at the seventh SWEC meeting – the last meeting before submitting the SWEC report to the coordinators of the Thematic Commission of the Forest Plantation Protocol (TCFPP), it was agreed between CONAF[23] and forestry industry representatives of MININCO and CORMA – INFOR and academics did not attend to that meeting – to include as a criterion the previous "Protocol of agreement for the protection of watercourses and soils of the IX region". This protocol had been signed by CONAF-Araucania (IX region) and forestry companies years earlier. This CONAF-Araucania document was added as an argumentative baseline for categories and buffer width ranges in watersheds with plantations for the SWEC-outputs. This CONAF-Araucania document included different waterbody categories and defined that the width of the water protection zones in general areas had a minimum distance of 5 metres (see CONAF 2017m), which were not previously discussed by all the SWEC experts. In this way, the 10 metres minimum as water protection zone width were adjusted only to the watersheds identified under the category of water supply watersheds (see annex 1) (see CONAF 2017m). This change demonstrates, on the one hand, the importance of relatively stable parameters, such as the existence of prior agreements between actors (e.g. CONAF-Araucania agreement), to avoid policy change and try to keep current policy-environmental standards within the general margins in force by law (e.g. Decree 82) that had been previously established. In this case, the CONAF-Araucania document signed earlier by CONAF and large Chilean forestry companies, was applied to keep the previous margins of regulation in the SWEC policy-production process. On the other hand, with the inclusion of the CONAF-Araucania document some members of CONAF demonstrated being allies with forestry companies, and CONAF showed contradictions within the actions of the government coalition (e.g. with INFOR). This is probably due to the fact that within CONAF there are different views on the soil and water issue in the country (Interview 9, January 2019). Additionally, this situation demonstrates the power of the forestry sector in the FPP and SWEC negotiations, and evidences that the power of the governmental institutions – who generally sought to advance forestry sector regulations in different topics

[23]The Watershed Unit, Department of Plantations, and the Department of Standards and Procedures. Both from of the National Forestry Corporation (CONAF).

in Chile to date – was not absolute in the production of the FPP, despite the fact that the regulatory power of governmental actors had been encouraged by the 'firestorm'.

This situation of the buffer-zones' width led to a series of misunderstandings among the TCFP councillors when they afterwards reviewed the SWEC's first-output report. The TCFPP was responsible for reviewing this first full draft of the Forest Plantations Protocol, including the first SWEC report with the buffer zones, among others, before transferring it to the Forestry Policy Council (FPC) for approval. During this process, the existence of SWEC's main opposing coalitions became more evident: forestry industry and governmental coalitions. Regarding SWEC's work, at this TCFPP meeting INFOR representatives questioned that the minimum widths should be 10 metres for all permanent and temporary brooks according to the SWEC agreements (CONAF 2017n). INFOR also advocated that other category of water bodies should be included as well, giving the example of lakes that could vary in water level where 10 metres would not be sufficient. For this reason, INFOR considered that in those cases, it should be a minimum of 20 metres (CONAF 2017n) and thus the minimum buffer zone widths for these cases should be increased. At the same time, CORMA argued that 10 metres should only apply to water supply catchments as agreed at the SWEC. They also advocated that large water bodies such as lakes were not located in plantation areas, and that Decree 82 only refers to rivers, springs and water bodies (CONAF 2017n), and no other categories of water bodies as INFOR proposed should be included. At the same time, CORMA argued that the water bodies categories of the SWEC report had been taken from a protocol previously signed between forestry companies and CONAF in the Araucania IX region (CONAF 2017n) to demonstrate that these categories were based on previous agreements between these institutions. In this sense, the previous agreement of CONAF-Araucania, was what the forestry companies could circulate to contest the extension of the buffer widths. This again demonstrates the role of prior agreements for policy-change within relative stable parameters (Decree 82), when some coalitions do not pursue policy-change and seek to preserve previous conditions. At the same time, it demonstrates the process of negotiations as an important path to avoid policy-change, especially when some actors had no publications or documents to back-up their arguments on a subject with knowledge.

INFOR and CORMA councillors and invited experts could not reach an agreement at this meeting about the issue of minimum widths of the water protection zones and water-

categories. Therefore, the CTFPP participants agreed to reconvene the Soil and Water Experts group with members from CORMA, INFOR and CONAF to re-analyse the proposal on minimum widths (CONAF 2017n). However, this meeting did not take place. INFOR reported requesting a meeting and having no response from the forestry representative (CONAF 2017p), and the issue of minimum protection widths of 5 and 10 metres passed on to be discussed in the plenary chamber of the Forestry Policy Council (FPC).

In this context, a confrontation between the visions of INFOR and CORMA coalitions on the minimum width of the buffer protection zones also took place in the 16th plenary session of the Forest Policy Council (FPC). In the process of revising the document, some experts and councillors made their suggestions and requested more time to analyse the first draft Protocol. In response to this, the president of the council, led by CONAF, said that it was not possible to reconstitute all the expert committees again, so the FPC counsellors should focus on resolving only those issues on which there were discrepancies (CONAF 2017n). In this way, two main issues emerged as non-agreed topics in the protocol: minimum widths of soil and water protection buffer-zones in the work of the SWEC, and the topic of undergrowth vegetation in forestry plantations in the work of the Commission on Ecological Functionality (not analysed in this study).

At this plenary meeting, stakeholders such as INFOR, SOCECOL and PROPYMEFOR-CORMA requested to increase either more, or less, the minimum and maximum of the protection buffer-zone widths. They applied different strategies. At this point in the discussion, some actors also used the existence of different previous agreements as a main argument for political change. This reinforces the importance of the existence of relative stable parameters, such as, for example, the existing legislation (Decree 82), the FSC certification, or previous agreements (Araucania IX, or in the CTFPP meetings), in order to keep previous policy conditions. For instance, SOCECOL asked whether or not the SWEC buffer proposal changed the margins of the current regulation (Decree law 82). If not, SOCECOL proposed to go beyond the status quo and surpass the established minimums in the policy (CONAF 2017p), thereby supporting INFOR. The counsellor of PROPYMEFOR-CORMA (representative of CORM's micro-enterprises), for his part, requested that 15 meters should be considered as a maximum goal, arguing that the Forest Stewardship Council certification (FSC) requires forestry companies to have 15 meters of

exclusion and subsequent fencing, which is not easy to achieve (CONAF 2017p). In response to PROPYMEFOR-CORMA's comment, CONAF argued that for micro enterprises a particular discussion should be held, in order to operationally move forward with a general rule for all actors (CONAF 2017p). This exchange between PROPYMEFOR-CORMA and CONAF evidences a recurring aspect in the construction of the protocol in which for CONAF and forestry companies general measures for large, medium and small forestry entrepreneurs had to be found. In this way, CORMA representatives invoked social and economic criteria by mobilising the argument of inclusion of small and medium forestry landowners, and asked that an 'equal regulation to all forest entrepreneurs should be applied' as an argument in favour of lowering the environmental standards of the buffer widths under discussion. A similar case was reflected in the discussion on the slope and construction of forestry roads (see section 4.1.1), as well as in the final discussion on buffer zone widths at the 8th session of the SWEC (see below). Here too, the existence of small and medium forest owners was used as a socio-economic criterion in the width-buffer evaluation. In this sense, forestry industry stakeholders showed inconsistencies in arguing that a unique/general policy should not or should be applied, or at least not to all forestry plantations, depending on whether environmental-water or socio-economic aspects were discussed respectively. Finally, in both cases of general basins and water supply basins, INFOR argued for including ranges of 20 and 30 meters according to different water bodies' categories (CONAF 2017p). In this way, environmental and economic stakeholders were generally more or less in favour of advancing the standards of the protocol, thus generating opportunities to support the INFOR and CORMA coalitions respectively.

Other environmental stakeholders too gave their views on soil and water outputs. AIFBN mentioned that it was a simplification to see SWEC's differences only to exist between INFOR and CORMA. In response, CONAF agreed but said that it was better to reduce the number of stakeholders to facilitate the SWEC's agreement. In addition, TERRAM Foundation advisors requested to distinguish the measures to be taken between plantations and native forests. In response, AIFBN argued that it was not the species that was relevant, but the type of forest harvesting applied, and advocated for basing the protocol on Decree 82, given that D.L. 701 had anomalies. Subsequently, AIFBN offered to be part of the drafting team of the protocol, replacing SOCECOL in common agreement and taking the position that had initially been assigned to it (CONAF 2017p). In this way, SOCECOL and AIFBN appeared to coordinate their actions, and evidenced support for INFOR (e.g.

increasing buffer widths and the issue of plantation harvesting, respectively). The other social and environmental organisations such as WWF and DAS-Temuco, were present in the meeting but they kept silent on the discussion of buffers. And, since no agreement was reached at plenary session 16th either, the FPC instructed that CORMA and INFOR experts from SWEC re-examined the protection buffer-zone width proposal to reach agreement. Thus, INFOR and CORMA experts from SWEC met for their 8th, and last meeting to define the minimum buffer widths (CONAF 2017q). In this last discussions of the SWEC, the minimum widths of the buffer protection zones did not vary much from the first version of the draft proposed by CONAF and forestry industries, remaining at 10 and 30 metres minimum depending on slopes for water supply catchments, as well as 5 and 30 metres minimum depending on the slopes for other water protection zones in common basins (see annex 2) (CONAF 2017q; 2017a). However, within the general benchmarks of the Decree Law 82 and the Araucania agreement (5 and 30 meters), changes were made. For instance, increasing the minimum widths of the protection buffer zones from 5 to 10 meters in catchments for human water consumption, including new categories of water bodies, and the category of water supply watersheds. This reveals that although the scientific knowledge discussed at the SWEC could not change the previously established legal bases (for example, go beyond the range between 5 and 30 metres established in the Decree 82), these discussions enabled all the actors to make changes to the Decree 82, but without changing its overall benchmarks.

To finally define and justify the widths of the protection buffer-zones, a combination of scientific publications from diverse SWEC experts advocating for opposed coalitions were used (applied) (see CONAF 2017q). This was materialised through the incorporation of two scientific peer-reviewed journal publications referring to buffer zones in forestry plantations in Chile. One of the articles was published by INFOR experts who in the SWEC advocated for an ecosystem science approach. Another article was published by an academic from the Universidad Austral de Chile[24], who in the SWEC advocated for a forestry hydrogeology approach. As the last SWEC minute reported:

[24] The existence of these publications is mentioned in the minutes, but they were not cited for more precise identification.

> "*The proposal considered research work carried out by [professor], who studied sediment control for slopes less than 24%, in areas with clear-cut harvesting and waste burning. For steeper slopes, a study by [INFOR] was considered. Both studies were carried out near to Valdivia*".

In this way, each one of these scientific articles was circulated and applied by the opposed governmental and forestry industry coalitions. This is a relevant finding, as this shows how actors of different coalitions can circulate and apply different scientific approaches that may be more familiar or useful to them in the policy making processes. This also shows, that each coalition can circulate and apply their own scientific publications in policy-making. For example, in the case of the forestry companies represented by CORMA, they circulated and applied a scientific article published by an academic working with them.

Additionally to the two scientific studies from both approaches, in the protection buffer-zones evaluation also factors such as rainfall, slope, and the amount of surface area available for soil and water protection for small and medium-sized forestry companies among others, were considered (see CONAF 2017q).

> "*The proposed metrics are extensively analysed on the basis of a number of factors such as slope, rainfall, amount of land area devoted to soil protection and water in the hands of small and medium-sized landholders, among other factors*". (CONAF 2017q, p.2).

This last SWEC discussion also demonstrates other aspects relevant to understanding the application of knowledge in policy-making. On the one hand, this demonstrates that, while Chilean forest hydrology knowledge played an important role in policy production by providing knowledge through two articles to support the changes within the policy benchmarks of the Decree 82, the path to policy-change in the protection buffer-zone was also a process of negotiation, where studies and bio-physical factors, but also some socio-economic criteria were considered. This also demonstrates that this forestry policy concerning environmental standards was largely contested by industrial coalitions. However, the inclusion of socio-economic criteria, was not contested by the industrial coalition and was also supported by the government coalition. Additionally, the inclusion of this socio-economic criteria did not require documentation to backup evidence either.

On the other hand, given that the minimum negotiation margins of the buffer protection zone never exceeded the margins established by Decree 82, this confirms the importance of relative stable parameters in defining the possible negotiation margins of the policy change of this Chilean forestry policy. This is despite the fact that some stakeholders suggested surpassing the 30 metres. Likewise, the later inclusion of the 'CONAF-Araucania agreement' confirms the importance of previous agreements in the negotiation process, in order to keep previous policy-conditions. Because it was thanks to this agreement that a width of 5 meters was kept as a minimum in water protection zones in general. This demonstrates that in the absence of scientific evidence (e.g. publications) for maintaining or lowering environmental standards, the existence of prior agreements between actors in a coalition can be circulated and applied as support for the maintenance of policy-making margins, in other words, as a negotiation strategy.

In this way, the scientific discussions supported by those two scientific articles and the other socio-economic arguments have allowed to move the buffer-zone' widths (margins) within the previously agreed general benchmarks (of 5 and 30 meters indicated in the Decree 82), but not to move the margins beyond them. At the same time, it shows that the power of the governmental actors was not enough to push for major environmental policy changes regarding soil and water protection buffer-zones in productive forestry plantations. This could be explained by the fact that, according to one academic, the SWEC was rather a process of agreement building where an acceptable middle ground was sought between all actors (Interview 6, November 2018).

7.6. Pathways for policy change: previous ACF studies and the FPP

Research on ACF presents a smaller number of scientific publications in the South American continent, in comparison with Europe or the USA (Weible et al. 2009; Pierce et al. 2017; Ma et al. 2020). However, in this scenario, Chile stands out in the continent with publications on ACF on the forestry sector (see Arnold 2003; Manuschevich and Beier 2016). In this sense, the study of Arnold (2003) is the first ACF case developed on the Chilean forestry sector. In his study on the production of the Native Forest Policy in Chile, Arnold reports the existence of two main opposing coalitions: the forestry industry (forestry companies

represented by CORMA) and environmental groups (among which were the Committee for the Defence of Fauna and Flora, CODEFF, National Ecological Network, RENACE, Forest Engineers for Native Forests, AIFBN), as well as their respective allies, such as professionals and academics supporting both coalitions. He also mentions the participation of the Peasant Farmers' Movement (MUCECH) as a separate actor. According to Arnold (2003), the core beliefs of these two main coalitions are based on forestry economic theory in the case of CORMA, and on an ecosystem approach for the environmental groups. Furthermore, Arnold reports that the role of governmental institutions – Ministry of Agriculture and CONAF – was that of a neutral moderator, seeking to find common ground between the two coalitions. Subsequently, the study of Manuschevich and Beier (2016) also confirms the existence of two coalitions in the debate for the creation of the native forest law in Chile, which they identify as the industrial forestry coalition and the forest conservation coalition, where the opposition of economic vs environmental or conservation aspects, is one of the most typical between the opposite coalitions found in the ACF studies (Sotirov and Memmler 2012).

In the Chilean case of the Forest Plantations Protocol, there were two scientific approaches circulated and applied in the SWEC: forestry hydrogeology, and ecosystem science approaches. But this research also found a forestry economic approach, applied by industry agents, CONAF and some academics.

The government representatives, for their part, mainly presented ecosystem and socio-environmental approaches to forest hydrology discussions. Forestry companies on the other hand relied on a forestry hydrogeology approach, which was mainly circulated by academics. These findings are not completely consistent with the findings of Arnold (2003) regarding CORMA using an approach solely based on forestry economic theory, or CONAF only acting as a mediating actor. During the SWEC process, industry stakeholders and other actors such as CONAF and academics did indeed mention economic concerns, but not just that. The novel finding of this research is the forestry hydrogeology approach circulated by these academics and forestry companies, despite industrial actors did not present evidence/document to support their expert' forest hydrology statements. This change could be explained by the scientific specialization that the industry has developed in collaboration with most of these SWEC academics through conducting their own forest hydrology research program during the last years (see CONAF 2017h).

The findings of Arnold (2003) are concordant in finding the ecosystem approach, but on this occasion this approach is circulated by the government coalition through INFOR. In addition, this research is in line with Arnold's (2003) findings, as both the INFOR and CORMA coalitions had academic allies in their coalitions. But as the SWEC case demonstrates with regard to the discussion on buffer widths, most of the invited academics were allied with CORMA's coalition, with the exception of a single academic who would have pointedly argued for buffer widths of at least 100 metres wide.

In this sense, the impossibility of reaching an initial agreement on SWEC' outcomes between coalitions was more evident between the industry coalition represented by CORMA, and the government coalition represented by INFOR. They presented arguments from these two different scientific approaches, which differed on certain topics as mentioned above. Also, the arguments that each coalition used in policy production were applied in different ways. In this case, these approaches were applied for advancing, keeping or reducing current soil and water protection regulation-standards. Moreover, some actors were scientifically consistent and presented documents to back up their statements, while others did not.

In the TCFPP and FPC working meetings other actors also appear on scene. These are the PROPYMEFOR-CORMA, the MUCECH and AIFBN groups, where the last two have formed an opposing coalition with CORMA in previous political productions (Arnold 2003). Because according to Arnold (2003), AIFBN had advocated for an ecosystem approach in past policy-making, it is likely they continued to advocate for this approach, as they showed certain similarities with INFOR (e.g. forestry harvesting). This suggests that the ecosystem approach is more long-standing in Chile than the forestry hydrogeology approach.

Similarly, political economy literature on forest policy in Chile confirms that each one of the opposed coalitions in forestry policy production, have sought political allies at different institutional levels of the government in previous policy-making processes, such as in the case of the native forest law (Silva 2004). This corresponds to the classic political process described by Sabatier and Weible (2007) of trying to influence decision-makers. This may also be recognised in the process of production of the FPP. For instance, in the performance of CONAF which seems to have acted on different occasions as an intermediary between both the INFOR and CORMA coalitions. This is likely due to the fact that within CONAF there

are different views on the soil and water issue (Interview 9, January 2019). In this way, all actors that shared similar approaches, could have acted as allies at certain points of the FPP process too. This idea is also consistent with Arnold's (2003) findings, where he reports the presence of professional and academic partners acting as allies between both opposing coalitions.

As for Sabatier's paths to political change, our study demonstrates a combination of external system events, forest hydrology learning, and negotiations as pathways of policy change in the FPP. The combination of external system events and negotiations as mechanisms of change is in concordance with the findings of the review of Pierce et al. (2020), where it is recognized that multiple pathways may be necessary for policy change, and that a combination between negotiations and external system events are often applied for policy change. In this respect, "negotiations are more likely to occur when coalitions recognize the existence of a hurting stalemate" (Pierce et al. 2020, p.67). This is consistent with the case of the FPP, given that both government and forestry company coalitions recognized that public opinion's critical views on plantations, plus the mega-fire effects were a stagnating issue for the forestry sector, and that there was a need to find joint solutions at the FPC working meetings. The foregoing is also corroborated by INFOR and CORMA, which state that the construction of common understandings on the protection buffer-zones was based on scientific articles and technical information (Interview 2, November 2018; Interview 3, December 2018), but also on a negotiation to reach consensus for policy-making in which socio-economic aspects are included as well (Interview 2, November 2018; Interview 6, November 2018). In this way, and despite the scientific-technical differences, both coalitions evaluated the results of the protocol positively. The government coalition was satisfied with raising the standards for the protection of soils and water bodies (Interview 3, December 2018) within the margins set out in decree 82; and the forestry coalition was satisfied given that the FPP was a consensual and viable product that helped validate plantations, as it was based on scientific expertise and all sectors, including the environmental sector, were involved (Interview 2, November 2018). All of the above shows the importance of scientific information in the production of the FPP by providing knowledge to support change within the margins of Decree 82. But, it also demonstrates that the negotiation process was a relevant pathway used for and against policy-change in the FPP.

As for internal subsystem events as a pathway for policy change, the perceptions of the government coalition about the process of producing the Plantation Protocol seem to add another point of view. This may reflect some kind of internal change in the political system that could also have facilitated policy change. For instance, according to the vision of governmental actors, the forests and water issue became a priority for the Ministry of Agriculture in 2014 as their institutions needed to provide a technical solution (Interview 3, December 2018), which year 2014 corresponded with a change of government in the country. In the context of the mega-drought facing the country, and subsequently the issue of fires, the political concern for water issues had grown. This made the Forest Policy Council address the issue of water and soil in its agenda for the construction of protocols and agreements (Interview 3, December 2018).

Finally, regarding the learning pathway for policy change, it was not possible to deduce from the minutes and interviews that the learning process of the participants played a relevant role for the political change. This is consistent with discussions in the ACF literature, insofar as few studies report the existence of political learning, showing that the link between learning and political change may not be as direct as it is claimed in theory (Ma et al. 2020). Rather, as it was evidenced by the final process of discussion on buffer width, the process of policy-change was a negotiation process of which science was part. Yet, the existence of previous constitutional policies and socio-economic criteria also set the margins within which to negotiate. This is evidenced by the fact that none of the final buffer zone outputs went beyond the limits previously established by the stable parameters used in the FPP production (specifically the Decree 82). However, there are some signs of learning from government and industry coalitions. For instance, on the part of forestry companies, considering their specialisation in collaborative work with national academics and international consultants in forest hydrology research over the last years, which may have encouraged them to circulate a forestry hydrology approach, and move forward in the FPP discussions. This learning is evidenced by the fact that forest hydrology discussions held by industry stakeholders have not been reported previously in other forest policy productions (see e.g. Arnold 2003). Another example is that of the government coalition, which through INFOR for the first time evidences a particular scientific approach and does not present itself only as a mediator between environmental and economic coalitions in policy production. This could be explained by the research and specialisation processes, which the institution has carried out

alone during the last years (CONAF 2017h), as well as with other academic forest hydrologists with an ecosystem approach, but who were not invited to the SWEC.

7.7. Conclusions

This chapter shows that the inclusion of the ACF concepts as a theoretical tool can enrich political ecology and science studies analysis from a policy-making perspective. Its concepts contribute to addressing and enriching analyses of the application and circulation of scientific knowledge in policy-making, by analysing what kind of knowledge is listened to and applied, on what bases, by whom and how it can change a policy-making (or not) in a governance process.

As for the findings, the investigation demonstrates that in terms of the scientific knowledge listened to in the policy making of the SWEC, this was a combination of ecosystem and forestry hydrogeology scientific approaches. This was demonstrated in the SWEC discussions on forest hydrology, where experts from government, business and academia mobilised various social, environmental and economic arguments. In forest hydrology discussions, both the opposed coalitions of INFOR and CORMA-Academics at the SWEC recognise the effects of plantations on hydrology, but they applied different strategies. CORMA and INFOR differed in their understanding of the relevance of hydrological effects of forests and plantations as well as harvest management (clear-cutting forestry management technique) as measures to be adopted or not. Additionally, some academics, were inconsistent in their statements, and likely as a strategy have used 'knowledge gaps' (or what they called as such) as a way of contestation in the forest hydrology discussions. These strategies of contestation on certain forest hydrology topics, were circulated and applied to advocate 'for avoiding' certain topics in the policy-making process. This was demonstrated through the application of different policy-core beliefs to advocated by the SWEC experts. The governmental coalition and the forestry-academics coalition were in favour and against respectively, of advancing on a unique policy regulation to protect all water and soils in forested watersheds of the country. Moreover, some members of CONAF acted as allies within the CORMA coalition leading to contradictions in the governmental coalition. This was specially demonstrated by the application of the Araucaria-CONAF agreement by

industrial actors to avoid major policy-changes. In addition, this study demonstrates that while coalitions may have different policy core beliefs on soil and water issues, focusing the work on common scientific understandings between approaches, allowed to delimit and reduce the differences of both approaches, and therefore, facilitated negotiations to advance policy outcomes. This is relevant in terms of understanding Chilean forestry governance, insofar as working on common understandings may facilitate policy development, but may not in itself ensure a major change in policy making when outputs are compared with previous regulatory standards and margins (e.g. Decree 82).

In terms of how scientific knowledge can contribute to policy-change, the research demonstrates that scientific knowledge played an important but modest role in the policy production of the FPP as a scientific-knowledge basis for the SWEC outcomes' discussions. This is showed, for instance, by the circulation and application of two scientific articles on buffer's width presented by INFOR and one academic from Universidad Austral. However, some academics were also inconsistent with their knowledge stated. Additionally, the role of scientific knowledge in policy-making discussions on water and soil in Chile, was challenged by social and especially economic criteria which are also circulated by the forestry coalition in the forest hydrology discussions, and are applied against advancing in a unique policy regulation and for seeking minor policy changes, without further scientific knowledge/information background. This in particular contributes to turning a scientifically based discussion into a more negotiation-based one, given the various variables and metrics at play, which make it difficult to homologate them. In these ways, the main path of policy change was a combination of external system events, some institutional learning specialisation from both opposed coalitions (INFOR and CORMA), and mainly a process of negotiation between actors. This is demonstrated by the fact that the mega-forest fires (public opinion of the impacts) accelerated the working time of policy outcomes, as well as, that the development of the final outcomes of the buffer zone widths for soil and water protection was a negotiation between the SWEC opposing coalitions. In the same way, this research demonstrates the specialisation and learning in forest hydrology that the various government and forestry industry actors in Chile have developed through various research strategies.

This research also confirms previous ACF findings on how external system events or shocks can destabilize (public opinion, economy, etc.) and shift the balance of negotiation powers

within the political sub-system. The forest plantation protocol (FPP) demonstrates, that while external events may constitute a possibility for policy-change, they do not guarantee an absolute change of power in the negotiations between actors. Indeed, the forest plantation protocol case shows, that the effects of the mega fires gave unexpected power to the government coalition to confront the traditionally strong forestry industry actors in the policy negotiations. This was demonstrated through the management of working time in the creation of the FPP. However, the FPP also demonstrates that while external events may constitute a possibility for policy-change, they do not guarantee an absolute change of power between actors in the negotiations. The effects of the mega fires gave modest, but unexpected power to the government coalition to confront the forestry industry actors in a policy production. But the policy-changes applied were only within previous regulatory criteria-margins (e.g. Decree 82) and previously established agreements between dominant forestry stakeholders (CONAF-Araucania agreement). This is demonstrated with the example of the discussion in the SWEC of buffer zone widths for soil and water protection in the country, by the fact that none of the final outputs went beyond the limits previously established in the Decree 82 (relative stable parameters) proposed by CORMA and some CONAF representatives, which consider only margins between 5 and 30 metres. However, within the margins previously established in Decree 82, the minimum widths that were considered did modestly change and advance, thanks to the scientific discussions held at the SWEC, and the existence of two scientific articles published on the forest hydrology effects of buffer zones in forestry plantations in Chile.

Chapter 8

Conclusions

This last chapter discusses the major findings from this research and how they answer the research questions. Section 8.1 present the findings and discuss them theoretically, inspired by the science of forest hydrology and the social theories of the 'field' and 'advocacy coalition framework'. Section 8.2. presents the main empirical contributions of this research and discusses linkages between the three results chapters. Section 8.3 shows and reflects on what this research means today given the context of the dramatic political evolution[25] of the country since 2019. Finally, section 8.4 discusses gaps and possibilities for future research.

8.1. Theoretical contributions

From a theoretical perspective, this research contributes to environmental science research by deepening the understanding of forest hydrology science in three southern hemisphere countries (Australia, Chile and South Africa); and proposes the operationalisation of the 'field' theory and the 'advocacy coalition framework' as theoretical tools to deepen the social understanding of the phases of production, circulation and application of scientific knowledge in a contested forest hydrology policy-making in Chile.

8.1.1. Contributions to forest hydrology

Forest hydrology research on *Eucalyptus* trees reveals, that the effects of these trees on water resources are visible and consistent in the evapotranspiration, runoff, soil and groundwater phases of the hydrological cycle. The research literature on forest hydrology is consistent in demonstrating that *Eucalyptus* has higher water use rates than other land uses such as grasslands, native forests, or other tree species such as *Pinus* or *Acacias*. This is materialised in evapotranspiration, runoff, soil water content, and groundwater, and this as well for

[25] In Spanish referred to as, e.g.: estallido social Chileno; estallido social del 18 de Octubre 2019; primavera de Chile, etc.

Eucalyptus trees growing in native and non-native environmental contexts. The research is also consistent in demonstrating that the effects of *Eucalyptus* on water resources vary according to bio-environmental conditions, as well as forestry management treatments. In terms of bio-environmental factors, this means that *Eucalyptus* trees will vary their water use. For instance, as trees grow, they transpire water through their entry' lives, and this will vary as the tree biologically grows over the years. But their water use will also vary between day and night, as well as through the seasons of the year. This last is essentially due to radiation conditions, water availability (rainfalls, soil water content, groundwater, etc), or soils nutrients (e.g. addition or not of fertilisers, etc). *Eucalyptus* trees also transpire in a direct relationship to water availability, consume fresh water over brackish water, as well as depending on whether the trees are healthy or infected with pests (ill trees will use less water than healthy trees in the same bio-environmental conditions). Regarding to forestry treatments, these will also influence the hydrology of a site. For example, the harvesting of trees will increase water levels. But if new trees are planted, or regrowth of trees occurs, the water level will decrease as the trees grow. This is much more noticeable with young *Eucalyptus* trees, as older Eucalyptus trees (e.g. 50-300 years) decrease their water use noticeably. This has been consistently demonstrated in research in native *Eucalyptus* forests in Australia. Likewise, hydrological effects will be more or less visible depending on whether management treatments are developed in small or large areas/proportions, or scales. Small scales produce hydrological effects more quickly and straightforwardly. Whereas at larger scales the timing of the hydrological effect is more delayed and the multiplicity of factors to be analysed becomes more complex (e.g. areas with different rainfall regimes, land covers, etc.) to follow in a sequence. In this respect, the context of the research and its study design, are relevant aspects to understand, since as explained above, the nuances in the hydrological effects of *Eucalyptus* land uses and changes will depend on the multiple bio-environmental conditions and their forestry treatments. In terms of knowledge gaps in the reviewed forest hydrology literature, in Chile and South Africa in particular, the need for developing forest hydrology research in groundwater and climate change remains. Additionally, the results of this investigation on *Eucalyptus* trees are also consistent with other global reviews on the forest hydrology phenomena (Bonnesoeur et al. 2019; Jones et al. 2017a; Filoso et al. 2017; van Dijk and Keenan 2007b; Farley, Jobbagy, and Jackson 2005; Zhang, Dawes, and Walker 2001; Bosch and Hewlett 1982).

8.1.2. Contributions of the Field Theory

As for the *production and circulation of knowledge*, this research contributes to expanding, both theoretically and geographically the concepts of the field theory (Bourdieu 1988) operationalised by Lave (2012). It does so by analysing the multiplicity of social relations and political-economic practices in the scientific knowledge production and circulation of forest hydrology knowledge in Chile. Research in Chile evidences a diversity of forest institutions and agents, environmental change phenomena and political-economic processes that over time have given rise to and transformed the scientific forest hydrology field. This is consistent with Peet et al. (2011) findings, that scientific production is a product of the environmental transformations and political-economic practices of a place. The historical overview of chapter 4 also contributes to the broad understanding of the context of Chilean forestry science production within the world.

The concept of *habitus* allows us to understand a gradient of research themes, which among other aspects reveals the presence of two research trends within the forest hydrology field: (1) ecosystem and (2) forestry hydrogeology. The ecosystem approach focuses among others on studying the role of plantations and land uses in influencing the phenomenon of water reductions in forest landscapes and plantations. The forestry hydrogeology approach for its part focuses on studying how external factors, such as precipitation/snow, soils, geology or diverse human water consumptions, influence the phenomenon of water reductions in forestry plantations in Chile. Each forest hydrology approach presents research directions regarding 'internal' or 'external' elements of forestry plantations respectively. In this respect, the investigation demonstrates that paying attention to different research objects and concepts shapes the understanding of the problem and may also shape possible solutions that are envisaged. This was evidenced by the fact that some interviewees from the ecosystemic scientific trend envisioned land use and forest management solutions, while others from the forestry hydrogeology approach tend to favour water infrastructural solutions (water transfer, construction of reservoirs) or regulations for rural urbanisation and human water consumption, among others, i.e. solutions essentially external to forestry plantations.

The application of the concept of *capital* in Chile allows us to understand the symbolic dimension of the varying understandings of scientific legitimacy and contestations of authority in the forest hydrology field. The research demonstrates that the central State

delegitimises its scientific authority and legitimacy, as well as the authority and legitimacy of (most) academic research previously done on forest hydrology in the country. Senior State representatives do so, by stating that the academic research done in Chile 'is irrelevant research'. The central State representatives have done so, likely to protect the economic development of the forestry sector, which is at stake for them. Some participants from academia, forest industry and regional governments, for their part, struggle to keep or move the borders of scientific legitimacy and authority. To do so, each participant highlights elements on which they are stronger than other knowledge producers, in order to maintain or challenge the legitimacy and academic authority of the forest hydrology field in Chile. This was demonstrated by the fact that academic knowledge producers understand legitimacy, among others, as a peer-reviewed process and the sharing of information through published research in forest hydrology, public/open data, participation in conferences, national and international academic collaborations, professorship, etc. – as usually current scientific regimes do – while new forestry industry producers understand legitimacy as a long-term and expensive forest hydrology work, with the use of some new technologies, in collaboration with some national academics and international consultants. For some central State forestry representatives, it has been shown that scientific legitimacy lies in the fact that the research can offer economic solutions to the forestry sector in Chile. This perception of legitimacy of the central State distorts and challenges the multiple elements that generally constitute the scientific legitimacy – and autonomy – in the forest hydrology field.

The research demonstrates that the relative *autonomy* of the production and circulation of forest hydrology knowledge has been strongly influenced by Chile's neoliberal transformations. This finding is consistent with previous Sciences Studies and political ecology research conducted in Chile, which have demonstrated the multiple ways in which neoliberalism, and its politico-economic practices, have influenced the role of scientific knowledge in environmental assessment (Barandiaran 2018; 2015), or in the assessment of water resources in Chile (Budds 2009; 2012; 2013; 2020; Prieto 2015). In this sense, this research contributes to the advancement of these discussions to the analysis of the field of forest hydrology in Chile. Through extensive privatisation practices and the reduction of public resources for research, neoliberalism in Chile has promoted – in some cases – the orientation of forest hydrology research towards industrial needs (the heteronomous pole of the field). This is demonstrated through practices of production and circulation of forest hydrology knowledge, which very likely has promoted the origin of the forestry hydrogeology

trend. For instance, for researchers to gain access (or not) to forestry plantations to carry out forest hydrology in forestry industrial lands, research questions must be of interest to the forestry industry, who can give access or deny it selectively to some scholars. Other facts are demonstrated by practices of circulation and publication of forest hydrology knowledge, both in public (central State) and private (industrial) research spheres. Such practices might – in certain cases – promote the development of knowledge gaps in Chile, through the control of topics or timing of publications for academics involved in public or private spheres of forest hydrology production thought scientific collaborations. In some cases, internal institutional hierarchies might also play a part in this challenge to autonomy. It is therefore concluded that the autonomy of academic production and circulation in the forest hydrology field has, in some industrial and governmental cases, been influenced by political-economic relations, and putting its academic relative autonomy at stake in Chile. These findings are relevant according to Beck et al. (2017, p.1067) given that "*who gets to participate in defining which knowledge matters, through what processes, and at what times. These choices shape how knowledge is generated and subsequently adopted into policy*".

8.1.3. Contributions of the Advocacy Coalition Framework (ACF)

As for the *application and circulation of forest hydrology knowledge in policy-making*, this investigation demonstrates that the inclusion of ACF enriches political ecology analyses from a policy-making analysis perspective and governance lenses, which have not been a traditional focus or strength of political ecology and STS analyses. To address this, the research proposes the operationalisation of the concepts of the 'advocacy coalition framework' (ACF) (Sabatier 1988) as theoretical tools to reveal what kind of knowledge is circulated, by whom – government, market, academic and social actors – on what scientific basis, and how it is applied in policy-making and policy-change in Chile. At the same time, this research also contributes to geographically expanding ACF theoretical analyses, given the small number of ACF studies done in South America in comparison with Europe and the US (Pierce et al. 2017; Weible et al. 2009; Ma et al. 2020).

The ACF investigation in Chile demonstrates that the forest hydrology approaches listened to (circulated) in the Soil and Water Expert Commission (SWEC) of the FPP policy-making process corresponded to the scientific approaches within the forest hydrology field of (1) the forestry hydrogeology approach advocated by some academics, and forestry industry

experts, and (2) the ecosystem services approach advocated by regional State expert representatives, also identified in the broader analysis of the Chilean forest hydrology field in chapter 6. However, some experts of CONAF acted as allies of the forestry hydrogeology approach creating contradiction within the SWEC coalition of State experts. Additionally, there is also a subgroup of academics with scientific inconsistencies in their forest hydrology arguments. Thus, inconsistencies are used as contestation strategies in the forest hydrology discussions of policy-making. This is demonstrated by the forest hydrology discussions hold in the SWEC (e.g. on the point of forestry plantations aiding aquifer recharge, which constitutes a research gap in Chile). While generally, both approaches recognise the reduction effects of forestry plantations on water resources, some researchers differ in their understanding of the 'relevance' of the objects involved in water reductions as a broader environmental phenomenon. In particular, the ecosystem approach demonstrates that forestry plantations and their management affect hydrological dynamics (regulation), which put at stake the supply of water for human consumption. The forestry hydrogeology approach on the other hand, stresses factors external to forestry plantations such as climate change, snow and rainfall reductions, geology-soils, increasing agricultural and human water consumption, among others, to diminish the relevance of forestry plantations in water reductions. Although through these forest hydrology discussions some experts circulated scientific support (publications and various documents) to demonstrate their statements, there were also forestry industry experts who did not provide any written scientific basis or publications, etc. to back up their statements. And socio-economic factors (e.g. searching for a balance between timber and water production in watersheds) were also circulated and applied into the SWEC forest hydrology discussions and policy-outputs. As for the policy core beliefs at stake, the ecosystem approach advocated for advancing in a common forest hydrology policy regulation in all forestry watersheds of the country, while the forestry hydrogeology approach advocated against the advancement of a common forest hydrology policy regulation in all forestry watersheds of the country. In addition, this study demonstrates that while coalitions may have different policy-core beliefs on soil and water issues (e.g. advance or not in a unified policy-making), focusing the work on common understandings between approaches allowed to delimit and reduce the differences of both approaches, and therefore, facilitated negotiations of policy outcomes. This is relevant in terms of understanding Chilean forestry governance, insofar as working on common understandings may facilitate policy negotiations, but may not in itself ensure major changes in policy making, such as about the water and soil protection buffer-zones (WSPBZ).

As for the influence of 'relative stable parameters' (RSP) in the policy-governance, the process of decision-making demonstrated that in order to produce the 'water and soil protection buffer-zones' (WSPBZ), the RSP play a key role in defining the margins of policy negotiation. This is demonstrated by the example of the discussion on the buffer-zone widths for soil and water protection in forestry plantations, in particular by the fact that none of the final outputs (widths) went beyond the limits previously established in Decree 82 and the previous CONAF-Araucania agreement (relative stable parameters). Nevertheless, within the margins previously established in Decree 82, the minimum widths that were considered did change and move on, thanks to the scientific discussions held at the SWEC, and the existence of two scientific articles regarding buffer zones in forestry plantations in Chile. The inclusion of previous agreements (CONAF-Araucania) was circulated and applied, in order to try to maintain the margins of previous buffer-zone standards agreed between certain actors in a particular region. These facts demonstrate that the scientific knowledge on forest hydrology played an important role in policy-change (e.g. scientific articles), but they also evidence that a process of negotiation (e.g. forestry economic criteria) was involved in it too.

ACF stands that 'external system events' (ESE) can be a powerful force modifying the policy system (Sabatier & Weible 2007). In this respect, the Chilean case demonstrates that while external events, such as the forest fires in Chile (2016-2017), are able to modify the governance system – exemplified by the change of the name and structure of the initial commission, and the acceleration (time) of the working process – they had but relative power, as they could not modify the traditional forces of the Chilean forestry sector. This is illustrated by the policy-outputs of the soil and water protection buffer-zone. In this sense, the Chilean case of the FPP is consistent with the ACF theory, but also differs in demonstrating a gradient to be considered in such analyses, as the influence of ESE may not necessarily be far-reaching enough to influence policy-outputs.

So, regarding the application of forest hydrology knowledge in/and the *pathways for policy-change*, the investigation in Chile demonstrates that the process of policy change was a combination of some learning processes (specialisation) of the actors and a negotiation process, which was also influenced by the 'external system events' of the forest 'mega' fires in Chile in 2016-2017. These findings on the specialitation process were corroborated by comparing the ACF study of Arnold (2003) and the current FPP (2017) analysis. By analysing

the production of the law 20.283 on native forest in Chile (1992-2008), Arnold (2003) found the existence of a 'neoliberal economic approach' and an 'ecosystemic approach' as core beliefs of the CORMA and environmental organisations opposing coalitions, respectively. In the case of the Forest Plantations Protocol (FPP) in 2017, the analysis of the SWEC core beliefs demonstrated the existence of forest hydrology approaches corresponding to: (1) the forestry hydrogeology approach, and (2) the ecosystem approach. In addition, it revealed the presence of economic core beliefs (e.g. balance between timber production and water production in watersheds), but there is also evidence of a knowledge specialisation in forest hydrology from the part of industrial actors. The above is evidence of an evolution in the arguments of the CORMA coalition, who after their learning process following the development of their own research projects in forest hydrology in collaboration with some national academics over the last few years, are developing a forestry hydrogeology approach to address and challenge the issues of water reductions in forestry plantations. The older report of an 'ecosystemic approach' in Arnold's (2003) study, might reflect that the ecosystemic approach is long-standing in Chile. In the case of FFP, and especially SWEC, it contributes to advancing the ACF studies by demonstrating that actors in both the opposing coalitions of the forestry industry (CORMA and allies) and the government coalition (INFOR and allies) have sought scientific specialization in forest hydrology issues but have applied different strategies and evidence to support them. This is consistent with Arnold's (2003) findings that both opposing coalitions had the support of/or searched for diverse academics and professionals' advice. On the other hand, the case of the FPP disagrees with Arnold (2003)'s findings, insofar as it demonstrates inconsistencies within the government coalition, with CONAF in particular acting as an ally in both, but specially in the CORMA (forestry industry) coalition. This was demonstrated by the application of the CONAF-CORMA Araucania agreement, influencing the outputs of the SWEC width-buffer discussion. The incorporation of the CONAF-Araucania agreement was relevant in the process of producing a water protection buffer-zones policy-output, since it was through this that the negotiation process was promoted in the discussion of buffer widths. This was evidenced mainly outside the SWEC, in the discussion of the CTPPF, and plenary session of the Forestry Council, where different actors in favour of one or the other coalition, mobilised different arguments (e.g. FSC, costs involved for small forestry producers) to advance or maintain the water protection buffer standards established in the current Decree 82 on soil, water and wetlands. But the science of forest hydrology played a modest role in the outputs of the SWEC. Forest hydrology knowledge was not able to move the buffer margins already

defined by decree 82, and socio-economic criteria were also included in the evaluation. Yet, two scientific papers, coming from the forestry hydrogeology and ecosystem approach, were able to demonstrate that a 5 meters buffer is not enough to protect water quantity and quality, and the buffer widths were indeed advanced, within the margins previously established by the decree 82.

8.2. Empirical contributions

One of the central questions of this research is how the production, circulation and application of forest hydrology knowledge can influence the interrelations between environmental science and policy-making in Chile. In other words, how has the environmental science of forest hydrology been produced, circulated and applied to decision-making (or not) by actors (who and how) in Chile? To address this, a deep understanding of the state of the art in the science of forest hydrology was crucial. This question was inspired by the existence of forest hydrology knowledge contestations or controversy in Chile, about the hydrological effect of forestry plantations on water resources and especially about water reductions. In this respect, this section synthetizes and discusses empirical findings and contributions of this research.

Conclusions are organised as follows. Section 8.3.1 presents the situation of forest hydrology knowledge contestations or controversy in Chile. Section 8.3.2 summarises the main actors and their interrelationships in the phases of production, circulation and application of forest hydrology knowledge in Chile. And, section 8.3.3 discusses interrelation between forestry, forest hydrology science, and policy-making in Chile, from a historical perspective.

8.2.1. Forest hydrology knowledge contestations or controversy in Chile

Research in chapter five on *forest hydrology science* contributed to demonstrating that the forest hydrology contributions are vast and largely consistent in their results. They indeed demonstrate that forest plantations of *Pinus*, and especially of *Eucalyptus* trees do contribute to water reductions in various territories. These results are consistent under the diverse conditions of land use, land use changes, forestry management and bio-environmental conditions analysed in detail in chapter 5. Considering these findings, the forest hydrology

debates in Chile analysed in chapters 6 and 7, suggest that contestations or controversy over forest hydrology knowledge on forestry plantations effects on water reductions are mainly promoted by argumentative misconceptions. Some of these misconceptions are based on (bordering) denialism or out of ignorance, and/or stated inconsistencies among others, produced, circulated and applied by some participants and producers of the forest hydrology field in Chile. These discursive strategies consciously or unconsciously seem to play on a thin edge of what is known or not (yet) and by whom, on existing knowledge and its knowledge gaps, and the constant possibility and need to continue developing future research on a topic.

In this research, different strategies or elements have been shown, and it is suggested here that these might contribute to contestations or generate controversy in the forest hydrology field and its knowledge in Chile. These strategies seem to be used in parallel, in a changing manner, and by different actors. Some examples include: a) doubting, ignoring or denying the existence of scientific studies and their knowledge on the hydrological effects of forestry plantations; b) delegitimising previous forest hydrology studies from academia by categorizing them as 'irrelevant studies'; c) denying the existence of water scarcity in the south of the country; d) diverting attention away from forestry plantations (*Eucalyptus*) to other external factors (such as climate change, agriculture or human consumption of water, etc.) as certain factors contributing to water scarcity, but doubting about the effects of forestry plantations on water reductions; e) stating forest hydrology phrases with inconsistencies, not demonstrated facts or wrong; f) using certain words or concepts that may contribute to misunderstandings or confusion about the forest hydrology phenomenology of certain objects in question, among others found and exemplified in this research (chapters 6 and 7). Senior state forestry officials (including former directors of CORMA) and certain academics were found to be conscious or unconscious practitioners of such strategies.

As a concrete example in Chile, the influence of forestry plantations on groundwater recharge in certain occasions (e.g. when plantation trees are mature and permanent) cannot be rejected a priori, but, as some forest hydrology producers assert, cannot be confirmed neither, as 'forestry plantations help to produce water'. Yet, the assertion 'forestry plantations help to produce water' – at least where it concerns *Eucalyptus* and *Pinus* tree species analysed in chapter five – contradict forest hydrology groundwater results that have been widely reported and applied in countries such as Australia, from where *Eucalyptus* trees originate

and where they are widely planted. In this regard, the statement that 'plantations help to produce water' is an inconsistency which need further clarification. Additionally, the aforementioned statements seem to use the 'groundwater' knowledge gap (a need to know) in Chile as a strategy to state as facts, hypotheses which are not yet proven or rejected in Chile. This in turn, might contribute to creating confusion or controversy by some academics about certain knowledge of the forest hydrology phenomenology.

As another example, a forest hydrologist working in academia who participated in the policy debates of the soil and water experts commission (SWEC) on the Forestry Plantation Protocol, stated 'the need to know' about hydrological differences between *Eucylaptus* and *Pinus* tree species and claimed it as a research gap that should be studied. However, the same author had written and presented at the SWEC a forest hydrology report, where he and others forest hydrology experts reported that *Eucalyptus* trees consume more water as a function of time than native forests or *Pinus* tree species. In doing so, this academic(s) has been inconsistent between what he declares and writes – and likely as a strategy – has presented as a research gap (a need to know) a fact of his/their own forest hydrology knowledge which he presented in a document from 2017 as a backup of the forest hydrology discussions held in the SWEC in 2017. Additionally, these strategies of contestation on certain forest hydrology topics, very likely were circulated and applied to advocate 'for avoiding' the inclusion of certain topics in the policy-making advancing of the FPP. Such punctual contradictions and inconsistences between oral and written statements from some academics, arguably have contributed to building controversy by some academics over forest hydrology knowledge in a policy-making context in Chile.

As a further example, the research highlights senior State forestry institutions who by denialism or out of ignorance, state that there are no studies or that they are not aware about the existence of forest hydrology knowledge and information in the country related to forestry plantations and water reductions. Other senior forestry government officials challenge also the legitimacy and authority of most Chilean research on forest hydrology; stating that those are irrelevant studies since they do not provide management solutions to 'reach the magic hectare' that allows forestry industry to continue to increase forestry production with less land and more water use efficiency. The insufficiency and delegitimization (irrelevance) of forest hydrology studies in Chile, alleged by forestry agents

of the central State – some of them former forestry industry representatives, - is in contradiction with internal institutional reports. It also contradicts statements from some international forestry organisations that classify the development of forestry hydrology in Chile as advanced in comparison with most countries in the world which do not have research centres in their governments (e.g. opinion of an expert of the FAO's forest and water section in Rome, on INFOR's work in Chile). It is also contradictory with the fact that the same government institutions, such as CONAF and INFOR in diffe'ent periods have developed research on forest hydrology together with national and international academics. But many of these State research results have not been publicly circulated or applied by the Chilean State, thus hiding or blocking, arguably for strategical considerations, the circulation of certain scientific forest hydrology knowledge. This in order not to have to consider the current scientific research existing in Chile on forest hydrology in their decision-making. Such contradictions between statements and facts about the existence or not of forest hydrology studies, has very likely contributed to the construction of controversy – or the creation of doubt and uncertainty – about what research exists, and thus about what is or not (yet) known in the country about the scientific knowledge of forest hydrology, especially for the wider audiences in the country.

All the aforementioned concrete actions, conceivably have contributed to construct controversy over the forest hydrology knowledge in Chile. This very likely has also contributed to prolonging – or gaining time for – the forest hydrology policy-making and actions in the country. In this way, it is shown that part of the production mechanisms of this 'controversy' about the effects of forestry plantations on hydrology, has a high component of statements with inconsistencies, or are based on bordering denialism or ignorance. Those are practiced on the part of some participants in the forest hydrology field in Chile who in one way or another, are generally linked to the forestry industrial sector.

8.2.2. Actors in the production, circulation and application of forest hydrology knowledge

As to the forest hydrology production, its circulation and knowledge application in Chile, there is a wide diversity of actors and topics investigated. Regarding actors producing forest hydrology knowledge, in broad terms, there have been identified two forest hydrology trends: (1) the ecosystem science approach, and (2) the forestry hydrogeology science approach. Both

these forest hydrology scientific trends are mostly consistent in their findings related to forestry plantation on water resources. On the one hand, the ecosystem approach studies the effects of forestry lands on hydrology compared to other land uses in different environmental and management contexts. The forestry hydrogeology approach, on the other hand, is carrying out studies to develop a new 'theory or forest hydrology trend', which addresses how also soil, geology, precipitation, human or agricultural water consumption influence the hydrology of a forestry site. In this way, the research moves in different directions or trends within the field. However, some forestry hydrogeology trend participants and producers challenge the legitimacy, or sometimes mobilise inconsistent statements, among others, about forest hydrology research and information in Chile. Additionally, both forest hydrology trends are characterised by producing forest hydrology research in different collaboration and publication schemes, as demonstrated in chapters 6 and 7 of this investigation. In this sense, the investigation demonstrates that some academics working with industrial and government forest hydrology actors experience certain influences on their relative autonomy in the production or circulation of forest hydrology knowledge. Specifically, this has been demonstrated in Chile through strategies for selectively allowing access to forestry lands for developing research in forest hydrology, as well as through selection of questions to research in forest hydrology, or through agreements on timeframes/deadlines of publication results, among others. These strategies mainly block or postpone the production and circulation of certain knowledge and information in forest hydrology. Finally, regarding scientific legitimacy and authority, this research demonstrates that scientific legitimacy and authority in recent years and at present is in the hands of academia. The aforementioned with certain exceptions as some academics were found to produce and circulate some inconsistent statements. Academic authority is backed up by their research trajectories, conferences, publications, peer recognition, and the consistency of their forest hydrology research. For its part, the forestry industry in Chile is working hard to build its scientific legitimacy and authority in the field of forest hydrology. The Chilean State for its part also has research that could provide it with authority and scientific legitimacy, but it works against it that currently the neoliberal Chilean State at its central level is self-diminishing its legitimacy and scientific authority on issues of forest hydrology. In addition, it works against academic authority that central State forestry representatives have delegitimised most of the scientific forest hydrology research previously produced by the academia in Chile. Senior State representatives have done so very likely to protect the economic development of forestry at

stake for them in the country. As for legitimacy contestations in general terms, this research suggests they need to always be explored in more detail at their fundaments. Because this research demonstrates that some legitimacy contestations might be strategically made (e.g. by senior State forestry representatives) to challenge proven scientific research and to promote as legitimate or relevant only forest hydrology research that provide economic solutions to the forestry sector (e.g. contribute to find the 'magic hectare'). Legitimacy contestations – of any kind – should be understood as struggles to usually challenge (or maintain) the legitimacy and authority of scientific fields, and/or as a way to divert attention from research results.

As for actors circulating forest hydrology knowledge, stakeholder groups are also distinguished by their publication practices. As evidenced in chapter seven, both the 'ecosystem' and 'forestry hydrogeology' trends publish in peer-reviewed scientific journals, but additionally, the 'forestry hydrogeology' trend has also been noted to develop forest hydrology reports. Regarding this 'forestry hydrogeology' trend, it is also important to highlight that a sub-group of these participants mainly publish in reports (not in journals, or other peer-reviewed documents). In terms of what type of forest hydrology knowledge is circulated for decision-making in environmental governance, the presence of both ecosystemic and forestry hydrogeology trends is noted, but there are distinctive elements. In terms of what kind of academic expertise is listened to in the state-led policy process, the SWEC case notably demonstrates that the academic experts that are listened to correspond to those actors who mostly carry out or have carried out forest hydrology work with or mandated by the forestry industry and some State forestry institutions. The above also has implications for the knowledge that is applied in forest hydrology decision-making, policy-production and in forest hydrology governance in Chile.

As for the application of forest hydrology knowledge for policy-making, the SWEC case demonstrates contradictions when it comes to forest hydrology expert legitimacy, authority and their knowledge bases to back up statements and advocate for their application. For instance, while some actors presented diverse documents to back up their statements on forest hydrology (e.g. articles or reports), other expert groups did not present evidence, or other kind of documents to back up their arguments. This may contribute to producing miscommunications in the circulation and application of knowledge in decision-making and policy-outputs. Under these mechanisms of policy production, scientific knowledge is limited

in its application, and the way is opened for negotiation processes that do not need to demonstrate a scientific or knowledge basis to be applied.

8.2.3. Historical reflections on forestry, science and policy

The science of forestry has a long history, as has the research field of forest hydrology. In Chile, studies in forestry and forest hydrology started later than, for example, countries like South Africa and Australia. Despite this, Chile has international recognition for the science of forest hydrology, being an exception compared to most countries that do not develop research on this. This is confirmed by interview statements and literature review.

In Chile, *Eucalyptus* species were introduced more than a century ago by mistake and promoted by increasing movements of people, materials and technology (e.g. colonisation of southern Chile by Germans, Swiss, etc.). As in the South African case (section 4.1.2), in Chile the large-scale development of forestry plantations – at the beginning of the twentieth century – was driven by the need for fast wood supply for mining development; especially at the city of Lota and its surroundings in the central-south of the country, which as such played a major role in Chilean forestry development history.

In this sense, the forestry sector in Chile has taken more than a century to develop, and has undergone multiple economic transformations. It has gone from a model of development to one of import substitution under a neoliberal economy particularly strong in Chile. These economic transformations have not only been reflected in scientific and forestry institutions and policy, but have also profoundly transformed the forestry landscape of the country. This environmental change also transformed scientific production. Following the introduction and expansion of fast-growing *Pinus* and *Eucalyptus* trees on a large scale, this led to the first forest hydrology studies in Chile in the early 1970s, focusing on understanding the influence of land use and its treatments on water flows, as South Africa and Australia did so too years earlier after the arrival and expansion of exotic *Eucalyptus* and *Pinus* tree plantations that changed the environmental landscapes in each country. In this way, the investigation is also able to demonstrate how scientific production is intimately linked to its historical landscape and environmental change context. As such, its evolution in the phases of production, circulation and application of knowledge must be understood as a product of its political, economic, social and, above all, environmental and landscapes dimensions.

8.3. What this research today means given the context of the dramatic political evolution of Chile since 2019.

This section reflects on what this thesis could mean today, given the socio-political changes in the country. The section is organised as follows. It first presents the context of the Chilean social movement that started in 2019. It then presents current developments (or not) of the country's Forest Plantations Protocol (FPP) concerning the issues of plantations, water reductions and fires, as well as new forest hydrology studies published in the country. Finally, the relevance of this thesis in these current contexts is presented.

As a general context in Chile, since Friday 18 October 2019 the discontent of a large majority of Chilean citizens became visible, through several demonstrations in the country (Wikipedia 2022). The social movement has been labelled as 'Estallido Social', 'Primavera de Chile', etc. Among the reasons for this social movement were the rising cost of living and the low quality of life, visible in transport, pensions, health, education, environment, etc., as well as aspects of gender and ethnic group inequalities, among others. These were quickly channelled into the citizens' demand for a new constitution for Chile (Wikipedia 2022). The current Chilean constitution of 1980 – written and put into effect by the military dictatorship of Chile (1973-1990) – has been identified as the cause of such multiple inequalities. On October 25, 2020, with 79% of the vote, Chile approved the creation of a new constitution through a governance system called the 'Convention' composed of members 100% elected by citizen vote (Convención 2021). Subsequently, a first draft of the new constitution was rejected in a plebiscite with 62% of the citizen vote (BCN Biblioteca del Congreso Nacional de Chile 2022). Currently, the Chilean Congress has proposed a change in the governance system previously approved by popular vote, to continue with the constituent process of drafting a new constitution for Chile. In particular, the Congress of Chile proposes a 'Constitutional council' composed of 50 members elected by a popular vote and – as something new – a 'Committee of experts' composed by 24 experts to be "elected in equal parts by each branch of the National Congress" (Senado de Chile 2022, p.1). This proposal by Congress contradicts the will expressed by popular vote by the citizens on 25 October 2020, who voted for representatives 100% elected by popular vote, and not in a mixed formula with popular representatives and experts elected by Congress (which was the

rejected option in that plebiscite). Possibly, this citizen vote of 25 October 2020 in favour of 100% elected members, reflects a feeling of distrust towards both the Congress and 'Committees of experts' or 'scientists' as agents free from third party influences (see for example the case of Barandiaran (2018) presented in detail in this thesis).

As for the discussions of the Forest Plantations Protocol (FPP) in Chile, the discussions of the social movement in Chile do not seem to have meaningfully affected it. The FPP continues to be a voluntary policy that forestry companies implement in the country. As of 3 January 2023, despite the declared intentions to advance and continue with research and post-monitoring linked to the FPP development (CONAF 2017a), nothing can be found on the public website of CONAF – as it was possible before – regarding the FPP materials. In addition, after consulting with a senior State official, no news was obtained on the applicability and post-monitoring progress of the FPP in the country either. Further inquiry on the FPP works could reveal the progress of buffer works implemented (or not) in the territories. By January 3rd, only the FPP document appears in digital format, as the only evidence on internet of the existence of this FPP process and discussions. In parallel, based on a general internet search, water scarcity in Chile continues to be present with at least 47.5% of the population suffering from it (DGA 2022). In addition, this also shows that new forestry fires continue to burn further south in the country with 45.200 hectares already burned in the summer season of beginning January 2023 (CONAF 2023). By the 6th of February, at the time of submission of this thesis, the forest fires in Chile had again become a national emergency. Thousands of hectares of forest have been destroyed. These are concentrated in the Bio Bio region, in the heart of the Chilean forestry plantations region (CONAF 2023). So far at least 24 people died, 1.800 people have been affected, 977 have been injured, and 800 houses have been destroyed by the forest fires (BBC 2023). The news on TV talk about the early arrival of the 'Ten Tanker' (water-tanker airplane) to extinguish the fires in the Concepcion area and about help from Mexico. In comparison, in 2017 forest fires in the same area of the country left 11 dead, 1.500 houses destroyed and affected 467.000 hectares of forest, and the news talked about the 'Super Tanker' (water-tanker airplane) (BBC 2023). Today, the loss of human lives is greater than in the forest fires of 2017 that led to the creation of the first national Forest Plantations Protocol (FPP) analysed in this thesis. This leaves the question: how effective is the applicability of a voluntary regulation-policy (such as the FPP) in the 'umpire State' of Chile?

Complementary, since the end of 2020, several forest hydrology experts in Chile have published new scientific papers. In particular, the forestry companies Mininco (CMPC) and Arauco (through its subsidiary Bioforest), have at least 10 articles published on forest hydrology in peer-reviewed international and national journals between 2020 and 2023 – i.e. after the development of chapter 5 – in an attempt to build their scientific legitimacy and authority over the country's forest hydrology field. These articles report for the first time the results from their monitoring sites and have been published in collaboration with 2 scientific consultants from Western Australia, and some national and international academics. Those collaboration patterns and actors are consistent with the forest hydrology trends identified in chapter 6 and 7 of this thesis. Among these 10 articles, one just published in 2023 stands out for being a first of its kind in the history of the Chilean forestry industry – as this article has been written together with a wider group of academics and government officials in Chile. This may be an attempt by the industry to build consensus with broader fractions of the Chilean academia and State experts, as well as an attempt to build scientific legitimacy and to promote future actions in the field of forest hydrology and the forestry sector at national and international level (as they themselves express in their articles). Preliminarily, the study of Balocchi et al. (2023) seem to be mostly consistent with the findings of this research in Chapter 5. For example, by recognising that Chilean native forests use much less water than *Eucalyptus* or *Pinus* trees, which is a remarkable milestone of new and public recognition in this respect. It also seems consistent with the existence of knowledge gaps around groundwater in Chile, among others. At first sight only one aspect stands out as striking and distinctive from Balocchi et al. (2023)'s study in relation to previous knowledge on forest hydrology studies found in chapter 5 (see for instance. Huber et al. 2010; Scott and Lesch 1997; Scott and Prinsloo 2008; Farley et al., 2005, who found that the water use of *Eucalyptus* trees is significantly higher than that of *Pinus* trees). This consists in the statement that the difference in water use (evapotranspiration) between *Eucalyptus* and *Pinus* trees is not significant or is the same (cited in Balocchi et al. 2023 but the original source is White et al. 2021). The unique study found in chapter 5 that seems to be consistent with White et al. (2021)'s findings, is the Australian study of Benyon and Doody (2015). Yet, it is suggested in chapter 5 that the variation in result of Benyon and Doody (2015) study is due to its study design.

In this sense, chapter 5 which reviews water and *Eucalyptus* forests, offers a wide literature review and contribution to understand the general forest hydrology behaviour of *Eucalyptus*

trees in relation to different land uses, land use changes, forestry management (harvesting, fires, etc.) and diverse bio-environmental conditions. It does so by reviewing the literature of tree relevant countries in the history and development of the forest hydrology field. This review includes information about *Eucalyptus* forestry plantations but also research about native Australian *Eucalyptus* forests, which provide an enormous depth of knowledge to understand their hydrological effects in these countries or elsewhere. It not only provides information on the results of evapotranspiration studies, but also on streamflow, soil and groundwater studies in those countries. To our knowledge this extensive systematic review on *Eucalyptus* trees is relevant in Chile and internationally as this has not been done before.

Forest hydrology, through more than a century of studies in different geographies around the world (see chapter 4) has been demonstrating some general water behavioural patterns of land use, land use changes, land management and according to the different bio-environmental factors in which trees and vegetation communities are located elsewhere (see for instance, Bosch and Hewlett 1982; Zhang et al. 2001; Farley et al., 2005; Bren and Hopmans 2007; Bren 2015, among others). And this research found consistency with those general forest hydrology patterns and their possible nuanced effects and some of their causes. Where there is different forest hydrology behaviour or exceptions, it is important to understand why. Because these cases might correspond to nuances of the phenomenology or reflect the multiple factors involved in the study design. But on closer inspection of the study design the results may also be consistent with previous general results, as showed and suggested in chapter 5. Both today's and in the future, in Chile and other countries, chapter 5 of this research can also help to initially understand why some forest hydrology results may – at times – appear at first sight – or indeed be – different.

Chapter 4 of this research, can mean for today's Chile a deeper understanding of the history of the forestry sector and the forest hydrology field globally. Chapter 4 also offers a contribution to today's Chile by looking at the various ways in which South Africa and Australia have taken the production, circulation and especially the application of scientific knowledge in forest hydrology policy-making to develop forestry and at the same time diminish its adverse hydrological effects in these countries. Chapters 4, 6, and 7 help to provide context and an international historical perspective on Chile's own historical past, evolution, present and the possible futures of the forest hydrology field in science and policy-making. These chapters contribute from a historical and geographical perspective to

understand the scientific, social, economic, political and environmental contexts that have given rise to, transformed and re-transformed the forestry science and forest hydrology field, both internationally and in Chile.

Chapters 6 and 7 in particular, offer today's Chile the first social study that investigates the production and circulation of scientific knowledge in the forest hydrology field, and its application (or not) of forest hydrology scientific knowledge in decision and policy-making (by whom) in the FPP in Chile. These chapters also highlight current trends in the production of forest hydrology, its challenges to the autonomy of scientific production, and the contestations of scientific legitimacy; as well as shows how diverse actors in the FPP have shared actions, forest hydrology approaches and policy core beliefs to advocated for or against the advancement of a unified national forest hydrology policy in all watersheds of Chile. Tangentially, this research also confirms the lack of participation in decision and policy-making on the FPP by social rural communities' organisations affected by water scarcity in forestry territories. In this sense, the case of the FPP analysed in this thesis, could be exemplary of a broader governance trend of the central political power of the Chilean State. A trend in which the National Congress seems to prefer the participation of 'experts' delegated by the Congressmen in the ongoing decision and policy-making on a new constitution, rather than more direct participation of the common citizenship. In this context, the non-democratic or non-transparent election of experts could aggravate the crisis of legitimacy of the Chilean political class, and could further affect the legitimacy of State institutions, and of 'expertise' in Chile.

8.4. Gaps and opportunities for future research

In terms of knowledge gaps and possibilities for future research, this last section envisions three opportunities to further built on the findings of this research and deepen its knowledge- and/or of others - in future investigations.

First, further Chilean forest hydrology can help to develop knowledge on the interactions of various *Eucalyptus*, *Pinus* tree plantations and other land uses with groundwater and their long-term effects on hydrology. Australian and South African forest hydrology studies on groundwater and soils can serve here as examples, and contribute with their knowledge to understand what is happening with *Eucalyptus* and groundwater in Chile. The information

from research carried out in previous years on different *Eucalyptus* species at the University of Concepcion, and others, could also be very useful in improving this understanding in Chile.

Second, inspiration for further research can be found in the findings on the Chilean forest hydrology field regarding certain challenges found about the relative autonomy of the scientific production and circulation of knowledge in the forest hydrology field. These findings show that these challenges are mainly found on transdisciplinary collaboration schemes between academics-State and academics-industry, and that they are especially about publication dynamics and possible gaps of knowledge created in the field. In this respect, it is pertinent to systematically investigate and deepen our understanding on autonomy in diverse transdisciplinary scientific collaborations schemes that are produced in diverse scientific fields, nationally and internationally. Furthermore, future research should analyse the capitals of such field collaborations, their symbolic capital of legitimacy or authority, but also the economic and material capitals, expressed in formal or informal contracts established between individuals and/or between institutions. Also, how is the data and information produced, circulated, applied and governed in transdisciplinary collaboration schemes of scientific production ? In what times and spatiality? How are these collaborations made transparent and legitimised, and how are the researcher and his/her autonomy safeguarded in the phases of production, circulation and application of scientific knowledge? Especially in the face of sensitive/contested/multi-interest but highly relevant topics to be investigated in present and future research. From a governance perspective of analysis, future research could also look at these collaboration schemes their structures, processes, agencies and asymmetries of such transdisciplinary collaborations.

Third, inspired by the findings of this research, future research should socially investigate and delve into the study design, language and framing of concepts, meanings, methodologies, techniques, models, or statistics, etc. of various scientific dissemination documents, especially on highly contested topics. This in the field of forest hydrology, but also in various other contested scientific fields of research.

In this respect, analyses from both social-historical and physical perspectives seem relevant to be considered. On the one hand, various historical studies of science, science studies, among others, have been demonstrating the relevance of frame, language, rhetoric, etc.

when analysing contestations or controversy about scientific knowledge (e.g., challenge existing knowledge on anthropogenic climate change, its causes and consequences, etc.) (Stocking and Holstein 2009; Ceccarelli 2011; 2013; Harker 2017; Supran and Oreskes 2021a). This seems relevant, as these studies have been showing that often such contestations of scientific knowledge have come from diverse interest groups active on those subjects (Ceccarelli 2011; 2013; Supran and Oreskes 2021). In this respect, the study of Supran and Oreskes (2021) could help to make progress on discursive analyses. For instance, in forest hydrology science, the work of Bennett and Kruger (2015) based on Gush's (2001) study has warned about the conceptual and hydrological differences between transpiration, evapotranspiration and water use efficiency that measure different aspects of forest hydrology phenomena and which could lead to misunderstanding among broader publics. Possible questions could deepen on how and why, different factors included, concepts, methodologies, techniques, or models influence the variability/nuances of analysed hydrological effects? What are the real implications of uncertainty in forest hydrology knowledge? Can uncertainty contradict, cast doubt on or even reject what has been discovered to date by the science of forest hydrology? How and why? Who says it?

On the other hand, from physical geography, environmental sciences and statistical-modelling perspectives, authors such as Linde (2014) have been demonstrating and warning about how various methods or modelling techniques - of groundwater for instance - can also be highly inaccurate, lead to errors that sub-estimate or overestimate, and/or omit relevant aspects for a more representative understanding of the phenomenology under analysis. The attention to be paid to the hydrological underestimation that certain forest hydrology modelling can have, was an aspect that was also found during the interviews of this research with the forest hydrologist Prof. David Scott related to the ACRU model design process and its possible hydrological sub-estimations in South Africa. Possible questions are, what are the magnitude/significancy differences between a hydrological modelling that considers 3 meters depth of *Eucalyptus* roots, vs. a modelling that considers 12-, 20- or 30-meters depth of *Eucalyptus* roots? Why does 3-, 12- or 30-meters matter? How and why does this vary during tree growth and rotations (time)? And among different conceptual forest hydrology models? The work of Linde (2014), David Scott's experience, and others can help to deepen aspects of the study design and the different potentials and limitations of each method, technique or model and help to prevent under(over)estimates. Also, to what extent, how and

why, can the different factors that are considered, concepts, methodologies, techniques, or models influence the variability and magnitude of the hydrological effects?

Clarifying all of the above can contribute to bringing or reinforcing transparency and autonomy to the process of scientific production and its circulation; reinforce understandings in scientific fields; facilitate understanding between diverse actors with the production of common scientific-methodological protocols in scientific disciplines; reinforce the legitimacy of the scientific knowledge produced; and above all, safeguard considerable environmental-territorial-landscape effects by avoiding that potential under(over)estimations are applied in certain public or private policy solutions.

Bibliography

ACT Government, Canberra. 2021. 'Forestry School'. Libraries ACT. 19 June 2021. https://www.library.act.gov.au/find/history/frequentlyaskedquestions/Place_Stories/forestryschool.

Adelana, S. Michael, P. Evan Dresel, Peter Hekmeijer, Hanna Zydor, John A. Webb, Michael Reynolds, and Matthew Ryan. 2015. 'A Comparison of Streamflow, Salt and Water Balances in Adjacent Farmland and Forest Catchments in South-Western Victoria, Australia: A Comparison of Hydrology of Forested and Pasture Upland Catchments'. *Hydrological Processes* 29 (6): 1630–43. https://doi.org/10.1002/hyp.10281.

Aguayo, Mauricio, Alejandra Stehr, and Oscar Link. 2016. 'Respuesta hidrológica de una cuenca de meso escala frente a futuros escenarios de expansión forestal'. *Revista de geografía Norte Grande*, no. 65 (December): 197–214. https://doi.org/10.4067/S0718-34022016000300010.

Akeroyd, Michele D., Steve D. Tyerman, Glen R. Walker, and Ian D. Jolly. 1998. 'Impact of Flooding on the Water Use of Semi-Arid Riparian Eucalypts'. *Journal of Hydrology* 206 (1–2): 104–17. https://doi.org/10.1016/S0022-1694(98)00092-4.

Albaugh, Janine M., Peter J. Dye, and John S. King. 2013. 'Eucalyptus and Water Use in South Africa'. *International Journal of Forestry Research* 2013: 1–11. https://doi.org/10.1155/2013/852540.

Alemparte, Benjamin. 2021. 'Towards a Theory of Neoliberal Constitutionalism: Addressing Chile's First Constitution-Making Laboratory'. *Global Constitutionalism*, 1–27. https://doi.org/10.1017/S2045381721000058.

Alexander, William L. 2009. *Lost in the Long Transition: Struggles for Social Justice in Neoliberal Chile*. Rowman & Littlefield.

Aliste, Enrique, Mauricio Folchi, and Andrés Núñez. 2018. 'Discourses of Nature in New Perceptions of the Natural Landscape in Southern Chile'. *Frontiers in Psychology* 9. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01177.

Altieri, Miguel A., and Alejandro Rojas. 1999. 'Ecological Impacts of Chile's Neoliberal Policies, with Special Emphasis on Agroecosystems'. *Environment, Development and Sustainability* 1 (1): 55–72. https://doi.org/10.1023/A:1010063724280.

Alvarez-Garreton, Camila, Antonio Lara, Juan Pablo Boisier, and Mauricio Galleguillos. 2019. 'The Impacts of Native Forests and Forest Plantations on Water Supply in Chile'. *Forests* 10 (6): 473. https://doi.org/10.3390/f10060473.

Amatya, D M, K R Douglas, T M Williams, R W Skaggs, and J E Nettles. 2011. 'Advances in Forest Hydrology : Challenges and Opportunities'. *American Society of Agricultural and Biological Engineers* 54: 2049–56.

ARAUCO. 2021. 'Programa Desafío Agua de ARAUCO'. *Arauco Chile* (blog). 19 March 2021. https://www.arauco.cl/chile/programa-desafio-agua-de-arauco/.

Arnold, F.E. 2003. 'Native Forest Policy in Chile: Understanding Sectoral Process Dynamics in a Country with an Emerging Economy'. *International Forestry Review* 5 (4): 317–28. https://doi.org/10.1505/IFOR.5.4.317.22662.

Arts, Bas, and Ingrid J Visseren-Hamakers. 2012. '1.1 Forest Governance: Mainstream and Critical Views', 8.

Arze, Reciné, and Börje Svensson. 1997. 'Development of International Competitiveness. The Case Chilean Forest Based Industry'. *International Journal of Production Economics* 52: 185–202.

Bachelet, Michelle. 2015. 'Discurso de S.E. la presidenta de la república, Michelle Bachelet, al anunciar plan nacional en la perspectiva de asegurar el agua para Chile'. Gobierno de Chile. Direccion de Prensa. https://www.siss.gob.cl/586/articles-11527_discurso.pdf.

Baer, Madeline. 2014. 'Private Water, Public Good: Water Privatization and State Capacity in Chile'. *Studies in Comparative International Development* 49 (2): 141–67. https://doi.org/10.1007/s12116-014-9154-2.

Baker, Lynda. 2006. 'Observation: A Complex Research Method'. *Library Trends* 55 (1): 171–89. https://doi.org/10.1353/lib.2006.0045.

Bakker, Karen. 2015. 'Neoliberalization of Nature'. In *The Routledge Handbook of Political Ecology*, Tom Perreault, Gavin Bridge and James McCarthy, 446–56. New York: Routledge International Handbooks.

Bakker, Karen J. 2003. 'A Political Ecology of Water Privatization'. *Studies in Political Economy* 70 (1): 35–58. https://doi.org/10.1080/07078552.2003.11827129.

Balocchi, Francisco, Neftali Flores, José Luis Arumí, Andrés Iroumé, Don A. White, Richard P. Silberstein, and Pablo Ramírez de Arellano. 2021. 'Comparison of Streamflow Recession between Plantations and Native Forests in Small Catchments in Central-Southern Chile'. *Hydrological Processes* (Acepted Article) (n/a). https://doi.org/10.1002/hyp.14182.

Balocchi, Francisco, Mauricio Galleguillos, Diego Rivera, Alejandra Stehr, Jose Luis Arumi, Roberto Pizarro, Pablo Garcia-Chevesich, et al. 2023. 'Forest Hydrology in Chile: Past, Present, and Future'. *Journal of Hydrology* 616 (January): 128681. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.128681.

Balthazar, Vincent, Veerle Vanacker, Armando Molina, and Eric F. Lambin. 2015. 'Impacts of Forest Cover Change on Ecosystem Services in High Andean Mountains'. *Ecological Indicators* 48 (January): 63–75. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.07.043.

Barandiaran, J. 2018. *Science and Environment in Chile. The Politics of Expert Advice in a Neoliberal Democracy*. Cambridge, Massachusetts. London, England.: The MIT Press.

Barandiaran, Javiera. 2012. 'Threats and Opportunities of Science at a For-Profit University in Chile'. *Higher Education* 63 (2): 205–18. https://doi.org/10.1007/s10734-011-9431-1.

———. 2015. 'Chile's Environmental Assessments: Contested Knowledge in an Emerging Democracy'. *Science as Culture* 24 (3): 251–75. https://doi.org/10.1080/09505431.2014.992332.

———. 2018. *Science and Environment in Chile*. The MIT Press. https://mitpress.mit.edu/books/science-and-environment-chile.

Bari, M. A., and N. J. Schofield. 1991. 'Effects of Agroforestry-Pasture Associations on Groundwater Level and Salinity'. *Agroforestry Systems* 16 (1): 13–31. https://doi.org/10.1007/BF00053194.

Bari, M.A., and N.J. Schofield. 1992. 'Lowering of a Shallow, Saline Water Table by Extensive Eucalypt Reforestation'. *Journal of Hydrology* 133 (3–4): 273–91. https://doi.org/10.1016/0022-1694(92)90259-X.

Barrera, Francisco de la, Francisco Barraza, Philomène Favier, Vannia Ruiz, and Jorge Quense. 2018. 'Megafires in Chile 2017: Monitoring Multiscale Environmental Impacts of Burned Ecosystems'. *Science of The Total Environment* 637–638 (October): 1526–36. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.05.119.

Barrientos, Guillermo, and Andrés Iroumé. 2018. 'The Effects of Topography and Forest Management on Water Storage in Catchments in South-Central Chile'. *Hydrological Processes*, September. https://doi.org/10.1002/hyp.13261.

Barros Ferraz, Silvio Frosini de, Carolina Bozetti Rodrigues, Lara Gabrielle Garcia, Clayton Alcarde Alvares, and Walter de Paula Lima. 2019. 'Effects of Eucalyptus Plantations on Streamflow in Brazil: Moving beyond the Water Use Debate'. *Forest Ecology and Management* 453 (December): 117571. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117571.

Barton, Jonathan R., and Álvaro Román. 2012. 'Social Movement Strategies for Articulating Claims for Socio-Ecological Justice: Glocal Asymmetries in the Chilean Forestry Sector'. *Globalizations* 9 (6): 869–85. https://doi.org/10.1080/14747731.2012.739346.

Bathurst, James C, Stephen J Birkinshaw, Jonathan Evans, and Francke, Samuel. 1998. 'Modelo de bases fisicas para la prediccion de los impactos hidrologicos y la erosion de los suelos provocados por opciones de la gestion forestal en Chile'. In , 13.

Bauer, Carl J. 2004. 'Results of Chilean Water Markets: Empirical Research since 1990: RESULTS OF CHILEAN WATER MARKETS'. *Water Resources Research* 40 (9). https://doi.org/10.1029/2003WR002838.

———. 2012. *Against the Current: Privatization, Water Markets, and the State in Chile*. Springer Science & Business Media.

Bauer, Carl J. 2015. 'Water Conflicts and Entrenched Governance Problems in Chile's Market Model' 8 (2): 26.

BBC News Mundo. 2023. 'Los voraces incendios forestales en Chile dejan al menos 24 muertos y miles de hectáreas de bosque destruidas'. 3 de febrero y actualizado el 6 de febrero de 2023. https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-64519749.

BCN Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. 2022. 'Plebiscito de salida 2022 | Biblioteca del Congreso Nacional de Chile'. Text. bcn.cl. BCN. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. 21 July 2022. https://www.bcn.cl/procesoconstituyente/plebiscito2020.

Beck, S., T. Forsyth, P.M. Kohler, M. Lahsen, and M. Mahony. 2017. 'The Making of Global Environmental Science and Politics'. In *The Handbook of Science and Technology Studies*, Edited by Felt U., Fouché R., Miller C.A. and Smith-Doerr L., 1059–86. London (England): The MIT Press.

Bell, David T. 1999. 'Australian Trees for the Rehabilitation of Waterlogged and Salinity-Damaged Landscapes'. *Australian Journal of Botany* 47 (5): 697. https://doi.org/10.1071/BT96110.

Bennett, Brett, and Brett Kruger. 2015. *Forestry and Water Conservation in South Africa: History, Science and Policy*. Australia: ANU Press.

Bennett, Brett M. 2011. 'Naturalising Australian Trees in South Africa: Climate, Exotics and Experimentation'. *Journal of Southern African Studies* 37 (2): 265–80. https://doi.org/10.1080/03057070.2011.579434.

Bennett, Brett M., and Frederick J. Kruger. 2013. 'Ecology, Forestry and the Debate over Exotic Trees in South Africa'. *Journal of Historical Geography* 42 (October): 100–109. https://doi.org/10.1016/j.jhg.2013.06.004.

Bensaude-Vincent, Bernadette, Sacha Loeve, Alfred Nordmann, and Astrid Schwarz. 2011. 'Matters of Interest: The Objects of Research in Science and Technoscience'. *Journal for General Philosophy of Science* 42 (2): 365–83. https://doi.org/10.1007/s10838-011-9172-y.

Benyon, R. G. 1999. 'Night Time Water Use in an Irrigated Eucalyptus Grandis Plantation'. *Tree Physiology* 19 (13): 853–59. https://doi.org/10.1093/treephys/19.13.853.

Benyon, R. G., and T. M. Doody. 2015. 'Comparison of Interception, Forest Floor Evaporation and Transpiration in *Pinus Radiata* and *Eucalyptus Globulus* Plantations: EVAPOTRANSPIRATION IN *P* . *RADIATA* AND *E* . *GLOBULUS*'. *Hydrological Processes* 29 (6): 1173–87. https://doi.org/10.1002/hyp.10237.

Benyon, R.G., N.E. Marcar, D.F. Crawford, and A.T. Nicholson. 1999. 'Growth and Water Use of Eucalyptus Camaldulensis and E. Occidentalis on a Saline Discharge Site near Wellington, NSW, Australia'. *Agricultural Water*

Management 39 (2–3): 229–44. https://doi.org/10.1016/S0378-3774(98)00080-8.

Benyon, Richard G, Nico E Marcar, Swaminathan Theiveyanathan, W.Mark Tunningley, and Alan T Nicholson. 2001. 'Species Differences in Transpiration on a Saline Discharge Site'. *Agricultural Water Management* 50 (1): 65–81. https://doi.org/10.1016/S0378-3774(00)00121-9.

Benyon, Richard G., S. Theiveyanathan, and Tanya M. Doody. 2006. 'Impacts of Tree Plantations on Groundwater in South-Eastern Australia'. *Australian Journal of Botany* 54 (2): 181. https://doi.org/10.1071/BT05046.

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. 2016. 'Glaciares de Chile'. Camara - Congreso Nacional de Chile. https://www.camara.cl/verDoc.aspx?prmTIPO=DOCUMENTOCOMUNICACIONCUENTA&prmID=14323.

———. 2020. 'Historia de La Ley N°20.283 Recuperacion Del Bosque Nativo y Fomento Forestal'. 2020. https://www.bcn.cl/historiadelaley/nc/historia-de-la-ley/vista-expandida/5264/#h1_1_1.

———. 2022. 'Ley 21435. Reforma al Codigo de Aguas.' https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1174443.

———. 2008. 'Ley Chile. Ley N°20.283 on Native Forest Recovery and Forestry Incentives'. Www.Bcn.Cl/Leychile. 30 July 2008. https://www.conaf.cl/cms/editorweb/transparencia/potestades/Ley-20283_bn.pdf.

Bioforest. 2014. 'El Agua y las Plantaciones'. 1. Series Tecnicas Bioforest. Chile: ARAUCO.

Bixler, R. Patrick. 2013. 'The Political Ecology of Local Environmental Narratives: Power, Knowledge, and Mountain Caribou Conservation'. *Journal of Political Ecology* 20 (1): 273. https://doi.org/10.2458/v20i1.21749.

Blaikie, Piers M. 1985. *The Political Economy of Soil Erosion in Developing Countries*. http://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=4530682.

Bonnesoeur, Vivien, Bruno Locatelli, Manuel R. Guariguata, Boris F. Ochoa-Tocachi, Veerle Vanacker, Zhun Mao, Alexia Stokes, and Sarah-Lan Mathez-Stiefel. 2019. 'Impacts of Forests and Forestation on Hydrological Services in the Andes: A Systematic Review'. *Forest Ecology and Management* 433 (February): 569–84. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.11.033.

Booth, T.H., L.M. Broadhurst, E. Pinkard, S.M. Prober, S.K. Dillon, D. Bush, K. Pinyopusarerk, J.C. Doran, M. Ivkovich, and A.G. Young. 2015. 'Native Forests and Climate Change: Lessons from Eucalypts'. *Forest Ecology and Management* 347 (July): 18–29. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.03.002.

Bosch, J. M., and K. von Gadow. 1990. 'Regulating Afforestation for Water Conservation in South Africa'. *South African Forestry Journal*, no. 153: 41–54.

Bosch, J. M., and J. D. Hewlett. 1982. 'A Review of Catchment Experiments to Determine the Effect of Vegetation Changes on Water Yield and Evapotranspiration'. *Journal of Hydrology* 55 (1): 3–23. https://doi.org/10.1016/0022-1694(82)90117-2.

Bosch, J. M., and R. E. Smith. 1989. 'The Effect of Afforestation of Indigenous Scrub Forest with *Eucalyptus* on Streamflow from a Small Catchment in the Transvaal, South Africa'. *South African Forestry Journal* 150 (1): 7–17. https://doi.org/10.1080/00382167.1989.9629000.

Bourdieu, P. 1975. 'The Specificity of the Scientific Field and the Social Conditions of the Progress of Reason'. *Social Science Information* 14 (6): 19–47. https://doi.org/10.1177/053901847501400602.

———. 1988. *Homo Academicus*. Standford, California: Stanford University Press.

———. 1993. 'The Field of Cultural Production, or: The Economic World Reversed'. In *The Field of Cultural Production. Essays on Art and Literature*. Great Britain: Columbia University Press.

———. 1994. 'Rethinking the State: Genesis and Structure of the Bureaucratic Field'. *Sociological Theory* 12 (1): 1–18.

———. 1996. *The State Nobility. Elite Schools in the Field of Power*. Polity Press.

———. 2004. *Science of Science and Reflexibity*. The University Chicago Press.

Bourdieu, P., and Loïc Wacquant. 1992. *An Invitation to Reflexive Sociology*. US & UK: Polity Press.

Bowman, David M. J. S., Andrés Moreira-Muñoz, Crystal A. Kolden, Roberto O. Chávez, Ariel A. Muñoz, Fernanda Salinas, Álvaro González-Reyes, et al. 2019. 'Human–Environmental Drivers and Impacts of the Globally Extreme 2017 Chilean Fires'. *Ambio* 48 (4): 350–62. https://doi.org/10.1007/s13280-018-1084-1.

Brady, Henry E. 2013. 'Do Two Research Cultures Imply Two Scientific Paradigms?' *Comparative Political Studies* 46 (2): 252–65. https://doi.org/10.1177/0010414012466377.

Bren, L. J., and M. Papworth. 1991. 'Early Water Yield Effects of Conversion of Slopes of a Eucalypt Forest Catchment to Radiata Pine Plantation'. *Water Resources Research* 27 (9): 2421–28. https://doi.org/10.1029/91WR01491.

Bren, Leon. 2015. *Forest Hydrology and Catchment Management. An Australian Perspective*. Dordrecht Heidelberg New York London: Springer.

Bren, Leon, and Peter Hopmans. 2007. 'Paired Catchments Observations on the Water Yield of Mature Eucalypt and Immature Radiata Pine Plantations in Victoria, Australia'. *Journal of Hydrology* 336 (3–4): 416–29. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2007.01.018.

Bren, Leon, Patrick Lane, and Graham Hepworth. 2010. 'Longer-Term Water Use of Native Eucalyptus Forest after Logging and Regeneration: The

Coranderrk Experiment'. *Journal of Hydrology* 384 (1–2): 52–64. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2010.01.007.

Brookhouse, Matthew T., Graham D. Farquhar, and Michael L. Roderick. 2013. 'The Impact of Bushfires on Water Yield from South-East Australia's Ash Forests: Bushfire Impacts on Water Yield from Australia's Ash Forests'. *Water Resources Research* 49 (7): 4493–4505. https://doi.org/10.1002/wrcr.20351.

Brown, Alice E., Geoffrey M. Podger, Andrew J. Davidson, Trevor I. Dowling, and Lu Zhang. 2007. 'Predicting the Impact of Plantation Forestry on Water Users at Local and Regional Scales'. *Forest Ecology and Management* 251 (1–2): 82–93. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.06.011.

Brown, Alice E., Andrew W. Western, Thomas A. McMahon, and Lu Zhang. 2013. 'Impact of Forest Cover Changes on Annual Streamflow and Flow Duration Curves'. *Journal of Hydrology* 483 (March): 39–50. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.12.031.

Brown, Alice E., Lu Zhang, Thomas A. McMahon, Andrew W. Western, and Robert A. Vertessy. 2005. 'A Review of Paired Catchment Studies for Determining Changes in Water Yield Resulting from Alterations in Vegetation'. *Journal of Hydrology* 310 (1–4): 28–61. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2004.12.010.

Brown, Stuart C., Vincent L. Versace, Rebecca E. Lester, and M. Todd Walter. 2015. 'Assessing the Impact of Drought and Forestry on Streamflows in South-Eastern Australia Using a Physically Based Hydrological Model'. *Environmental Earth Sciences* 74 (7): 6047–63. https://doi.org/10.1007/s12665-015-4628-8.

Buckley, Thomas N., Tarryn L. Turnbull, Sebastian Pfautsch, Mana Gharun, and Mark A. Adams. 2012. 'Differences in Water Use between Mature and Post-Fire Regrowth Stands of Subalpine Eucalyptus Delegatensis R. Baker'. *Forest Ecology and Management* 270 (April): 1–10. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.01.008.

Budds, Jessica. 2009. 'Contested H2O: Science, Policy and Politics in Water Resources Management in Chile'. *Geoforum* 40 (3): 418–30. https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2008.12.008.

———. 2012. 'La demanda, evaluación y asignación del agua en el contexto de escasez: un análisis del ciclo hidrosocial del valle del río La Ligua, Chile'. *Revista de geografía Norte Grande*, no. 52 (September): 167–84. https://doi.org/10.4067/S0718-34022012000200010.

———. 2013. 'Water, Power, and the Production of Neoliberalism in Chile, 1973–2005'. *Environment and Planning D: Society and Space* 31 (2): 301–18. https://doi.org/10.1068/d9511.

———. 2020. 'Vista de Gobernanza del agua y desarrollo bajo el mercado: las relaciones sociales de control del agua en el marco del Código de Aguas de

Chile'. *Investigaciones Geográficas*, no. 59: 16–27. https://doi.org/10.5354/0719-5370.2020.57717.

Bühlmann, Felix, Pierre Benz, André Mach, and Thierry Rossier. 2017. 'Mapping the Power of Law Professors: The Role of Scientific and Social Capital'. *Minerva* 55 (4): 509–31. https://doi.org/10.1007/s11024-017-9333-1.

Bustos, Beatriz, Manuel Prieto, and Jonathan Barton. 2015. *Ecologia Politica: Naturaleza, Propiedad, Conocimiento y Poder*. Santiago de Chile.

Cabaña-Chavez, C., M. Benavides-Silva, and N. Pizarro-Nuñez. 2013. *CONAF Su historiay rol en el dasarrollo forestal y ambiental de Chile. 1972-2013.* Primera edicion. Santiago de Chile: Corporacion Nacional Forestal (CONAF).

Calder, I. R. 1992. 'Water Use of Eucalypts-A Review', December. https://www.osti.gov/biblio/140037.

———. 2002. 'Eucalyptus, Water and the Environment'. In *Eucalyptus. The Genus Eucalyptus*. London ; New York: Taylor & Francis.

Calder, Ian R. 1999. *The Blue Revolution: Land Use and Integrated Water Resources Management*. London: Earthscan Publications Ltd.

Calder, I.R. 2004. 'Forests and Water - Closing the Gap between Public and Science Perceptions'. *Water Science and Technology* 49 (7): 39–53. https://doi.org/10.2166/wst.2004.0411.

Camara de Dipitados. 2016. 'Historia de La Ley N° 21.435 1. Primer Trámite Constitucional: Cámara de Diputados. 1.14. Discusion En Sala.' https://www.bcn.cl/historiadelaley/nc/historia-de-la-ley/7988/.

Carbon, B. A., G. A. Bartle, and A. M. Murray. 1981. 'Water Stress, Transpiration and Leaf Area Index in Eucalypt Plantations in a Bauxite Mining Area in South-West Australia'. *Austral Ecology* 6 (4): 459–66. https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.1981.tb01498.x.

Cardemil-Winkler, M. 2021. 'Industria Forestal en Chile'. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Serie Minutas Nº 68-21, 29/07/2021. https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/32419/1/N_68_21_Industria_Forestal_en_Chile.pdf.

Cartwright, Ian, and Uwe Morgenstern. 2017. 'Contrasting Transit Times and Water-Rock Interaction in Australian Upland Catchments Draining Peatland and Eucalypt Forest'. *Procedia Earth and Planetary Science* 17: 140–43. https://doi.org/10.1016/j.proeps.2016.12.032.

Castro-Hidalgo, A., and L. Gomez-Alvarez. 2016. 'A Long-Term Neoliberal Experiment and Its Impact on the Quality and Equity of Education'. In *Global Education Reform. How Privatization and Public Investment Influence Education Outcomes*, 34. https://doi.org/10.4324/9781315680361-2.

Ceccarelli, Leah. 2010. 'ISSA Proceedings 2010 – Controversy Over Uncertainty: Argumentation Scholarship And Public Debate About Science : Rozenberg Quarterly'. In . https://rozenbergquarterly.com/issa-proceedings-2010-

controversy-over-uncertainty-argumentation-scholarship-and-public-debate-about-science/.
———. 2011. ‘Manufactured Scientific Controversy: Science, Rhetoric, and Public Debate’. *Rhetoric & Public Affairs* 14 (2): 195–228. https://doi.org/10.1353/rap.2010.0222.
———. 2013. ‘Controversy Over Manufactured Scientific Controversy: A Rejoinder to Fuller’. *Rhetoric and Public Affairs* 16 (4): 761–66. https://doi.org/10.14321/rhetpublaffa.16.4.0761.
Chapman, A. 2007. ‘The Jonkershoek Research Catchments: History and Impacts on Commercial Forestry in South Africa’. In , 2.
Cisternas, Marco, Brian F. Atwater, Fernando Torrejón, Yuki Sawai, Gonzalo Machuca, Marcelo Lagos, Annaliese Eipert, et al. 2005. ‘Predecessors of the Giant 1960 Chile Earthquake’. *Nature* 437 (7057): 404–7. https://doi.org/10.1038/nature03943.
Clapp, Roger Alex. 1995. ‘Creating Competitive Advantage: Forest Policy as Industrial Policy in Chile’. *Economic Geography* 71 (3): 273. https://doi.org/10.2307/144312.
———. 1998. ‘Waiting for the Forest Law: Resource-Led Development and Environmental Politics in Chile’. *Latin American Research Review* 33 (2): 3–36.
Clapp, Roger Alex, and Cecelia Mortenson. 2011. ‘Adversarial Science: Conflict Resolution and Scientific Review in British Columbia’s Central Coast’. *Society & Natural Resources* 24 (9): 902–16. https://doi.org/10.1080/08941921003801505.
Clark, Timothy David. 2017. ‘Rethinking Chile’s “Chicago Boys”: Neoliberal Technocrats or Revolutionary Vanguard?’ *Third World Quarterly* 38 (6): 1350–65. https://doi.org/10.1080/01436597.2016.1268906.
CMPC. 2022. ‘Desafío Agua Chile’. 2022. https://www.cmpc.com/category/desafio-agua-chile/.
Cocks, P. S. 2003. ‘Land-Use Change Is the Key to Protecting Biodiversity in Salinising Landscapes’. *Australian Journal of Botany* 51 (6): 627. https://doi.org/10.1071/BT03004.
Comision de Agricultura camara de Diputados. 2016. ‘1.10. Informe de Comisión de AgriculturaCámara de Diputados. Fecha 21 de Junio, 2016. Informe de Comisión de Agricultura En Sesión 39. Legislatura 364. Informe de La Comision de Agricultura, Silvicultura y Desarrollo Rural En El Proyecto de Ley Que Reforma El Codigo de Aguas.’ https://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/.
Comision Economica para America Latina y el Caribe (CEPAL). 2014. ‘Los 100 años del canal de Panamá: antecedentes, desarrollo y potencial futuro’. https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/37430/S1420832_es.pdf.

Commontwealth Forestry Association. 1966. ‘Forestry Training at University Level in Australia’. *The Commonwealth Forestry Review*, 27–32.
Commonwealth Forestry Association. 1971. ‘British Universities - Departments of Forestry. Forestry Education and Research at Oxford University’. *The Commonwealth Forestry Review* 50 (2 (144)): 170–77.
CONAF. 2016a. ‘Decreto Ley 701. Cuarenta Años de Incentivos a la Forestacion. 1975-2015’.
———. 2016b. ‘Minute 8th Plenary Session of the Forestry Policy Council’. https://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/consejo-de-politica-forestal/.
———. 2016c. ‘Minute 11th Plenary Session of the Forestry Policy Council’. https://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/consejo-de-politica-forestal/.
———. 2017a. ‘Protocolo de Plantaciones Forestales’. Gobierno de Chile. Ministerio de Agricultura.
———. 2017b. ‘Protocolo de Plantaciones Forestales’. Gobierno de Chile. Ministerio de Agricultura.
———. 2017c. ‘Minute 1st Thematic Commission “Management of Plantations” of the Forestry Policy Council’. https://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/consejo-de-politica-forestal/protocolo-de-plantaciones-forestales/.
———. 2017d. ‘Minute 12th Plenary Session of the Forestry Policy Council’. https://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/consejo-de-politica-forestal/.
———. 2017e. ‘Minute 13th Plenary Session of the Forestry Policy Council’. https://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/consejo-de-politica-forestal/.
———. 2017f. ‘Minute 2nd Thematic Commission “Management of Plantations” of the Forestry Policy Council’. https://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/consejo-de-politica-forestal/protocolo-de-plantaciones-forestales/.
———. 2017g. ‘Minute 3rd Thematic Commission “Management of plantations” of the Forestry Policy Council’. https://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/consejo-de-politica-forestal/protocolo-de-plantaciones-forestales/.
———. 2017h. ‘Minute 1st Meeting of the Soil and Water Experts Commission’. https://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/consejo-de-politica-forestal/protocolo-de-plantaciones-forestales/.
———. 2017i. ‘Minute 2nd Meeting of the Soil and Water Experts Commission’. https://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/consejo-de-politica-forestal/protocolo-de-plantaciones-forestales/.

———. 2017j. ‘Minute 4th Meeting of the Soil and Water experts commission’. https://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/consejo-de-politica-forestal/protocolo-de-plantaciones-forestales/.
———. 2017k. ‘Minute 5th Meeting of the Soil and Water experts commission’. https://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/consejo-de-politica-forestal/protocolo-de-plantaciones-forestales/.
———. 2017l. ‘Minute 6th Meeting of the Soil and Water Experts Commission’. https://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/consejo-de-politica-forestal/protocolo-de-plantaciones-forestales/.
———. 2017m. ‘Minute 7th Meeting of the Soil and Water Experts Commission’. https://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/consejo-de-politica-forestal/protocolo-de-plantaciones-forestales/.
———. 2017n. ‘Minute 5th Thematic Commission “Management of Plantations” of the Forestry Policy Council’. https://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/consejo-de-politica-forestal/protocolo-de-plantaciones-forestales/.
———. 2017o. ‘Protocolo de Plantaciones Forestales. Segundo informe de gestion - julio 2017’. Consejo de Politica Forestal. Comision Tematica Protocolo de Plantaciones Forestales. https://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/consejo-de-politica-forestal/protocolo-de-plantaciones-forestales/.
———. 2017p. ‘Minute 16th Plenary Session of the Forestry Policy Council’. https://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/consejo-de-politica-forestal/.
———. 2017q. ‘Minute 8th Meeting of the Soil and Water experts commission’. https://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/consejo-de-politica-forestal/protocolo-de-plantaciones-forestales/.
———. 2017r. ‘Minute 17th Plenary Session of the Forestry Policy Council’. https://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/consejo-de-politica-forestal/.
———. 2021a. ‘Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile, Monitoreo de Cambios y Actualizaciones, CONAF: Actualización 2021’. 2021. https://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosque-nativo/.
———. 2021b. ‘CONAF’. 2021. https://www.conaf.cl/nuestros-bosques/plantaciones-forestales/recuperacion-de-suelos/.
———. 2023. ‘Situación Diaria de Incendios Forestales’. de enero 2023. https://www.conaf.cl/situacion-nacional-de-incendios-forestales/
———. 2023. ‘Situación Diaria de Incendios Forestales’. de febrero 2023. https://www.conaf.cl/situacion-nacional-de-incendios-forestales/
———. 2017. ‘Minute 3rd Meeting of the Soil and Water Experts Commission’. https://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/consejo-de-politica-forestal/protocolo-de-plantaciones-forestales/.

CONAF-JICA. 1999. *Proyecto Cuencas CONAF-JICA: control de erosión y forestación en cuencas hidrográficas de la zona semiárida de Chile (1993-1999).* CONAF. https://books.google.ch/books/about/Proyecto_Cuencas_CONAF_JICA.html?id=kq1jAAAAMAAJ&redir_esc=y.

Convención. 2021. 'Itinerario Constitucional'. Convención Constitucional. 2021. https://www.chileconvencion.cl/itinerario-constitucional/.

Cornea, Natasha Lee, René Véron, and Anna Zimmer. 2017. 'Everyday Governance and Urban Environments: Towards a More Interdisciplinary Urban Political Ecology'. *Geography Compass* 11 (4): e12310. https://doi.org/10.1111/gec3.12310.

Cornish, P.M. 1993. 'The Effects of Logging and Forest Regeneration on Water Yields in a Moist Eucalypt Forest in New South Wales, Australia'. *Journal of Hydrology* 150 (2–4): 301–22. https://doi.org/10.1016/0022-1694(93)90114-O.

Cornish, P.M, and R.A Vertessy. 2001. 'Forest Age-Induced Changes in Evapotranspiration and Water Yield in a Eucalypt Forest'. *Journal of Hydrology* 242 (1–2): 43–63. https://doi.org/10.1016/S0022-1694(00)00384-X.

Corporacion Nacional Forestal (CONAF), Ministerio de Agricultura, and Gobierno de Chile. 2015. 'Politica Forestal (2015-2035)'.

Correa-Araneda, F, M Díaz, M Olguín, F Encina-Montoya, F Gomez-Caponni, and R Figueroa. 2016. 'Hydric Regime in Mediterranean Freshwater Forested Wetlands and Their Relationship with Native and Non-Native Forest Cover'. *Limnetica* 35 (2): 269–80.

Correa-Parra, Juan, José Francisco Vergara-Perucich, and Carlos Aguirre-Nuñez. 2020. 'Water Privatization and Inequality: Gini Coefficient for Water Resources in Chile'. *Water* 12 (12): 3369. https://doi.org/10.3390/w12123369.

CR2, Center for Climate and Resilience Research. 2015. 'Report to the Nation. The 2010-2015 Mega-Drought: A Lesson for the Future'. Santiago de Chile. https://www.cr2.cl/wp-content/uploads/2015/11/InformeMegasequia_ingles_2016.pdf.

———. 2021. '«Debate sobre plantaciones forestales: el agua nos divide, el fuego nos une» por Antonio Lara | Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia - CR2'. 2021. https://www.cr2.cl/debate-sobre-plantaciones-forestales-el-agua-nos-divide-el-fuego-nos-une-por-antonio-lara/.

Creswell. 2014. 'Designing Research, Part II'. In *Research Design*, 105–273.

Crosbie, Russell S., Brett Wilson, Justin D. Hughes, Christopher McCulloch, and Warren McG. King. 2008. 'A Comparison of the Water Use of Tree Belts and Pasture in Recharge and Discharge Zones in a Saline Catchment in the Central West of NSW, Australia'. *Agricultural Water Management* 95 (3): 211–23. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2007.10.015.

CSIR. 2021. 'CSIR Scientists Contribute to Major Assessment on Forests-Water-Climate-People Link | CSIR'. 17 April 2021. https://www.csir.co.za/csir-forests-water-climate-people-link.

CSIRO. 2022. 'International Locations'. CSIRO. 2022. https://www.csiro.au/en/about/locations/international-locations.

CTHA, and CFCN. 2017. 'Antecedentes de La Relación Masa Forestal y Disponibilidad Hídrica En Chile Central'. https://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/consejo-de-politica-forestal/protocolo-de-plantaciones-forestales/.

Cubbage, Frederick, Patrice Harou, and Erin Sills. 2007. 'Policy Instruments to Enhance Multi-Functional Forest Management'. *Forest Policy and Economics* 9 (7): 833–51. https://doi.org/10.1016/j.forpol.2006.03.010.

Cunningham, Saul A., Kimberi R. Pullen, and Matthew J. Colloff. 2009. 'Whole-Tree Sap Flow Is Substantially Diminished by Leaf Herbivory'. *Oecologia* 158 (4): 633–40. https://doi.org/10.1007/s00442-008-1170-3.

Danziger, Kurt. 1993. 'Psychological Objects, Practice, and History'. In *Annals of Theoretical Psychology*, edited by Hans V. Rappard, Pieter J. Van Strien, Leendert P. Mos, and William J. Baker, 15–47. Annals of Theoretical Psychology. Boston, MA: Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-2982-8_2.

Dargavel, J. 2022. 'Australian Forestry School (Yarralumla, ACT) - Obituaries Australia'. 2022. https://oa.anu.edu.au/entity/9178.

Dawson, Todd E., and John S Pate. 1996. 'Seasonal Water Uptake and Movement in Root Systems of Australian Phraeatophytic Plants of Dimorphic Root Morphology: A Stable Isotope Investigation'. *Oecologia* 107 (1): 13–20. https://doi.org/10.1007/BF00582230.

Dean, J. F., M. Camporese, J. A. Webb, S. P. Grover, P. E. Dresel, and E. Daly. 2016. 'Water Balance Complexities in Ephemeral Catchments with Different Land Uses: Insights from Monitoring and Distributed Hydrologic Modeling: Water Balance Complexities in Ephemeral Catchments'. *Water Resources Research* 52 (6): 4713–29. https://doi.org/10.1002/2016WR018663.

DGA, Direccion General de Aguas. 2015. *Atlas del Agua: Chile 2016*. 1st ed. 5 vols. Santiago, Chile. https://snia.mop.gob.cl/repositoriodga/handle/20.500.13000/4371.

———. 2022. 'Escasez Hídrica Para El 47,5% de La Población'. 10 March 2022. https://dga.mop.gob.cl/noticias/Paginas/DetalledeNoticias.aspx?item=835

———. 2015. 'Capitulo 4. Gestion Del Agua'. In *Atlas Del Agua. Chile 2016*, 104–34. Santiago de Chile.

Diaz, Horacio. 2013. 'Recognition to the Scientific Production in Chile. EDITORIAL.' *Ingeniare. Revista Chilena de Ingenieria* 21 (2): 168–69.

Dijk, Albert I.J.M. van, and Rodney J. Keenan. 2007. 'Planted Forests and Water in Perspective'. *Forest Ecology and Management* 251 (1–2): 1–9. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.06.010.

Division Juridica de la Comision Nacional del Medio Ambiente. 2007. 'Ley 19.300 Sobre bases generales del medio ambiente. Modificada por la ley 20.173, 2007.'

Donoso, Guillermo, ed. 2018. *Water Policy in Chile*. Vol. 21. Global Issues in Water Policy. Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-76702-4.

Donoso, Pablo J, and Luis A Otero. 2005. 'Hacia una definición de país forestal: ¿Dónde se sitúa Chile?' *Bosque (Valdivia)* 26 (3). https://doi.org/10.4067/S0717-92002005000300002.

Doody, Tanya M., Pamela L. Nagler, Edward P. Glenn, Georgianne W. Moore, Kiyomi Morino, Kevin R. Hultine, and Richard G. Benyon. 2011. 'Potential for Water Salvage by Removal of Non-Native Woody Vegetation from Dryland River Systems: Water Salvage from Removal of Non-Native Riparian Species'. *Hydrological Processes* 25 (26): 4117–31. https://doi.org/10.1002/hyp.8395.

Doughty, Robin. 2000. *The Eucalyptus: A Natural and Commercial History of the Gum Tree*. Baltimore (USA): Johns Hopkins University Press.

Drake, Paul L., Daniel S. Mendham, Don A. White, Gary N. Ogden, and Bernard Dell. 2012. 'Water Use and Water-Use Efficiency of Coppice and Seedling Eucalyptus Globulus Labill.: A Comparison of Stand-Scale Water Balance Components'. *Plant and Soil* 350 (1–2): 221–35. https://doi.org/10.1007/s11104-011-0897-5.

Dresel, P. Evan, Joshua F. Dean, Fahmida Perveen, John A. Webb, Peter Hekmeijer, S. Michael Adelana, and Edoardo Daly. 2018. 'Effect of Eucalyptus Plantations, Geology, and Precipitation Variability on Water Resources in Upland Intermittent Catchments'. *Journal of Hydrology* 564 (September): 723–39. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.07.019.

Dunn, G. M., and D. J. Connor. 1993. 'An Analysis of Sap Flow in Mountain Ash (Eucalyptus Regnans) Forests of Different Age'. *Tree Physiology* 13 (4): 321–36. https://doi.org/10.1093/treephys/13.4.321.

Dura, Tina, Marco Cisternas, Benjamin P. Horton, Lisa L. Ely, Alan R. Nelson, Robert L. Wesson, and Jessica E. Pilarczyk. 2015. 'Coastal Evidence for Holocene Subduction-Zone Earthquakes and Tsunamis in Central Chile'. *Quaternary Science Reviews*, Megathrust Earthquakes and Sea-level Change: a Tribute to George Plafker, 113 (April): 93–111. https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2014.10.015.

Duvall, C. 2011. 'Ferricrete, Forests, and Temporal Scale in the Production of Colonial Science in Africa.' In *Knowing Nature: Conversations at the Intersection of Political Ecology and Science Studies*, 113–27. University of Chicago Press.

Dye, P. J. 1996a. 'Climate, Forest and Streamflow Relationships in South African Afforested Catchments'. *Commonwealth Forestry Review* 75 (1, Special Issue: Forests and Climate): 31–38.

———. 1996b. ‘Response of Eucalyptus Grandis Trees to Soil Water Deficits’. *Tree Physiology* 16 (1–2): 233–38. https://doi.org/10.1093/treephys/16.1-2.233.

Dye, Peter. 2013. ‘A Review of Changing Perspectives on Eucalyptus Water-Use in South Africa’. *Forest Ecology and Management* 301 (August): 51–57. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.08.027.

Dye, Peter, and Dirk Versfeld. 2007. ‘Managing the Hydrological Impacts of South African Plantation Forests: An Overview’. *Forest Ecology and Management* 251 (1–2): 121–28. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.06.013.

Dzikiti, S., M.B. Gush, D.C. Le Maitre, A. Maherry, N.Z. Jovanovic, A. Ramoelo, and M.A. Cho. 2016. ‘Quantifying Potential Water Savings from Clearing Invasive Alien Eucalyptus Camaldulensis Using in Situ and High Resolution Remote Sensing Data in the Berg River Catchment, Western Cape, South Africa’. *Forest Ecology and Management* 361 (February): 69–80. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.11.009.

Eamus, D, A P O’Grady, and L Hutley. 2000. ‘Dry Season Conditions Determine Wet Season Water Use in the Wet–Dry Tropical Savannas of Northern Australia’. *Tree Physiology* 20: 1219–26.

Eastham, J., P. R. Scott, and R. Steckis. 1994. ‘Components of the Water Balance for Tree Species under Evaluation for Agroforestry to Control Salinity in the Wheatbelt of Western Australia’. *Agroforestry Systems* 26 (3): 157–69. https://doi.org/10.1007/BF00711208.

Eastham, J, P R Scott, and R A Steckis. 1993. ‘Evaluation of Eucalyptus Camaldulensis (River Gum) and Chamaecytisus Proliferus (Tagasaste) for Salinity Control by Agroforestry’. *Land Degradation & Rehabilitation* 4: 113–22.

Eberbach, P. L. 2003. ‘The Eco-Hydrology of Partly Cleared, Native Ecosystems in Southern Australia: A Review’. *Plant and Soil* 257 (2): 357–69. https://doi.org/10.1023/A:1027392703312.

Eberbach, Philip L, and Geoffrey E Burrows. 2006. ‘The Transpiration Response by Four Topographically Distributed Eucalyptus Species, to Rainfall Occurring during Drought in South Eastern Australia’. *Physiologia Plantarum* 127 (3): 483–93. https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2006.00762.x.

Epstein, Rafael, Ramiro Morales, Jorge Serón, and Andres Weintraub. 1999. ‘Use of OR Systems in the Chilean Forest Industries’. *Interfaces* 29 (1,): 7–29.

Escobar, Patricio. 2003. ‘The New Labor Market: The Effects of the Neoliberal Experiment in Chile’. *Latin American Perspectives* 30 (5): 70–78. https://doi.org/10.1177/0094582X03256256.

FAO. 2022. ‘Unasylva - Vol. 1, No. 3 - FAO’s Participation at the Fifth British Empire Forestry Conference’. 2022. https://www.fao.org/3/x5341e/x5341e0e.htm.

FAO, the Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1987. ‘Efectos ecologicos de los eucalyptus’. 59. Estudio FAO Montes. Rome, Italy.

Farley, Kathleen A., Esteban G. Jobbagy, and Robert B. Jackson. 2005. 'Effects of Afforestation on Water Yield: A Global Synthesis with Implications for Policy'. *Global Change Biology* 11 (10): 1565–76. https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2005.01011.x.

Farrall, Lyndsay A. 1975. 'Controversy and Conflict in Science: A Case Study — The English Biometric School and Mendel's Laws'. *Social Studies of Science* 5 (3): 269–301. https://doi.org/10.1177/030631277500500302.

Farrington, P., G. A. Bartle, G. D. Watson, and R. B. Salama. 1994. 'Long-Term Transpiration in Two Eucalypt Species in a Native Woodland Estimated by the Heat-Pulse Technique'. *Austral Ecology* 19 (1): 17–25. https://doi.org/10.1111/j.1442-9993.1994.tb01538.x.

Farrington, P., John Turner, and V. Gailitis. 1996. 'Tracing Water Uptake by Jarrah (Eucalyptus Marginata) Trees Using Natural Abundances of Deuterium'. *Trees* 11: 9–15.

Feikema, Paul M., Jim D. Morris, and Luke D. Connell. 2010. 'The Water Balance and Water Sources of a Eucalyptus Plantation over Shallow Saline Groundwater'. *Plant and Soil* 332 (1–2): 429–49. https://doi.org/10.1007/s11104-010-0309-2.

Felt, U., R. Fouché, C. A. Miller, and L. Smith-Doerr. 2017. 'Introduction to the Fourth Edition of The Handbook of Science and Technology Studies'. In *The Handbook of Science and Technology Studies*, Edited by Felt U., Fouché R., Miller C. A., and Smith-Doerr L., 1–26. The MIT Press.

Ffrench-Davis, Ricardo. 2002. 'Chile, entre el Neoliberalismo y el Crecimiento con Equidad'. *Brazilian Journal of Political Economy* 22 (4): 594–612. https://doi.org/10.1590/0101-31572002-0973.

Filoso, Solange, Maíra Ometto Bezerra, Katherine C. B. Weiss, and Margaret A. Palmer. 2017. 'Impacts of Forest Restoration on Water Yield: A Systematic Review'. Edited by Lucas C.R. Silva. *PLOS ONE* 12 (8): e0183210. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183210.

Forrester, David I., John J. Collopy, Christopher L. Beadle, Charles R. Warren, and Thomas G. Baker. 2012. 'Effect of Thinning, Pruning and Nitrogen Fertiliser Application on Transpiration, Photosynthesis and Water-Use Efficiency in a Young Eucalyptus Nitens Plantation'. *Forest Ecology and Management* 266 (February): 286–300. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.11.019.

Forrester, David I., John J. Collopy, and Jim D. Morris. 2010. 'Transpiration along an Age Series of Eucalyptus Globulus Plantations in Southeastern Australia'. *Forest Ecology and Management* 259 (9): 1754–60. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.04.023.

Forsyth, Tim. 2003. *Critical Political Ecology: The Politics of Environmental Science*. London; New York: Routledge. http://www.123library.org/book_details/?id=68953.

Fragkou, Maria-Christina, Tamara Monsalve-Tapia, Vicente Pereira-Roa, and Maximiliano Bolados-Arratia. 2022. 'Abastecimiento de agua potable por

camiones aljibe durante la megasequía. Un análisis hidrosocial de la provincia de Petorca, Chile'. *Revista EURE - Revista de Estudios Urbano Regionales* 48 (145). https://doi.org/10.7764/EURE.48.145.04.

Frene, Cristian, and Mariela Nuñez. 2010. 'Frene y Nunez_2010_Hacia un nuevo Modelo Forestal en Chile.pdf'. *Revista Bosque Nativo* 47: 25–35.

Friedman, Marilyn. 2013. 'RELATIONAL AUTONOMY AND INDIVIDUALITY'. *University of Toronto Law Journal* 63 (2): 327–41. https://doi.org/10.3138/utlj.63.2.070812RA.

FSC. 2016. 'Standard Setting in FSC. FSC-RP-Standard Setting V1-1.' https://fsc.org/en/about-us.

———. 2020. 'About Us'. Forest Stewardship Council. 28 March 2020. https://fsc.org/en/about-us.

FSC Chile. 2022. 'FSC en Chile y cifras'. Forest Stewardship Council. 2022. https://cl.fsc.org/cl-es/fsc-en-chile-y-cifras.

Garreaud, René D., Juan P. Boisier, Roberto Rondanelli, Aldo Montecinos, Hector H. Sepúlveda, and Daniel Veloso-Aguila. 2020. 'The Central Chile Mega Drought (2010–2018): A Climate Dynamics Perspective'. *International Journal of Climatology* 40 (1): 421–39. https://doi.org/10.1002/joc.6219.

Gayoso Aguilar, Jorge, and Andres Iroume Arrau. 1995. 'Impacto del manejo de plantaciones sobre el ambiente físico'. *Bosque* 16 (2): 3–12. https://doi.org/10.4206/bosque.1995.v16n2-01.

Gibbons, M., C. Limoges, H. Nowotny, S. Schwartzman, P. Scott, and M. Trow. 1994. *The New Production of Knowledge. The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*. London ; Thousand Oaks, New Delhi: Sage Publications.

Goldman, Mara J., Paul Nadasdy, and Matthew Turner. 2011. *Knowing Nature. Conversations at the Intersection of Political Ecology and Science Studies*. Chicago & London: The University Chicago Press.

González-Hidalgo, Marien, and Christos Zografos. 2017. 'How Sovereignty Claims and "Negative" Emotions Influence the Process of Subject-Making: Evidence from a Case of Conflict over Tree Plantations from Southern Chile'. *Geoforum* 78 (January): 61–73. https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2016.11.012.

Gow, L.J., D.J. Barrett, L.J. Renzullo, S.R. Phinn, and A.P. O'Grady. 2016. 'Characterising Groundwater Use by Vegetation Using a Surface Energy Balance Model and Satellite Observations of Land Surface Temperature'. *Environmental Modelling & Software* 80 (June): 66–82. https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2016.02.021.

Granged, Arturo J.P., Antonio Jordán, Lorena M. Zavala, Miriam Muñoz-Rojas, and Jorge Mataix-Solera. 2011. 'Short-Term Effects of Experimental Fire for a Soil under Eucalyptus Forest (SE Australia)'. *Geoderma* 167–168 (November): 125–34. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2011.09.011.

Grenfell, Michael, ed. 2008. *Pierre Bourdieu: Key Concepts*. Key Concepts. Stocksfield: Acumen.

Gush, M. B. 2001. 'Water-Use. Growth and Water Use Eficiency of Indigenous Tree Species in a Range of Forest and Woodland Systems in South Africa'. University of Cape Town.

Gush, Mark B. 2017. 'The Potential of Vachellia Kosiensis (Acacia Kosiensis) as a Dryland Forestry Species in Terms of Its Water Use, Growth Rates and Resultant Water-Use Efficiency'. *Southern Forests: A Journal of Forest Science* 79 (3): 227–34. https://doi.org/10.2989/20702620.2016.1254913.

Gush, M.B., D.F. Scott, G.P.W. Jewitt, R.E. Schulze, L.A. Hallowes, and A.H.M. Görgens. 2002. 'A New Approach to Modelling Streamflow Reductions Resulting from Commercial Afforestation in South Africa'. *The Southern African Forestry Journal* 196 (1): 27–36. https://doi.org/10.1080/20702620.2002.10434615.

Gutiérrez Campos, Luis. 2019. 'Neoliberalismo y Modernización Del Estado En Chile: Emergencia Del Gobierno Electrónico y Desigualdad Social'. *Cultura-Hombre-Sociedad* 29 (2): 259–80. https://doi.org/10.7770/0719-2789.2019.cuhso.03.a06.

Hackleett, Edward, Olga Amsterdamska, Michael Lynch, and Judy Wajcman. 2008. *The Handbook of Science and Technology Studies*. The MIT Press. Vol. Third Edition. London (England).

Hansen, Christian Pilegaard, Rodd Myers, and Vasudha Chhotray. 2020. 'Access Revisited: An Introduction to the Special Issue'. *Society & Natural Resources* 33 (2): 139–45. https://doi.org/10.1080/08941920.2019.1664683.

Harker, David. 2017. 'Demarcation and The Created Controversy'. *Philosophia* 45 (1): 247–56. https://doi.org/10.1007/s11406-016-9763-2.

Harley, Bill. 1999. 'The Myth of Empowerment: Work Organisation, Hierarchy and Employee Autonomy in Contemporary Australian Workplaces'. *Work, Employment and Society* 13 (1): 41–66. https://doi.org/10.1177/09500179922117782.

Hawthorne, Sandra N.D., Richard G. Benyon, and Patrick N.J. Lane. 2018. 'Changes in Evapotranspiration Components Following Replacement of Eucalyptus Regnans with Acacia Species'. *Hydrological Processes* 32 (2): 241–52. https://doi.org/10.1002/hyp.11410.

Hawthorne, Sandra N.D., Patrick N.J. Lane, Leon J. Bren, and Neil C. Sims. 2013. 'The Long Term Effects of Thinning Treatments on Vegetation Structure and Water Yield'. *Forest Ecology and Management* 310 (December): 983–93. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.09.046.

Heilmayr, Robert, Cristian Echeverría, Rodrigo Fuentes, and Eric F. Lambin. 2016. 'A Plantation-Dominated Forest Transition in Chile'. *Applied Geography* 75 (October): 71–82. https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2016.07.014.

Hervé-Fernández, P., C. Oyarzún, C. Brumbt, D. Huygens, S. Bodé, N. E. C. Verhoest, and P. Boeckx. 2016. 'Assessing the "Two Water Worlds" Hypothesis and Water Sources for Native and Exotic Evergreen Species in South-Central Chile: Ecohydrological Assesment'. *Hydrological Processes*. https://doi.org/10.1002/hyp.10984.

Hervé-Fernandez, Pedro, Carlos E. Oyarzún, and Stefan Woelfl. 2016. 'Throughfall Enrichment and Stream Nutrient Chemistry in Small Headwater Catchments with Different Land Cover in Southern Chile: Stream Nutrient Chemistry in Catchments with Different Land Cover'. *Hydrological Processes* 30 (26): 4944–55. https://doi.org/10.1002/hyp.11001.

Heuperman, Alfred. 1999. 'Hydraulic Gradient Reversal by Trees in Shallow Water Table Areas and Repercussions for the Sustainability of Tree-Growing Systems'. *Agricultural Water Management* 39 (2–3): 153–67. https://doi.org/10.1016/S0378-3774(98)00076-6.

Hewlett, John D., Howard W. Lull, and Kenneth G. Reinhart. 1969. 'In Defense of Experimental Watersheds'. *Water Resources Research* 5 (1): 306–16. https://doi.org/10.1029/WR005i001p00306.

Hirsch, Heidi, Michael H. Allsopp, Susan Canavan, Michael Cheek, Sjirk Geerts, Coert J. Geldenhuys, Graham Harding, et al. 2020. 'Eucalyptus Camaldulensis in South Africa – Past, Present, Future'. *Transactions of the Royal Society of South Africa* 75 (1): 1–22. https://doi.org/10.1080/0035919X.2019.1669732.

Hohenthal, Johanna, Marinka Räsänen, and Paola Minoia. 2018. 'Political Ecology of Asymmetric Ecological Knowledges: Diverging Views on the Eucalyptus-Water Nexus in the Taita Hills, Kenya'. *Journal of Political Ecology* 25 (1): 1. https://doi.org/10.2458/v25i1.22005.

Holland, K. L., S. D. Tyerman, L. J. Mensforth, and G. R. Walker. 2006. 'Tree Water Sources over Shallow, Saline Groundwater in the Lower River Murray, South-Eastern Australia: Implications for Groundwater Recharge Mechanisms'. *Australian Journal of Botany* 54 (2): 193. https://doi.org/10.1071/BT05019.

Holmes, George. 2015. 'Markets, Nature, Neoliberalism, and Conservation through Private Protected Areas in Southern Chile'. *Environment and Planning A: Economy and Space* 47 (4): 850–66. https://doi.org/10.1068/a140194p.

Huang, Zhiqun, Zhihong Xu, Timothy J. Blumfield, and Ken Bubb. 2008. 'Effects of Mulching on Growth, Foliar Photosynthetic Nitrogen and Water Use Efficiency of Hardwood Plantations in Subtropical Australia'. *Forest Ecology and Management* 255 (8–9): 3447–54. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.02.038.

Huber, A, and A Iroumé. 2001. 'Variability of Annual Rainfall Partitioning for Different Sites and Forest Covers in Chile'. *Journal of Hydrology* 248 (1–4): 78–92. https://doi.org/10.1016/S0022-1694(01)00394-8.

Huber, Anton, Pablo Barriga, and Ramiro Trecaman. 1998. 'Efecto de la densidad de plantaciones de Eucalyptus nitens sobre el balance hídrico en la zona de Collipulli, IX Región (Chile)'. *Bosque* 19 (1): 61–69. https://doi.org/10.4206/bosque.1998.v19n1-07.

Huber, Anton, Andrés Iroumé, Christian Mohr, and Cristian Frêne. 2010. 'Efecto de plantaciones de Pinus radiata y Eucalyptus globulus sobre el recurso agua en la Cordillera de la Costa de la región del Biobío, Chile'. *Bosque (Valdivia)* 31 (3): 219–30. https://doi.org/10.4067/S0717-92002010000300006.

Hutley, L. B., A. P. O'Grady, and D. Eamus. 2000. 'Evapotranspiration from Eucalypt Open-Forest Savanna of Northern Australia'. *Functional Ecology* 14 (2): 183–94. https://doi.org/10.1046/j.1365-2435.2000.00416.x.

Ibarra, Cecilia, Raúl O'Ryan, and Bárbara Silva. 2018. 'Applying Knowledge Governance to Understand the Role of Science in Environmental Regulation: The Case of Arsenic in Chile'. *Environmental Science & Policy* 86 (August): 115–24. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.05.002.

INFOR. 2013. 'Estado del arte. Las plantaciones forestales y el agua'. Valdivia, Chile.

———. 2017a. 'Bosques y plantaciones: la ciencia y la toma de decisiones para el cuidado del agua.' https://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/consejo-de-politica-forestal/protocolo-de-plantaciones-forestales/.

———. 2017b. 'Chilean Forestry Sector 2017'.

———. 2020. 'Chilean statistical yearbook of forestry 2020'. Statistical Bulletin 174. Santiago de Chile: INFOR. https://wef.infor.cl/publicaciones/anuario/2020/Anuario2020.pdf.

———. 2021a. 'Chilean statistical yearbook of forestry 2021'.

———. 2021b. 'Ecosistemas Forestales y Agua'. 2021. http://www.bosquesyagua.cl/.

———. 2021c. 'Bosques y Agua'. January 2021. http://www.bosquesyagua.cl/estacion/mapa/3.

Iroume, Andres. 1997. 'Estudio de los procesos hidrológicos en una cuenca experimental forestal andina de la IX Región, Chile'. *Bosque* 18 (1): 73–81. https://doi.org/10.4206/bosque.1997.v18n1-09.

Iroumé, Andrés, Anton Huber, and Kurt Schulz. 2005. 'Summer Flows in Experimental Catchments with Different Forest Covers, Chile'. *Journal of Hydrology* 300 (1–4): 300–313. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2004.06.014.

Iroumé, Andrés, Julia Jones, and James C. Bathurst. 2021. 'Forest Operations, Tree Species Composition and Decline in Rainfall Explain Runoff Changes in the Nacimiento Experimental Catchments, South Central Chile'. *Hydrological Processes* 35 (6). https://doi.org/10.1002/hyp.14257.

Iroume, Andres, Octavio Mayen, and Anton Huber. 2005. 'Runoff and Peak Flow Responses to Timber Harvest and Forest Age in Southern Chile'. *Hydrological Processes* 20 (1): 37–50. https://doi.org/10.1002/hyp.5897.

Iroumé, Andrés, and Hardin Palacios. 2013. 'Afforestation and Changes in Forest Composition Affect Runoff in Large River Basins with Pluvial Regime and Mediterranean Climate, Chile'. *Journal of Hydrology* 505 (November): 113–25. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.09.031.

Iroume, Andres, and Sylvia Soto. 2013. 'Estado del arte sobre el conocimiento disponible en Chile sobre bosques, operaciones forestales y recursos hidricos'. Convenio CONAF-UACH.

Irwin, A. 2008. 'STS Perspectives on Scientific Governance'. In *The Handbook of Science and Technology Studies*, Hackett, E., Amsterdamska O., Lynch M., and Wajcman J. Cambridge, Massachusetts. London, England.: The MIT Press.

Jackson, RB, EG Jobbagy, R Avissar, SB Roy, DJ Barrett, CW Cook, K Farley, DC Le Maitre, B McCarl, and B Murray. 2005. 'Trading Water for Carbon with Biological Carbon Sequestration'. *Science* 310 (5756): 1944–47. https://doi.org/10.1126/science.1119282.

Jasanoff, Sheila. 2012. *Science and Public Reason*. 1st ed. Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203113820.

Jayasuriya, M.D.A., G. Dunn, R. Benyon, and P.J. O'Shaughnessy. 1993. 'Some Factors Affecting Water Yield from Mountain Ash (Eucalyptus Regnans) Dominated Forests in South-East Australia'. *Journal of Hydrology* 150 (2–4): 345–67. https://doi.org/10.1016/0022-1694(93)90116-Q.

Jelvez, A, K. Blatner, and R. Govett. 1990. 'Forest Management and Production in Chile'. *Journal of Forestry* 88 (3): 30–34. https://doi.org/10.1093/jof/88.3.30.

Jenkins-Smith, Hank C., and Paul A. Sabatier. 1994. 'Evaluating the Advocacy Coalition Framework'. *Journal of Public Policy* 14 (2): 175–203. https://doi.org/10.1017/S0143814X00007431.

Jessop, Bob. 2003. 'Globalization: It's about Time Too!' *Reihe Politikwissenschaft*, 35.

Jones, J. A., G. L. Achterman, L. A. Augustine, I. F. Creed, P. F. Ffolliott, L. MacDonald, and B. C. Wemple. 2009. 'Hydrologic Effects of a Changing Forested Landscape-Challenges for the Hydrological Sciences'. *Hydrological Processes* 23 (18): 2699–2704. https://doi.org/10.1002/hyp.7404.

Jones, Julia, Auro Almeida, Felipe Cisneros, Andres Iroumé, Esteban Jobbágy, Antonio Lara, Walter de Paula Lima, Christian Little, Carlos Llerena, Luis Silveira & Juan Camilo Villegas. 2016. 'Forests and Water in South America. *Hydrological Processes* 31 (5): 972–80. https://doi.org/DOI 10.1002/hyp.11035.

Jones, M. E., P. F. Ffolliott, and W.O. Rasmussen. 1975. 'Precipitation & Streamflow on 3 Small Chilean Watersheds', Progressive Agriculture in Arizona, 13–16.

Kay, Cristóbal. 2002. 'Chile's Neoliberal Agrarian Transformation and the Peasantry'. *Journal of Agrarian Change* 2 (4): 464–501. https://doi.org/10.1111/1471-0366.00043.

Kerr, Tamsin F., and Sheunesu Ruwanza. 2016. 'Does Eucalyptus Grandis Invasion and Removal Affect Soils and Vegetation in the Eastern Cape Province, South Africa?' *Austral Ecology* 41 (3): 328–38. https://doi.org/10.1111/aec.12315.

King, K.F.S. 1978. 'The Political Economy of Pulp and Paper'. *Science & Public Policy* 5 (5): 376–85. https://doi.org/10.1093/spp/5.5.376.

Kittredge, Joseph. 1948. *Forest Influences : The Effects of Woody Vegetation on Climate, Water, and Soil, with Applications to the Conservation of Water and the Control of Floods and Erosion*. American Forestry Series. New York.

Knorr Cetina, Karin. 2007. 'Culture in Global Knowledge Societies: Knowledge Cultures and Epistemic Cultures'. *Interdisciplinary Science Reviews* 32 (4): 361–75. https://doi.org/10.1179/030801807X163571.

Knorr-Cetina, K. 1981. *The Manufacture of Knowledge: An Essay on the Constructivist and Contextual Nature of Science*. Pergamon International Library of Science, Technology, Engineering, and Social Studies. Oxford ; New York: Pergamon Press.

Kongo, M.V., G.W.P. Jewitt, and S.A. Lorentz. 2011. 'Evaporative Water Use of Different Land Uses in the Upper-Thukela River Basin Assessed from Satellite Imagery'. *Agricultural Water Management* 98 (11): 1727–39. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2010.06.005.

Kuczera, George. 1987. 'Prediction of Water Yield Reductions Following a Bushfire in Ash-Mixed Species Eucalypt Forest'. *Journal of Hydrology* 94 (3): 215–36. https://doi.org/10.1016/0022-1694(87)90054-0.

Kuhn, Deanna. 2011. 'What Is Scientific Thinking and How Does It Develop?' In *The Wiley-Blackwell Handbook of Childhood Cognitive Development, 2nd Ed*, 497–523. Wiley-Blackwell.

Kurtz, Marcus. 2001. 'State Developmentalism Without a Developmental State: The Public Foundations of the "Free Market Miracle" in Chile'. *Latin American Politics and Society* 43 (2): 1–26. https://doi.org/10.1111/j.1548-2456.2001.tb00397.x.

Lane, P.N.J., P.M. Feikema, C.B. Sherwin, M.C. Peel, and A.C. Freebairn. 2010. 'Modelling the Long Term Water Yield Impact of Wildfire and Other Forest Disturbance in Eucalypt Forests'. *Environmental Modelling & Software* 25 (4): 467–78. https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2009.11.001.

Lara, A., C. Little, R. Urrutia, J. McPhee, C. Álvarez-Garretón, C. Oyarzún, D. Soto, et al. 2009. 'Assessment of Ecosystem Services as an Opportunity for the Conservation and Management of Native Forests in Chile'. *Forest Ecology and Management* 258 (4): 415–24. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.01.004.

Lara, Antonio, Christian Little, Claudio Donoso, and Carlos Moreno. 2010. 'Investigación de largo plazo en Chile'. *Revista chilena de historia natural* 83 (4): 617–18. https://doi.org/10.4067/S0716-078X2010000400014.

Lara, Antonio, María Eugenia Solari, María Del Rosario Prieto, and María Paz Peña. 2012. 'Reconstrucción de La Cobertura de La Vegetación y Uso Del Suelo Hacia 1550 y Sus Cambios a 2007 En La Ecorregión de Los Bosques Valdivianos Lluviosos de Chile (35º - 43º 30´ S)'. *Bosque (Valdivia)* 33 (1): 13–23. https://doi.org/10.4067/S0717-92002012000100002.

LaTercera. 2017. 'La Carrera de Arauco Para Convertirse En La Primera Del Mundo', 25 June 2017. https://www.latercera.com/noticia/la-carrera-arauco-convertirse-la-primera-del-mundo/.

Lave, Rebecca. 2012. 'Bridging Political Ecology and STS: A Field Analysis of the Rosgen Wars'. *Annals of the Association of American Geographers* 102 (2): 366–82. https://doi.org/10.1080/00045608.2011.641884.

———. 2015. 'The Future of Environmental Expertise'. *Annals of the Association of American Geographers* 105 (2): 244–52. https://doi.org/10.1080/00045608.2014.988099.

Le Maitre, David C., David F Scott, and C Colvin. 1999. 'A Review of Information on Interactions between Vegetation and Groundwater'. *Water SA* 25 (2): 16.

Le Maitre, D.C, and Dirk Versfeld. 1997. 'Forest Evaporation Models: Relationships between Stand Growth and Evaporation.' *Journal of Hydrology*, no. 193: 240–57.

Le Maitre, D.C, B.W van Wilgen, C.M Gelderblom, C Bailey, R.A Chapman, and J.A Nel. 2002. 'Invasive Alien Trees and Water Resources in South Africa: Case Studies of the Costs and Benefits of Management'. *Forest Ecology and Management* 160 (1–3): 143–59. https://doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00474-1.

Lemos, Maria Carmen, and Arun Agrawal. 2006. 'Environmental Governance'. *Annual Review of Environment and Resources* 31 (1): 297–325. https://doi.org/10.1146/annurev.energy.31.042605.135621.

Lesch, W., and David F. Scott. 1997. 'The Response in Water Yield to the Thinning of Pinus Radiata, Pinus Patula and Eucalyptus Grandis Plantations'. *Forest Ecology and Management* 99 (3): 295–307. https://doi.org/10.1016/S0378-1127(97)00045-5.

Leuning, Ray, Helen A. Cleugh, Steven J. Zegelin, and Dale Hughes. 2005. 'Carbon and Water Fluxes over a Temperate Eucalyptus Forest and a Tropical Wet/Dry Savanna in Australia: Measurements and Comparison with MODIS Remote Sensing Estimates'. *Agricultural and Forest Meteorology* 129 (3–4): 151–73. https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2004.12.004.

Li, HuiYun, YongQiang Zhang, and BenDe Wang. 2012. 'Separating Impacts of Vegetation Change and Climate Variability on Streamflow Using Hydrological Models Together with Vegetation Data'. *Science China*

Technological Sciences 55 (7): 1964–72. https://doi.org/10.1007/s11431-012-4859-9.

Linde, Niklas. 2014. 'Falsification and Corroboration of Conceptual Hydrological Models Using Geophysical Data'. *WIREs Water* 1 (2): 151–71. https://doi.org/10.1002/wat2.1011.

Little, C., A. Lara, J. McPhee, and R. Urrutia. 2009. 'Revealing the Impact of Forest Exotic Plantations on Water Yield in Large Scale Watersheds in South-Central Chile'. *Journal of Hydrology* 374 (1–2): 162–70. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2009.06.011.

Little, Christian, Jaime G. Cuevas, Antonio Lara, Mario Pino, and Stephen Schoenholtz. 2015. 'Buffer Effects of Streamside Native Forests on Water Provision in Watersheds Dominated by Exotic Forest Plantations: Streamside Native Forest Buffer Effects on Stream Water Quantity and Quality'. *Ecohydrology* 8 (7): 1205–17. https://doi.org/10.1002/eco.1575.

Liu, S., L. M. Leslie, M. Speer, R. Bunker, and X. Mo. 2004. 'The Effects of Bushfires on Hydrological Processes Using a Paired-Catchment Analysis'. *Meteorology and Atmospheric Physics* 86 (1–2): 31–44. https://doi.org/10.1007/s00703-003-0614-x.

Lizardo, Omar. 2011. 'Pierre Bourdieu as a Post-Cultural Theorist'. *Cultural Sociology* 5 (1): 23.

Lota, su cultura e historia. 2019. 'Sociedad agricola y forestal Colcura.' 13 July 2019. https://m.facebook.com/lotasuhistoria/posts/1181882865316954/?refsrc=deprecated&_rdr.

Ma, Janaina, Marco Aurélio Cirilo Lemos, and Diego Mota Vieira. 2020. 'How Is the Advocacy Coalition Framework Doing? Some Issues since the 2014 Agenda.', no. 32: 36.

Macfarlane, Craig, Céline Bond, Donald A. White, Andrew H. Grigg, Gary N. Ogden, and Richard Silberstein. 2010. 'Transpiration and Hydraulic Traits of Old and Regrowth Eucalypt Forest in Southwestern Australia'. *Forest Ecology and Management* 260 (1): 96–105. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.04.005.

Macfarlane, Craig, Andrew Grigg, Rod McGregor, Gary Ogden, and Richard Silberstein. 2018. 'Overstorey Evapotranspiration in a Seasonally Dry Mediterranean Eucalypt Forest: Response to Groundwater and Mining'. *Ecohydrology* 11 (5): 17. https://doi.org/10.1002/eco.1971.

Macfarlane, D.M., J. Dickens, and F. Van Hase. 2009. 'Development of a Methodology to Determine the Appropriate Buffer Zone Width and Type for Developments Associated with Wetlands, Watercourses and Estuaries. Deliverable 1: Literature Review. Prepared for: Department of Water Affairs and Forestry Directorate: Water Abstraction and Instream Use Submitted to: Water Research Commission'.

Manuschevich, Daniela, and Colin M. Beier. 2016. 'Simulating Land Use Changes under Alternative Policy Scenarios for Conservation of Native Forests in South-Central Chile'. *Land Use Policy* 51: 350–62. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.08.032.

Mardones, C., and A. Hernández. 2017. 'Subsidy Analysis to the Forestry Sector of the Biobío Region, Chile'. *Madera y Bosques* 23 (2): 53–68. https://doi.org/10.21829/myb.2017.2321494.

Marshall, John K., Anne L. Morgan, Kandia Akilan, Richard C.C. Farrell, and David T. Bell. 1997. 'Water Uptake by Two River Red Gum (Eucalyptus Camaldulensis) Clones in a Discharge Site Plantation in the Western Australian Wheatbelt'. *Journal of Hydrology* 200 (1–4): 136–48. https://doi.org/10.1016/S0022-1694(97)00005-X.

Martin, B., and E. Richards. 1994. 'Scientific Knowledge, Controversy, and Public Decision Making'. In *Handbook of Science and Technology Studies*, 506–26. Thousand Oaks, London, New Delhi: Sage Publications.

Martin Palma, Museo Histórico Nacional. 1860. *Lota Alto, hacia 1860*. Lamina. Códigos BN: MC0012629. Un paseo a Lota / Martín Palma. Valparaíso : Impr. y Librería del Mercurio, 1864. 150 p., [10] h. de fotografías.

McCulloch, James S.G., and Mark Robinson. 1993. 'History of Forest Hydrology'. *Journal of Hydrology* 150 (2–4): 189–216. https://doi.org/10.1016/0022-1694(93)90111-L.

McWethy, David B., Aníbal Pauchard, Rafael A. García, Andrés Holz, Mauro E. González, Thomas T. Veblen, Julian Stahl, and Bryce Currey. 2018. 'Landscape Drivers of Recent Fire Activity (2001-2017) in South-Central Chile'. *PLOS ONE* 13 (8): e0201195. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201195.

Meijninger, Wml, and C Jarmain. 2014. 'Satellite-Based Annual Evaporation Estimates of Invasive Alien Plant Species and Native Vegetation in South Africa'. *Water SA* 40 (1): 95. https://doi.org/10.4314/wsa.v40i1.12.

Melbourne Water. 2021. 'Water Catchments | Melbourne Water'. 17 April 2021. https://www.melbournewater.com.au/water-data-and-education/water-facts-and-history/why-melbournes-water-tastes-great/water-catchments.

Mendelsohn, Everett, Peter Weingart, and Richard Whitley. 1977. *The Social Production of Scientific Knowledge*.

Mendham, D.S., D.A. White, M. Battaglia, J.F. McGrath, T.M. Short, G.N. Ogden, and J. Kinal. 2011. 'Soil Water Depletion and Replenishment during First- and Early Second-Rotation Eucalyptus Globulus Plantations with Deep Soil Profiles'. *Agricultural and Forest Meteorology* 151 (12): 1568–79. https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2011.06.014.

Meneses, Mario, and Sergio Guzman. 2000. 'Productividad y eficiencia en la producción forestal basada en las plantaciones de pino radiata'. *Bosque* 21 (2): 3–11. https://doi.org/10.4206/bosque.2000.v21n2-01.

Mensforth, Lisa J., Peter J. Thorburn, Steve D. Tyerman, and Glen R. Walker. 1994. 'Sources of Water Used by Riparian Eucalyptus Camaldulensis Overlying Highly Saline Groundwater'. *Oecologia* 100–100 (1–2): 21–28. https://doi.org/10.1007/BF00317126.

Merrington, Peter. 1997. 'Masques, Monuments, and Masons: The 1910 Pageant of the Union of South Africa'. *Theatre Journal* 49 (1): 1–14.

Milly, P. C. D. 1994. 'Climate, Soil Water Storage, and the Average Annual Water Balance'. *Water Resources Research* 30 (7): 2143–56. https://doi.org/10.1029/94WR00586.

Ministerio de Agricultura. 2010. 'Decreto 82. Aprueba Reglamento de Suelos, Aguas y Humedales'. http://bcn.cl/2ey23.

Mitchell, Patrick J., Erik Veneklaas, Hans Lambers, and Stephen S.O. Burgess. 2009. 'Partitioning of Evapotranspiration in a Semi-Arid Eucalypt Woodland in South-Western Australia'. *Agricultural and Forest Meteorology* 149 (1): 25–37. https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2008.07.008.

Mitodio, Barbara. 2020. 'Zonas naturales de Chile y su relieve'. 24 March 2020. https://www.colegiosanmarcosapostol.cl/wp-content/uploads/2020/clases/historia/CLASE1-5.pdf.

Modatima. 2022. 'Quienes Somos'. Modatima. 2022. http://modatima.cl/quienes-somos/.

Moher, David, Alessandro Liberati, Jennifer Tetzlaff, and Douglas G Altman. 2009. 'Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement'. *Annals of Internal Medicine* 151 (4): 264–70.

Molinos-Senante, María, and Ramón Sala-Garrido. 2015. 'The Impact of Privatization Approaches on the Productivity Growth of the Water Industry: A Case Study of Chile'. *Environmental Science & Policy* 50 (June): 166–79. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.02.015.

Moore, Kelly, Daniel Lee Kleinman, David Hess, and Scott Frickel. 2011. 'Science and Neoliberal Globalization: A Political Sociological Approach'. *Theory and Society* 40 (5): 505–32. https://doi.org/10.1007/s11186-011-9147-3.

Morales, Marjorie, Germán Aroca, Rafael Rubilar, Eduardo Acuña, Blas Mola-Yudego, and Sara González-García. 2015. 'Cradle-to-Gate Life Cycle Assessment of Eucalyptus Globulus Short Rotation Plantations in Chile'. *Journal of Cleaner Production* 99 (July): 239–49. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.02.085.

Morgan, Huw D., and Craig V. M. Barton. 2008. 'Forest-Scale Sap Flux Responses to Rainfall in a Dryland Eucalyptus Plantation'. *Plant and Soil* 305 (1–2): 131–44. https://doi.org/10.1007/s11104-008-9558-8.

Moyal, Ann Mozley. 1978. 'Studies of Science: Science, Technology and Society. A Cross-Disciplinary Perspective. Ina Spiegel-Rosing and Derek de Solla Price, Eds. Sage, Beverly Hills, Calif., 1977. Xii, 608 Pp.' *Science* 200 (4343): 755–56. https://doi.org/10.1126/science.200.4343.755.

MundoMaritimo. 2012. 'Forestal Arauco se convierte en mayor propietario de bosques de América Latina'. 2012. http://www.mundomaritimo.cl/noticias/forestal-arauco-se-convierte-en-mayor-propietario-de-bosques-de-america-latina.

Murray-Darling Basin Autority. 2020a. 'A Guide to Water Management in the Murray–Darling Basin'. 16 July 2020. https://www.mdba.gov.au/water-management/allocations-states-mdba/guide-water-management.

———. 2020b. 'How Allocations Work in the Murray–Darling Basin'. 20 August 2020. https://www.mdba.gov.au/water-management/allocations-states-mdba/guide-allocations.

Nänni, U. W. 1970. 'The Effect of Afforestation on Streamflow at Cathedral Peak: Report No. 1'. *South African Forestry Journal*. https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00382167.1970.9629233.

Neary, D., D. Hayes, L. Rustad, J. Vose, G. Gottfried, Sebesteyn, S. Johnson, F. Swanson, and M. Adams. 2011. 'US Forest Service Experimental Forests and Ranges Network: A Continental Research Platform for Catchmentscale Research'. In *Revisiting Experimental Catchment Studies in Forest Hydrology*, 49–57. Melbourne, Australia. https://www.nrs.fs.fed.us/pubs/44654.

Niklitschek, Mario E. 2007. 'Trade Liberalization and Land Use Changes: Explaining the Expansion of Afforested Land in Chile'. *Forest Science* 53 (3): 385–94. https://doi.org/10.1093/forestscience/53.3.385.

Nimmo, John R., Richard W. Healy, and David A. Stonestrom. 2006. 'Aquifer Recharge'. In *Encyclopedia of Hydrological Sciences*. American Cancer Society. https://doi.org/10.1002/0470848944.hsa161a.

Nolan, Rachael H., Patrick N.J. Lane, Richard G. Benyon, Ross A. Bradstock, and Patrick J. Mitchell. 2015. 'Trends in Evapotranspiration and Streamflow Following Wildfire in Resprouting Eucalypt Forests'. *Journal of Hydrology* 524 (May): 614–24. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.02.045.

Nolan, Rachael H., Tonantzin Tarin, Rizwana Rumman, James Cleverly, Kendal A. Fairweather, Sepideh Zolfaghar, Nadia S. Santini, Anthony P. O'Grady, and Derek Eamus. 2018. 'Contrasting Ecophysiology of Two Widespread Arid Zone Tree Species with Differing Access to Water Resources'. *Journal of Arid Environments* 153 (June): 1–10. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2018.01.003.

O'Grady, A. P., P. G. Cook, D. Eamus, A. Duguid, J. D. H. Wischusen, T. Fass, and D. Worldege. 2009. 'Convergence of Tree Water Use within an Arid-Zone Woodland'. *Oecologia* 160 (4): 643–55. https://doi.org/10.1007/s00442-009-1332-y.

O'Grady, A.P., D. Worledge, and M. Battaglia. 2005. 'Temporal and Spatial Changes in Fine Root Distributions in a Young Eucalyptus Globulus Stand in Southern Tasmania'. *Forest Ecology and Management* 214 (1–3): 373–83. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.04.021.

ONEMI. 2017. ‘ONEMI entrega información actualizada por incendios forestales’. ONEMI: Ministerio del Interior y Seguridad Pública -. 22 January 2017. https://www.onemi.gov.cl/noticia/onemi-entrega-informacion-actualizada-por-incendios-forestales/.

Oppliger, A. 2011. ‘Diagnostico exploratorio de la problematica de escasez de agua en las localidades rurales afectadas ubicadas al oeste de la ciudad de La Unión, comuna homónima’. Chile.

Oppliger, Astrid, Johanna Höhl, and María Fragkou. 2019. ‘Escasez de agua: develando sus orígenes híbridos en la cuenca del Río Bueno, Chile’. *Revista de geografía Norte Grande*, no. 73 (September): 9–27. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022019000200009.

Otero, Luis. 2006. *La huella del fuego. Historia de los bosques nativos. Poblamientos y cambios del paisaje en el sur de Chile.* Providencia, Chile: Pehuén.

Ottinger, Gwen. 2013. ‘Changing Knowledge, Local Knowledge, and Knowledge Gaps: STS Insights into Procedural Justice’. *Science, Technology, & Human Values* 38 (2): 250–70. https://doi.org/10.1177/0162243912469669.

Oxford Dictionary. 2021. ‘FIELD | Definition of FIELD by Oxford Dictionary’. Lexico Dictionaries | English. 2021. https://www.lexico.com/definition/field.

Oyarzún, C., and A. Huber. 1999. ‘Balance hidrico en plantaciones jovenes de eucalyptus globulus y pinus radiata en el sur de Chile’. *Terra* 17 (1): 35–44.

Oyarzún, Carlos E, Cristian Frêne, Gustavo Lacrampe, Anton Huber, and Pedro Hervé. 2011. ‘Propiedades hidrológicas del suelo y exportación de sedimentos en dos microcuencas de la Cordillera de la Costa en el sur de Chile con diferente cobertura vegetal’. *Bosque (Valdivia)* 32 (1): 10–19. https://doi.org/10.4067/S0717-92002011000100002.

Oyarzun, Carlos E., Pedro Hervé-Fernández, Dries Huygens, Pascal Boeckx, and Niko E. C. Verhoest. 2015. ‘Hydrological Controls on Nutrient Exportation from Old-Growth Evergreen Rainforests and <I>Eucalyptus Nitens</I> Plantation in Headwater Catchments at Southern Chile’. *Open Journal of Modern Hydrology* 05 (02): 19–31. https://doi.org/10.4236/ojmh.2015.52003.

Oyarzún, Carlos E, and Laura Nahuelhual. 2005. ‘Los servicios ecosistémicos del bosque templado lluvioso: producción de agua y su valoración económica’. *Revista Ambiente y Desarrollo* 21 (1): 88–95.

Palma, L., M. Lavado, M. Carcamo, and V. Martinez. 2013. ‘Problematica socioambiental consecuencia de las plantaciones forestales de rapido crecimiento como el eucalipto y el pino en la percepcion de 17 localidades rurales de la region de Los Rios respecto al agua como servicio ecosistemico’. In *Servicios ecosistemicos hidricos: estudios de caso en america latina y el caribe*. Imprenta America S.A.

Palomino-Schalscha, Marcela, Cristian Leaman-Constanzo, and Sophie Bond. 2016. ‘Contested Water, Contested Development: Unpacking the Hydro-Social

Cycle of the Ñuble River, Chile'. *Third World Quarterly* 37 (5): 883–901. https://doi.org/10.1080/01436597.2015.1109436.

Paulson, Susan, Lisa L. Gezon, and Michael Watts. 2003. 'Locating the Political in Political Ecology: An Introduction'. *Human Organization* 62 (3): 205–17. https://doi.org/10.17730/humo.62.3.e5xcjnd6y8v09n6b.

Peet, Richard, Paul Robbins, and Michael Watts, eds. 2011. *Global Political Ecology*. London ; New York: Routledge.

Pérez-Ahumada, Pablo. 2014. 'Class Consciousness in a Mature Neoliberal Society: Evidence from Chile'. *Research in Social Stratification and Mobility* 38: 57–75. https://doi.org/10.1016/j.rssm.2014.06.002.

Pfautsch, S., C. Keitel, T. L. Turnbull, M. J. Braimbridge, T. E. Wright, R. R. Simpson, J. A. O'Brien, and M. A. Adams. 2011. 'Diurnal Patterns of Water Use in Eucalyptus Victrix Indicate Pronounced Desiccation-Rehydration Cycles despite Unlimited Water Supply'. *Tree Physiology* 31 (10): 1041–51. https://doi.org/10.1093/treephys/tpr082.

Pierce, Jonathan J., Holly L. Peterson, and Katherine C. Hicks. 2020. 'Policy Change: An Advocacy Coalition Framework Perspective'. *Policy Studies Journal* 48 (1): 64–86. https://doi.org/10.1111/psj.12223.

Pierce, Jonathan J., Holly L. Peterson, Michael D. Jones, Samantha P. Garrard, and Theresa Vu. 2017. 'There and Back Again: A Tale of the Advocacy Coalition Framework: Review of the Advocacy Coalition Framework'. *Policy Studies Journal* 45 (S1): S13–46. https://doi.org/10.1111/psj.12197.

Pierce, L. L., J. Walker, T. I. Dowling, T. R. McVicar, T. J. Hatton, S. W. Running, and J. C. Coughlan. 1993. 'Ecohydrological Changes in the Murray-Darling Basin. III. A Simulation of Regional Hydrological Changes'. *The Journal of Applied Ecology* 30 (2): 283. https://doi.org/10.2307/2404630.

Pierre, Jon, and B. Guy Peters. 2000. *Governance, Politics and the State*. Houndmills, Basingstoke, Hampshire and London: MACMILLAN PRESS LTD.

Pizarro Tapia, Roberto, Marcela Tapia Cornejo, Leonardo Román Arellano, Cristián Jordán Díaz, and César Farías Daza. 2006. 'Coeficientes de escorrentía instantáneos para la cuenca del río Tutuvén, VII Región del Maule, Chile'. *Bosque (Valdivia)* 27 (2). https://doi.org/10.4067/S0717-92002006000200002.

Pliscoff, Patricio, Mauricio Folchi, Enrique Aliste, Daniela Cea, and Javier A. Simonetti. 2020. 'Chile Mega-Fire 2017: An Analysis of Social Representation of Forest Plantation Territory'. *Applied Geography* 119 (June): 102226. https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2020.102226.

Pook, E. W., P. H. R. Moore, and T. Hall. 1991. 'Rainfall Interception by Trees OfPinus Radiata AndEucalyptus Viminalis in a 1300 Mm Rainfall Area of Southeastern New South Wales: II. Influence of Wind-Borne Precipitation'. *Hydrological Processes* 5 (2): 143–55. https://doi.org/10.1002/hyp.3360050203.

Post, D.A., A.J. Jakeman, I.G. Littlewood, P.G. Whitehead, and M.D.A. Jayasuriya. 1996. 'Modelling Land-Cover-Induced Variations in Hydrologic Response: Picaninny Creek, Victoria'. *Ecological Modelling* 86 (2–3): 177–82. https://doi.org/10.1016/0304-3800(95)00048-8.

Prieto, Manuel. 2015. 'La ecología (A)política del modelo de aguas chileno'. In *Ecología Política en Chile: naturaleza, propiedad, conocimiento y poder*. Santiago de Chile.

Quentin, Audrey G., Anthony P. O'Grady, Christopher L. Beadle, Dale Worledge, and Elizabeth A. Pinkard. 2011. 'Responses of Transpiration and Canopy Conductance to Partial Defoliation of Eucalyptus Globulus Trees'. *Agricultural and Forest Meteorology* 151 (3): 356–64. https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2010.11.008.

Rab, M.A. 1996. 'Soil Physical and Hydrological Properties Following Logging and Slash Burning in the Eucalyptus Regnans Forest of Southeastern Australia'. *Forest Ecology and Management* 84: 159–76.

Rametsteiner, Ewald, and Markku Simula. 2003. 'Forest Certification—an Instrument to Promote Sustainable Forest Management?' *Journal of Environmental Management* 67 (1): 87–98. https://doi.org/10.1016/S0301-4797(02)00191-3.

Rejmánek, M., and David M. Richardson. 2011. 'Eucalyptus'. In *Encyclopedia of Biological Invasions*, 203–9. University of California Press, Berkeley. https://www.ucpress.edu/book/9780520264212/encyclopedia-of-biological-invasions.

Rejmánek, Marcel, and David M. Richardson. 2013. 'Trees and Shrubs as Invasive Alien Species – 2013 Update of the Global Database'. *Diversity and Distributions* 19 (8): 1093–94. https://doi.org/10.1111/ddi.12075.

Republic of South Africa. 1998. 'National Water Act'. https://www.gov.za/sites/default/files/gcis_document/201409/a36-98.pdf.

Rey B., B., Museo Histórico Nacional. 1960. *Explotación Forestal En Curacautín, 1960*. Fotografia. Códigos BN: MC0027310. Archivo Fotográfico ; PF-000124.

Reyes, R., and H. Nelson. 2014. 'A Tale of Two Forests: Why Forests and Forest Conflicts Are Both Growing in Chile'. *International Forestry Review* 16 (4): 379–88. https://doi.org/10.1505/146554814813484121.

Ribot, Jesse C., and Nancy Lee Peluso. 2003. 'A Theory of Access*'. *Rural Sociology* 68 (2): 153–81. https://doi.org/10.1111/j.1549-0831.2003.tb00133.x.

Robbins, Paul. 2011. *Political Ecology: A Critical Introduction*. John Wiley & Sons.

Roberts, Sandra, Rebecca Barton-Johnson, Mike McLarin, and Steve Read. 2015. 'Predicting the Water Use of Eucalyptus Nitens Plantation Sites in Tasmania from Inventory Data, and Incorporation of Water Use into a Forest Estate Model'. *Forest Ecology and Management* 343 (May): 110–22. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.01.025.

Robertson, Morgan M. 2016. 'The Nature That Capital Can See: Science, State, and Market in the Commodification of Ecosystem Services': *Environment and Planning D: Society and Space*, July. https://doi.org/10.1068/d3304.

Robinson, N., R. J. Harper, and K. R. J. Smettem. 2006. 'Soil Water Depletion by Eucalyptus Spp. Integrated into Dryland Agricultural Systems'. *Plant and Soil* 286 (1–2): 141–51. https://doi.org/10.1007/s11104-006-9032-4.

Rossi, Italo. 2005. 'Desarrollo y competitividad del sector forestal-maderero', 27.

Rotarou, Elena S., and Dikaios Sakellariou. 2017. 'Neoliberal Reforms in Health Systems and the Construction of Long-Lasting Inequalities in Health Care: A Case Study from Chile'. *Health Policy* 121 (5): 495–503. https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2017.03.005.

Rubilar, Rafael A., and Sofia Alejandra Valenzuela. 2011. 'EUCAHYDRO: herramientas para la evaluacion temprana de genotipos de Eucalyptus de mayor eficiencia en el uso, consumo de agua y resistencia a la sequia (Projecto).' CONICYT. http://repositorio.conicyt.cl/handle/10533/110077?show=full.

Ruwanza, Sheunesu, Mirijam Gaertner, David M. Richardson, and Karen J. Esler. 2013. 'Soil Water Repellency in Riparian Systems Invaded by Eucalyptus Camaldulensis: A Restoration Perspective from the Western Cape Province, South Africa'. *Geoderma* 200–201 (June): 9–17. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2013.01.017.

Ryan, Michael. 2013. 'Adaptive Silviculture in Regrowth Eucalypt Forests in Victoria and the Implications for Water, Wood, Wildlife and Wildfire'. *Australian Forestry* 76 (3–4): 173–82. https://doi.org/10.1080/00049158.2013.842461.

Sabatier, Paul A. 1988. 'An Advocacy Coalition Framework of Policy Change and the Role of Policy-Oriented Learning Therein'. *Policy Sciences* 21 (2–3): 129–68. https://doi.org/10.1007/BF00136406.

———. 1998. 'The Advocacy Coalition Framework: Revisions and Relevance for Europe'. *Journal of European Public Policy* 5 (1): 98–130. https://doi.org/10.1080/13501768880000051.

———, ed. 2007. *Theories of the Policy Process*. 2nd ed. Boulder, Colo: Westview Press.

Sabatier, Paul A, and C. Weible. 2007. 'The Advocacy Coalition Framework. Innovations and Clarifications'. In *Theories of the Policy Process*.

Sadler, Georgia Robins, Hau-Chen Lee, Rod Seung-Hwan Lim, and Judith Fullerton. 2010. 'Research Article: Recruitment of Hard-to-Reach Population Subgroups via Adaptations of the Snowball Sampling Strategy'. *Nursing & Health Sciences* 12 (3): 369–74. https://doi.org/10.1111/j.1442-2018.2010.00541.x.

Sahin, Vildan, and Michael J. Hall. 1996. 'The Effects of Afforestation and Deforestation on Water Yields'. *Journal of Hydrology* 178 (1–4): 293–309. https://doi.org/10.1016/0022-1694(95)02825-0.

Salas, Christian, Pablo J. Donoso, Rodrigo Vargas, Cesar A. Arriagada, Rodrigo Pedraza, and Daniel P. Soto. 2016. 'The Forest Sector in Chile: An Overview and Current Challenges'. *Journal of Forestry* 114 (5): 562–71. https://doi.org/10.5849/jof.14-062.

Salemi, Luiz Felippe, Juliano Daniel Groppo, Rodrigo Trevisan, Jorge Marcos de Moraes, Walter de Paula Lima, and Luiz Antonio Martinelli. 2012. 'Riparian Vegetation and Water Yield: A Synthesis'. *Journal of Hydrology* 454–455 (August): 195–202. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.05.061.

Sanford, P., X. Wang, K. D. Greathead, J. H. Gladman, and J. Speijers. 2003. 'Impact of Tasmanian Blue Gum Belts and Kikuyu-Based Pasture on Sheep Production and Groundwater Recharge in South-Western Western Australia'. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 43 (8): 755. https://doi.org/10.1071/EA02226.

Sapiro, Gisèle. 2016. 'How Do Literary Works Cross Borders (or Not)?' *Journal of World Literature* 1 (1): 81–96. https://doi.org/10.1163/24056480-00101009.

Scarascia-Mugnozza, Giseppe, Helfried Oswald, Pietro Piussi, and Kalliopi Radoglou. 2000. 'Forests of the Mediterranean Region: Gaps in Knowledge and Research Needs'. *Forest Ecology and Management* 132 (1): 97–109. https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00383-2.

Schmitz, Andreas, Daniel Witte, and Vincent Gengnagel. 2017. 'Pluralizing Field Analysis: Toward a Relational Understanding of the Field of Power'. *Social Science Information* 56 (1): 49–73. https://doi.org/10.1177/0539018416675071.

Scott, David F, DC Le Maitre, and DHK Fairbanks. 1998. 'Forestry and Streamflow Reductions in South Africa: A Reference System for Assessing Extent and Distribution'. *Water SA* 24: 187–99.

Scott, David F, and W Lesch. 1997. 'Streamflow Responses to Afforestation with Eucalyptus Grandis and Pinus Patula and to Felling in the Mokobulaan Experimental Catchments, South Africa'. *Journal of Hydrology* 199: 360–77.

Scott, David F., and F. W. Prinsloo. 2008. 'Longer-Term Effects of Pine and Eucalypt Plantations on Streamflow: Effects of Plantations on Streamflow'. *Water Resources Research* 44 (7): 8. https://doi.org/10.1029/2007WR006781.

Scott, David F, and R. E. Smith. 1997. 'Preliminary Empirical Models to Predict Reductions in Total and Low Flows Resulting from Afforestation'. *Water SA* 23 (2): 135–40.

Scott, D.F. 1993. 'The Hydrological Effects of Fire in South African Mountain Catchments'. *Journal of Hydrology* 150 (2–4): 409–32. https://doi.org/10.1016/0022-1694(93)90119-T.

Scott, D.F. 2000. 'Soil Wettability in Forested Catchments in South Africa; as Measured by Different Methods and as Affected by Vegetation Cover and

Soil Characteristics'. *Journal of Hydrology* 231–232 (May): 87–104. https://doi.org/10.1016/S0022-1694(00)00186-4.

Scott-Shaw, Bruce C., and Colin S. Everson. 2019. 'Water-Use Dynamics of an Alien-Invaded Riparian Forest within the Summer Rainfall Zone of South Africa'. *Hydrology and Earth System Sciences* 23 (3): 1553–65. https://doi.org/10.5194/hess-23-1553-2019.

Secor, A.J. 2010. 'Social Surveys, Interviews, and Focus Groups.' In *Reserch Methods in Geography. A Critical Introduction*, Edited by Gomez B. and Jones III J.P. Wiley-Blackwell.

Senado de Chile. 2022. 'Acuerdo por Chile: Definen Consejo Constitucional, Comité de Expertos e itinerario para nuevo proceso constituyente - Senado - República de Chile'. Senado. diciembre 2022. https://www.senado.cl/noticias/proceso-constituyente/acuerdo-por-chile-definen-consejo-constitucional-comite-de-expertos-e.

Shakesby, R. A., C. J. Chafer, S. H. Doerr, W. H. Blake, P. Wallbrink, G. S. Humphreys, and B. A. Harrington. 2003. 'Fire Severity, Water Repellency Characteristics and Hydrogeomorphological Changes Following the Christmas 2001 Sydney Forest Fires'. *Australian Geographer* 34 (2): 147–75. https://doi.org/10.1080/00049180301736.

Sharman, A. 2015. 'The Impact of Controversy on the Production of Scientific Knowledge'. Working paper 233. Centre for Climate Change Economics and Policy.

Siddaway, Andy P., Alex M. Wood, and Larry V. Hedges. 2019. 'How to Do a Systematic Review: A Best Practice Guide for Conducting and Reporting Narrative Reviews, Meta-Analyses, and Meta-Syntheses'. *Annual Review of Psychology* 70 (1): 747–70. https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010418-102803.

Silberstein, Richard, Alexander Held, Tom Hatton, Neil Viney, and M Sivapalan. 2001. 'Energy Balance of a Natural Jarrah (Eucalyptus Marginata) Forest in Western Australia: Measurements during the Spring and Summer'. *Agricultural and Forest Meteorology* 109 (2): 79–104. https://doi.org/10.1016/S0168-1923(01)00263-5.

Silva, Eduardo. 2004. 'The Political Economy of Forest Policy in Mexico and Chile'. *Singapore Journal of Tropical Geography* 25 (3): 261–80. https://doi.org/10.1111/j.0129-7619.2004.00186.x.

Silva, Patricio. 2009. 'In the Name of Reason: Technocrats and Politics in Chile'. 2009. https://www.psupress.org/books/titles/978-0-271-03453-9.html.

Singh, Jewellord Tolentino Nem. 2014. 'Towards Post-Neoliberal Resource Politics? The International Political Economy (IPE) of Oil and Copper in Brazil and Chile'. *New Political Economy* 19 (3): 329–58. https://doi.org/10.1080/13563467.2013.779649.

Sismondo, Sergio. 2010. 'An Introduction to Science and Technology Studies', 257.

Smakhtin, V.U. 2001. 'Low Flow Hydrology: A Review'. *Journal of Hydrology* 240 (3–4): 147–86. https://doi.org/10.1016/S0022-1694(00)00340-1.

Smethurst, Philip J. 2019. 'Hydrological Indicators of Flow in Headwaters for Assessing Farm Management Impacts: Streamside Forestry Management Case Study'. *Ecological Indicators* 98 (March): 627–33. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.11.048.

Smith, Hugh G., Gary J. Sheridan, Patrick N.J. Lane, and Leon J. Bren. 2011. 'Wildfire and Salvage Harvesting Effects on Runoff Generation and Sediment Exports from Radiata Pine and Eucalypt Forest Catchments, South-Eastern Australia'. *Forest Ecology and Management* 261 (3): 570–81. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.11.009.

Smith, RE., and D.F Scott. 1992. 'The Effects of Afforestation on Low Flows in Various Regions of South Africa'. *Water SA*, Springer Series in Statistics, , 185–94. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-0919-5_13.

Sorenson, Olav, and Lee Fleming. 2004. 'Science and the Diffusion of Knowledge'. *Research Policy* 33 (10): 1615–34. https://doi.org/10.1016/j.respol.2004.09.008.

Sotirov, Metodi, and Michael Memmler. 2012. 'The Advocacy Coalition Framework in Natural Resource Policy Studies — Recent Experiences and Further Prospects'. *Forest Policy and Economics* 16: 51–64. https://doi.org/10.1016/j.forpol.2011.06.007.

Soto, L., M. Galleguillos, O. Seguel, B. Sotomayor, and A. Lara. 2019. 'Assessment of Soil Physical Properties' Statuses under Different Land Covers within a Landscape Dominated by Exotic Industrial Tree Plantations in South-Central Chile'. *Journal of Soil and Water Conservation* 74 (1): 12–23. https://doi.org/10.2489/jswc.74.1.12.

Soto-Schönherr, Sylvia, and Andrés Iroumé. 2016. 'How Much Water Do Chilean Forests Use? A Review of Interception Losses in Forest Plot Studies: How Much Water Do Chilean Forests Use? Interception Losses Review'. *Hydrological Processes* 30 (25): 4674–86. https://doi.org/10.1002/hyp.10946.

Star, S., and J.R. Griesemer. 1989. 'Institutional Ecology, "Translations" and Boundary Objects: Amateurs and Professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-39'. *Social Studies of Science* 19 (3): 387–420.

Stehr, A., M. Aguayo, O. Link, O. Parra, F. Romero, and H. Alcayaga. 2010. 'Modelling the Hydrologic Response of a Mesoscale Andean Watershed to Changes in Land Use Patterns for Environmental Planning'. *Hydrology and Earth System Sciences* 14 (10): 1963–77. https://doi.org/10.5194/hess-14-1963-2010.

Stocking, S. Holly, and Lisa W. Holstein. 2009. 'Manufacturing Doubt: Journalists' Roles and the Construction of Ignorance in a Scientific Controversy'. *Public Understanding of Science* 18 (1): 23–42. https://doi.org/10.1177/0963662507079373.

Stolte, W. J., D. J. McFarlane, and R. J. George. 1997. 'Flow Systems, Tree Plantations, and Salinisation in a Western Australian Catchment'. *Soil Research* 35 (5): 1213. https://doi.org/10.1071/S96066.

Stoneman, G.L. 1993. 'Hydrological Response to Thinning a Small Jarrah (Eucalyptus Marginata) Forest Catchment'. *Journal of Hydrology* 150 (2–4): 393–407. https://doi.org/10.1016/0022-1694(93)90118-S.

Stromquist, Nelly P., and Anita Sanyal. 2013. 'Student Resistance to Neoliberalism in Chile'. *International Studies in Sociology of Education* 23 (2): 152–78. https://doi.org/10.1080/09620214.2013.790662.

Sudmeyer, R.A., and J.A. Simons. 2008. 'Eucalyptus Globulus Agroforestry on Deep Sands on the Southeast Coast of Western Australia: The Promise and the Reality'. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 127 (1–2): 73–84. https://doi.org/10.1016/j.agee.2008.03.003.

Sudmeyer, Robert A., and David J.M. Hall. 2015. 'Competition for Water between Annual Crops and Short Rotation Mallee in Dry Climate Agroforestry: The Case for Crop Segregation Rather than Integration'. *Biomass and Bioenergy* 73 (February): 195–208. https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2014.12.018.

SUN. 2022. '1859 - Stellenbosch University'. 2022. http://www0.sun.ac.za/100/en/timeline/1859/.

Supran, Geoffrey, and Naomi Oreskes. 2021a. 'Rhetoric and Frame Analysis of ExxonMobil's Climate Change Communications'. *One Earth* 4 (5): 696–719. https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.04.014.

———. 2021b. 'Supplemental Information. - Rhetoric and Frame Analysis of ExxonMobil's Climate Change Communications.' *One Earth* 4 (5): 696–719. https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.04.014.

Swyngedouw, Erik. 2009. 'The Political Economy and Political Ecology of the Hydro-Social Cycle'. *Journal of Contemporary Water Research & Education* 142 (1): 56–60. https://doi.org/10.1111/j.1936-704X.2009.00054.x.

Tabary, J. C. 1991. 'Hierarchy and Autonomy'. *International Journal of General Systems* 18 (3): 244–50. https://doi.org/10.1080/03081079108935148.

The British Empire Forestry Conference. 1920. 'The British Empire Forestry Conference'. *Nature* 105 (2650): 759–60. https://doi.org/10.1038/105759b0.

Thwaites, L.A., G.H. de Rooij, S. Salzman, G. Allinson, F. Stagnitti, R. Carr, V. Versace, S. Struck, and T. March. 2006. 'Near-Surface Distributions of Soil Water and Water Repellency under Three Effluent Irrigation Schemes in a Blue Gum (Eucalyptus Globulus) Plantation'. *Agricultural Water Management* 86 (1–2): 212–19. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2006.07.002.

Tironi, Manuel, and Javiera Barandiarán. 2014. '15 Neoloberalism as Political Technology: Expertise, Energy, and Democracy in Chile'. In , 305–29.

Tokugawa., Koichi. 1996. 'Control de Erosión y Forestación En Cuencas Hidrográficas de La Zona Semiárida de Chile. Manual de Tratamientos de

Control de Erosión. Proyecto Cuencas CONAF - JICA'. CONAF. https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/50806.

Toro, Sergio, and Macarena Valenzuela-Beltrán. 2018. 'Chile 2017: Ambiciones, Estrategias y Expectativas En El Estreno de Las Nuevas Reglas Electorales'. *Revista de Ciencia Política* 38.

Torres-Salinas, Robinson, Gerardo Azócar García, Noelia Carrasco Henríquez, Mauricio Zambrano-Bigiarini, Tatiana Costa, Bob Bolin, Robinson Torres-Salinas, et al. 2016. 'Forestry Development, Water Scarcity, and the Mapuche Protest for Environmental Justice in Chile'. *Ambiente & Sociedade* 19 (1): 121–44. https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc150134r1v1912016.

Trumper, Ricardo, and Patricia Tomic. 2016. 'The Chilean Way to Modernity: Private Roads, Fast Cars, Neoliberal Bodies'. In *Car Troubles. Critical Studies of Automobility and Auto-Mobility*, 179–94. London: Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315570846-18.

Tsing, A.L. 2015. *The Mushroom at the End of the World : On the Possibility of Life in Capitalist Ruins*. Princeton University Press.

Turner, John, Stanley P. Gessel, Marcia J. Lambert, John Turner, Stanley P. Gessel, and Marcia J. Lambert. 1999. 'Sustainable Management of Native and Exotic Plantations in Australia'. Edited by Edward C. Jensen. *New Forests*, Forestry Sciences, 18: 17–32. https://doi.org/10.1007/978-94-017-2689-4_24.

Turner, M. 2011. 'Production of Environmental Knowledge. Scientists, Complex Natures and the Question of Agency'. In *Knowing Natute. Conversations at the Intersection of Political Ecology and Sciences Studies*, 25–29. Chicago & London: The University Chicago Press.

UACH. 2022a. 'Doctorado En Ecosistemas Forestales y Recursos Naturales'. 2022. https://www.forestal.uach.cl/postgrado/doctorado-ciencias-forestales/index.php.

———. 2022b. 'Facultad'. 2022. https://www.forestal.uach.cl/facultad/index.php.

———. 2022c. 'La UACh En Cifras'. 2022. https://www.uach.cl/transparencia/principal/la-uach-en-cifras.

UAdel. 2022. 'The University of Adelaide. History Happens Here'. About the University of Adelaide | University of Adelaide. 2022. https://www.adelaide.edu.au/about/university-profile/history.

UCH. 2022a. 'Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza - Universidad de Chile'. 2022. http://forestal.uchile.cl/facultad.

———. 2022b. 'Tradición y liderazgo - Universidad de Chile'. 2022. http://www.uchile.cl/presentacion/hechos-y-cifras/categorias/tradicion-y-liderazgo.

———. 2022c. 'Universidad de Chile crea nueva carrera de pregrado: Ingeniería en Recursos Hídricos - Facultad de Ciencias Forestales y de la Conservación de la Naturaleza - Universidad de Chile'. 2022.

http://www.uchile.cl/noticias/186723/u-de-chile-crea-nueva-carrera-ingenieria-en-recursos-hidricos.
UCT. 2022. 'History Introduction | University of Cape Town'. 2022. https://www.uct.ac.za/main/about/history.
UdeC. 2022a. 'Descripción / Historia'. Forestal. 2022. http://www.forestal.udec.cl/inicio/facultad/descripcion-historia/.
———. 2022b. 'EULA | Equipo Humano'. 2022. http://www.eula.cl/centro-eula/equipo-humano/.
———. 2022c. 'Sobre la UdeC – Admisión 2022'. 2022. https://admision.udec.cl/sobre-la-udec/.
UDJ. 2022. 'Universidades En América'. Enciclopedia Historica y Biografica de La Universidad de Guadalajara. 2022. http://enciclopedia.udg.mx/articulos/universidades-en-america.
UMelb. 2021. 'The University of Melbourne. Our History'. About Us. 2021. https://about.unimelb.edu.au/our-history.
Undurraga, Tomás, Pedro Güell, and Mario Fergnani. 2022. '*"Supertanker Is a Hero, the Government a Villain"* : Politicization of Chile's 2017 Forest Fires in the Media'. *Cultural Sociology*, May, 174997552110676. https://doi.org/10.1177/17499755211067642.
UN-Forests. 2021. 'About Forests'. UNEP - UN Environment Programme -Forests. 17 April 2021. http://www.unep.org/explore-topics/forests/about-forests.
Unger, Jean-Pierre, Pierre De Paepe, Giorgio Solimano Cantuarias, and Oscar Arteaga Herrera. 2008. 'Chile's Neoliberal Health Reform: An Assessment and a Critique'. *PLOS Medicine* 5 (4): e79. https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0050079.
Universidad de Chile. 2008. 'Estado del Medio Ambiente en Chile 2008'.
UN-Water. 2021. 'UN World Water Development Report 2020'. UN-Water. 17 April 2021. https://www.unwater.org/publications/world-water-development-report-2020/.
USyd. 2022. 'A History of Thinking Forward'. The University of Sydney. 2022. https://www.sydney.edu.au/about-us/our-story/australias-first-university.html.
UTalca. 2020. 'Junta Directiva Aprueba Por Unanimidad Cierre de Facultad de Ciencias Forestales – UTalca'. 28 September 2020. https://www.utalca.cl/noticias/junta-directiva-aprobo-el-cierre-de-la-facultad-de-ciencias-forestales/.
———. 2022a. 'CTHA. Quienes somos – Universidad de Talca'. 2022. http://www.cuhs.utalca.cl/?page_id=121.
———. 2022b. 'University – UTalca'. 2022. https://www.utalca.cl/en/universidad/#historia.
Väisänen, Taneli, Antti Haapala, Reijo Lappalainen, and Laura Tomppo. 2016. 'Utilization of Agricultural and Forest Industry Waste and Residues in

Natural Fiber-Polymer Composites: A Review'. *Waste Management* 54 (August): 62–73. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.04.037.

Valderrama, Luz, Javier E. Contreras-Reyes, and Raúl Carrasco. 2018. 'Ecological Impact of Forest Fires and Subsequent Restoration in Chile'. *Resources* 7 (2): 26. https://doi.org/10.3390/resources7020026.

Van Lill, WS, FJ Kruger, and DB Van Wyk. 1980. 'The Effect of Afforestation with Eucalyptus Grandis Hill Ex Maiden and Pinus Patula Schlecht. et Cham. on Streamflow from Experimental Catchments at Mokobulaan, Transvaal'. *Journal of Hydrology* 48: 107–18.

Van Wilgen, Brian W, and Andrew Wannenburgh. 2016. 'Co-Facilitating Invasive Species Control, Water Conservation and Poverty Relief: Achievements and Challenges in South Africa's Working for Water Programme'. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 19 (April): 7–17. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2015.08.012.

Vargas, F., R. Rubilar, C. A. Gonzalez-Benecke, M. Sanchez-Olate, and Pablo Aracena. 2018. 'Long-Term Response to Area of Competition Control in Eucalyptus Globulus Plantations'. *New Forests* 49 (3): 383–98. https://doi.org/10.1007/s11056-017-9625-1.

Vargas Rona, Rodrigo. 1998. 'Ensayos de proyecto CONAF-JICA en San Pedro', no. 262 (July): 28–29.

Venugopal, Rajesh. 2015. 'Neoliberalism as Concept'. *Economy and Society* 44 (2): 165–87. https://doi.org/10.1080/03085147.2015.1013356.

Versace, V.L., D. Ierodiaconou, F. Stagnitti, and A.J. Hamilton. 2008. 'Appraisal of Random and Systematic Land Cover Transitions for Regional Water Balance and Revegetation Strategies'. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 123 (4): 328–36. https://doi.org/10.1016/j.agee.2007.07.012.

Vertessy, Robert A, Lu Zhang, and W R Dawes. 2003. 'Plantations, River Flows and River Salinity', 8.

Webb, Ashley A., and Brad W. Jarrett. 2013. 'Hydrological Response to Wildfire, Integrated Logging and Dry Mixed Species Eucalypt Forest Regeneration: The Yambulla Experiment'. *Forest Ecology and Management* 306 (October): 107–17. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.06.020.

Webb, Ashley A., Amrit Kathuria, and Lisa Turner. 2012. 'Longer-Term Changes in Streamflow Following Logging and Mixed Species Eucalypt Forest Regeneration: The Karuah Experiment'. *Journal of Hydrology* 464–465 (September): 412–22. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.07.034.

Weible, C., and D. Nohrstedt. 2012. 'The Advocacy Coalition Framework: Coalitions, Learning, and Policy Change'. In *Handbook of Public Policy*, Eduardo Araral, Scott Fritzen, Michael Howlett, M. Ramesh, Xun Wu, 552.

Weible, Christopher M., Paul A. Sabatier, and Kelly McQueen. 2009. 'Themes and Variations: Taking Stock of the Advocacy Coalition Framework'. *Policy Studies Journal* 37 (1): 121–40. https://doi.org/10.1111/j.1541-0072.2008.00299.x.

White, D. A., N. C. Turner, and J. H. Galbraith. 2000. 'Leaf Water Relations and Stomatal Behavior of Four Allopatric Eucalyptus Species Planted in Mediterranean Southwestern Australia'. *Tree Physiology* 20 (17): 1157–65. https://doi.org/10.1093/treephys/20.17.1157.

White, Don A., Christopher L. Beadle, Dale Worledge, and John L. Honeysett. 2016. 'Wood Production per Evapotranspiration Was Increased by Irrigation in Plantations of Eucalyptus Globulus and E. Nitens'. *New Forests* 47 (2): 303–17. https://doi.org/10.1007/s11056-015-9516-2.

White, Don A., Pablo Ramirez, Richard Silberstein, Francisco Balocchi, and Juan Jose Quiroga. 2018. 'Forest hydrology project in Bioforest - Briefing note'.

White, Don A., Richard P. Silberstein, Francisco Balocchi-Contreras, Juan Jose Quiroga, Dean F. Meason, João H.N. Palma, and Pablo Ramírez de Arellano. 2021. 'Growth, Water Use, and Water Use Efficiency of Eucalyptus Globulus and Pinus Radiata Plantations Compared with Natural Stands of Roble-Hualo Forest in the Coastal Mountains of Central Chile'. *Forest Ecology and Management* 501 (December): 119676. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119676.

White, Donald A., John F. McGrath, Michael G. Ryan, Michael Battaglia, Daniel S. Mendham, Joe Kinal, Geoffrey M. Downes, D. Stuart Crombie, and Mark E. Hunt. 2014. 'Managing for Water-Use Efficient Wood Production in Eucalyptus Globulus Plantations'. *Forest Ecology and Management* 331 (November): 272–80. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.08.020.

White, R. E., B. P. Christy, A. M. Ridley, A. E. Okom, S. R. Murphy, W. H. Johnston, D.L. Michalk, et al. 2003. 'SGS Water Theme: Influence of Soil, Pasture Type and Management on Water Use in Grazing Systems across the High Rainfall Zone of Southern Australia'. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 43 (8): 907. https://doi.org/10.1071/EA02239.

Whitehead, David, and Christopher L. Beadle. 2004. 'Physiological Regulation of Productivity and Water Use in Eucalyptus: A Review'. *Forest Ecology and Management* 193 (1–2): 113–40. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.01.026.

Wicht, C. L. 1945. 'Diurnal Fluctuations in Jonkershoek Streams Due to Evaporation and Transpiration'. *Journal of the South African Forestry Association*, 34–49.

Wikipedia. 2022. 'Estallido social'. In *Wikipedia, la enciclopedia libre*. https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Estallido_social&oldid=148130626.

World's Top Exports. 2022. 'Sawn Wood Exports by Country 2020'. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. https://www.worldstopexports.com/sawn-wood-exports-country/.

Wright, T. E., M. Tausz, S. Kasel, L. Volkova, A. Merchant, and L. T. Bennett. 2012. 'Edge Type Affects Leaf-Level Water Relations and Estimated Transpiration

of Eucalyptus Arenacea'. *Tree Physiology* 32 (3): 280–93. https://doi.org/10.1093/treephys/tps001.

WSL, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research. 2020. 'History - WSL'. 2020. https://www.wsl.ch/en/about-wsl/facts-and-figures/history.html.

YRA. 2022. 'CSIRO Yarralumla - Australian Forestry School - Yarralumla Residents Association'. 2022. https://www.yarralumlaresidents.org.au/planning-and-development/current/csiro-yarralumla-australian-forestry-school/.

Zavala, Lorena M., Arturo J.P. Granged, Antonio Jordán, and Gema Bárcenas-Moreno. 2010. 'Effect of Burning Temperature on Water Repellency and Aggregate Stability in Forest Soils under Laboratory Conditions'. *Geoderma* 158 (3–4): 366–74. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2010.06.004.

Zhang, L, W R Dawes, and G R Walker. 2001. 'Response of Mean Annual Evapotranspiration to Vegetation Changes at Catchment Scale'. *Water Resources Research* 37 (3): 701–8.

Zhang, Lu, W R Dawes, and G R Walker. 2001. 'Response of Mean Annual Evapotranspiration to Vegetation Changes at Catchment Scale'. *Water Resources Research* 37 (3): 701–8.

Zhang, Mingfang, Ning Liu, Richard Harper, Qiang Li, Kuan Liu, Xiaohua Wei, Dingyuan Ning, Yiping Hou, and Shirong Liu. 2017. 'A Global Review on Hydrological Responses to Forest Change across Multiple Spatial Scales: Importance of Scale, Climate, Forest Type and Hydrological Regime'. *Journal of Hydrology* 546 (March): 44–59. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2016.12.040.

Zolfaghar, Sepideh, Randol Villalobos-Vega, Melanie Zeppel, James Cleverly, Rizwana Rumman, Matthew Hingee, Nicolas Boulain, Zheng Li, and Derek Eamus. 2017. 'Transpiration of Eucalyptus Woodlands across a Natural Gradient of Depth-to-Groundwater'. *Tree Physiology* 37 (7): 961–75. https://doi.org/10.1093/treephys/tpx024.

Folio001944

Annex

Annex 1. Minimum widths and categories of the water protection buffer zones for waterbodies in general

Categorías	Temporalidad		Pendiente		
	Permanente	Temporales	<30%	30-45%	>45%
Manantiales, cuerpos de agua y cursos de agua *(sección de cauce > 0,5 m^2)*	X		10 m	20 m	30 m
Cursos de agua permanentes *(sección de cauce ≤ 0,5 m2)*	X		10 m	10 m	10 m
Quebrada con cauce *(sección de cauce ≤ 0,5 m2)*	X		5 m	10 m	10 m
		X	5 m	5 m	5 m
Humedales	X	X	10 m	10 m	10 m

Source: (CONAF 2017o). The second draft report of the forest plantation protocol, July 2017.

Annex 2. Minimum widths and categories of the water protection buffer zones for waterbodies supplying water for human consumption

Categorías	Pendiente		
	<30%	30-45%	>45%
Manantiales, cuerpos de agua y cursos de agua *(sección de cauce > 0,5 m^2)*	10 m	20 m	30 m
Cursos permanentes *(sección de cauce ≤ 0,5 m^2)*, cuerpos de agua, quebradas y humedales	10 m	10 m	10 m

Source: (CONAF 2017o). The second draft report of the forest plantation protocol, July 2017.

Annex 3. Minimum widths and categories of the water protection buffer zones for waterbodies in general

ANCHO MÍNIMO DE LA ZONA DE PROTECCIÓN			
Categoría	Ancho zona de protección general (m), según pendiente		
	< 30%	30 - 45%	> 45%
Humedales	10	20	30
Manantiales	10	20	30
Cuerpos de agua	10	20	30
Ríos y esteros permanente y temporal *(sección de cauce > 0,5 m^2)*	10	20	30
Estero permanente y temporal *(sección de cauce < 0,5 m^2)*	10	10	10
Quebrada permanente *(sección de cauce < 0,5 m^2)*	5	10	10
Quebrada no permanente *(sección de cauce < 0,5 m^2)*	5	5	5

Source: (CONAF 2017a). The final report of the forest plantation protocol, 24th August 2017.

Annex 4. Minimum widths and categories of the water protection buffer zones for waterbodies supplying water for human consumption

ANCHO MÍNIMO DE LA ZONA DE PROTECCIÓN EN LAS MICROCUENCAS HIDROGRÁFICAS ABASTECEDORAS DE AGUA			
Categoría	Ancho zona de microcuencas abastecedoras de agua (m), según pendiente		
	< 30%	30 - 45%	> 45%
Humedales	10	20	30
Manantiales	10	20	30
Cuerpos de agua	10	20	30
Ríos y esteros permanente y temporal *(sección de cauce > 0,5 m^2)*	10	20	30
Estero permanente y temporal *(sección de cauce < 0,5 m^2)*	10	10	20
Quebrada permanente *(sección de cauce < 0,5 m^2)*	10	10	20
Quebrada no permanente *(sección de cauce < 0,5 m^2)*	10	10	20

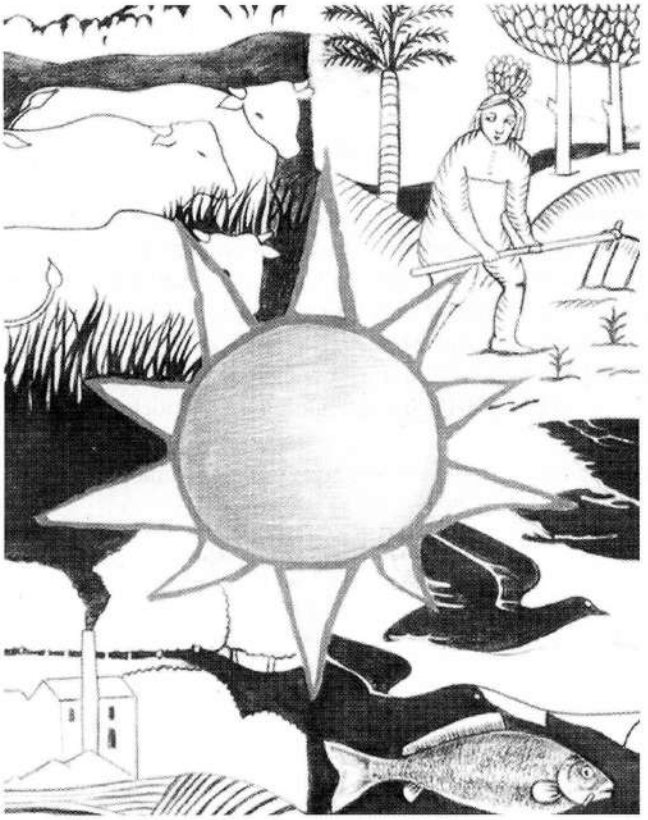
Source: (CONAF 2017a). The final report of the forest plantation, 24th August 2017.

Folio001947

DETERMINACION DE LA VEGETACION BOSCOSA ORIGINAL Y USO DEL SUELO DE ISLA DEL REY (VALDIVIA, CHILE)

Determination of the original wooded vegetation and land use of Isla del Rey (Valdivia, Chile)

Enrique Hauenstein[1-2], Patricio Rutherford[1] & Marcos González[2]



[1]Centro de Estudios Agrarios y Ambientales CEA, Casilla 164, Valdivia, Chile. Correo electrónico: cea@ceachile.cl.
[2]Facultad de Ciencias, Universidad Católica de Temuco. Casilla 15-D, Temuco, Chile. Correo electrónico: ehauen@uct.cl

Folio001948

RESUMEN

Con el objeto de restaurar el bosque original, mediante revisión bibliográfica, aplicación de la metodología fitosociológica de la Escuela Europea Zurich-Montpellier y fotointerpretación, se determinó la vegetación boscosa original y el uso actual del suelo de Isla del Rey en Valdivia, Chile. Se determinaron cuatro asociaciones boscosas: *Lapagerio-Aextoxiconetum punctatii, Nothofago-Eucryphietum cordifoliae, Notofago-Perseetum linguae* y *Blepharocalyo-Myrceugenietum exsuccae*. También se determinaron ocho clases de usos de suelo, de los cuales los más importantes son: plantaciones forestales, con un 50% de la superficie de la isla, renovales de bosque nativo, con un 25%, y praderas de uso agrícola o ganadero, con sólo un 8,4%.

Palabras claves: asociación, bosque valdiviano, fitosociología, restauración, uso de suelo.

ABSTRACT

By means of bibliographic review, phytosociological methodology from the European School Zurich–Montpellier and photointerpretation, the original wooded vegetation and land use of the Isla del Rey in Valdivia, Chile were determined, with the aim to recover the original forest. Four wooded associations were found: *Lapagerio-Aextoxiconetum punctatii, Nothofago-Eucryphietum cordifoliae, Nothofago-Perseetum linguae* and *Blepharocalyo-Myrceugenietum exsuccae*. Also eight land use types were determined; the more important uses were: forest plantation, with a 50% of the island area, schrub of native forest, with a 25%, and only 8.4% for agricultural use or stock-raising.

Key words: association, rainforest, phytosociology, restoration, land use.

Folio001949

INTRODUCCION

Uno de los grandes problemas ambientales del presente, tanto a nivel mundial como en nuestro país, es el sostenido deterioro del bosque nativo. Este se ha visto afectado por la acción indiscriminada del hombre que lo ha sobreexplotado, incendiado y talado, con el objeto de obtener tierras aptas para la agricultura o simplemente para la obtención de leña y otros productos (Ramírez 1982). De esta forma, en muchas zonas de Chile el bosque nativo prácticamente ha desaparecido o está confinado a sectores inaccesibles, mostrando un aspecto muy degradado, o bien, ha sido definitivamente reemplazado por plantaciones exóticas, principalmente de pino (*Pinus radiata* D. Don) y eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.).

En el sur de Chile la pluviselva valdiviana costera no ha sido la excepción, ya que se encuentra fuertemente degradada, dando paso a comunidades secundarias que, en suelos empobrecidos por el sobrepastoreo o por el monocultivo reiterado, son dominadas por malezas de muy difícil erradicación, como la zarzamora (*Rubus constrictus* Mueller et Lof.) y el espinillo o pica-pica (*Ulex europaeus* L.) que ocupan extensas áreas (Ramírez et al. 1988). Asimismo, autores como Ramírez (1982) indican que una vez realizada la tala del bosque nativo, éste puede ser reemplazado por cuatro comunidades secundarias: matorral de maqui, matorral de espinillo, praderas antropogénicas empobrecidas que sólo sirven para el pastoreo ovino, o bosques artificiales de pino insigne o eucalipto. De éstas, sólo el matorral de maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz) puede regenerar en forma natural el bosque original.

Lo anterior ha generado en el tiempo múltiples problemas ambientales, entre los que destacan: a) introducción de especies exóticas; b) pérdida de biodiversidad, tanto vegetal como animal; c) pérdida del recurso paisaje, y d) disminución del recurso hídrico.

Esta situación es muy notoria en Isla del Rey, en la comuna de Corral, Provincia de Valdivia, cuya masa boscosa fue utilizada principalmente para abastecer de leña tanto a la población aledaña como a los Altos Hornos del Puerto de Corral, importante industria siderúrgica que funcionó hasta el terremoto y maremoto de mayo de 1960. Por lo mismo, su vegetación actual corresponde fundamentalmente a monocultivos de pinos y eucaliptos, matorrales de espinillo y praderas antropogénicas empobrecidas de chépica y cadillo (*Agrostis capillaris* L. y *Acaena ovalifolia* R. et P.). La escasa vegetación boscosa nativa está confinada a pequeños remanentes ubicados en quebradas o lugares de difícil acceso (Hauenstein et al. 1980).

El presente trabajo se desarrolló en el marco del proyecto "Restauración del bosque valdiviano costero", y su objetivo fue determinar la vegetación boscosa original y el uso del suelo de la Isla del Rey. De esta forma, conociendo cuales eran las asociaciones originales del área en estudio y sabiendo su composición botánica, se puede señalar que especies plantar, para así dar inicio al programa de restauración de dichas comunidades boscosas, en el área sur-oeste de la isla.

MATERIAL Y METODOS

Area de estudio

La Isla del Rey (Fig. 1) se encuentra a 10 km en dirección S-W de la ciudad de Valdivia en los 39°54' S y 73°18' W. En su área norte está delimitada por el río Valdivia, mientras que el río Tornagalcones la rodea por la sección oeste, sur y sur-este. La parte nor-este de la isla está delimitada por el río Canteras, que corresponde a un brazo del río Futa anterior al encuentro de éste con el río Angachilla.

Folio001950

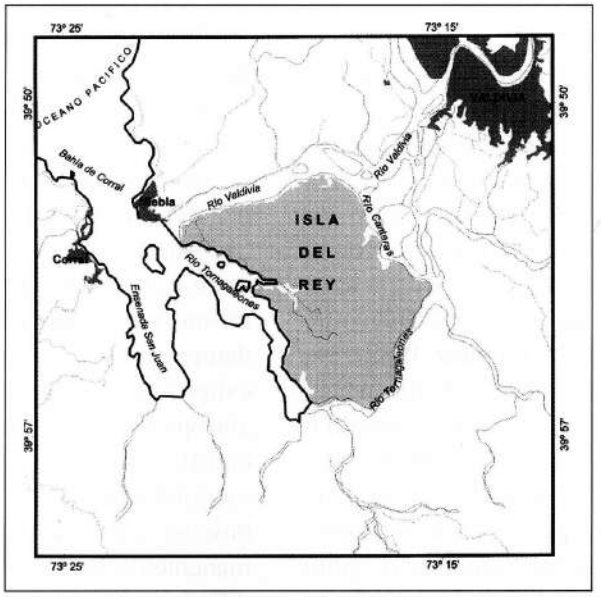


FIGURA 1. UBICACION GEOGRAFICA DE ISLA DEL REY.
Geographical location of Isla del Rey.

La isla posee una superficie total de 5.103,2 ha, distribuidas en diferentes clases de uso de suelo.

Hasta los inicios del siglo XX, el lugar estaba cubierto por un típico bosque valdiviano costero, característico por su riqueza de especies y la presencia de al menos cinco comunidades arbóreas siempreverdes, las que pueden estar presentes en ambas cordilleras, existiendo por lo tanto selva valdiviana de la costa y andina (Ramírez 1982).

Este bosque fue destruido y convertido en carbón vegetal para abastecer a los «Altos Hornos» y a la población allí existente (Hauenstein et al. 1980). Actualmente, los cerros que bordean la bahía y en particular la Isla del Rey carecen de bosques, salvo extensiones importantes de monocultivos de pino insigne (*Pinus radiata*) y de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) pertenecientes a algunas empresas forestales, renovales de bosque nativo, y en sectores bajos bosque pantanoso de mirtáceas. Asimismo, buena parte de su superficie está cubierta con malezas y matorrales de *Ulex europaeus*, cuya capacidad de colonización es bien conocida (Ramírez 1973). Este arbusto se ha propagado bastante haciendo uso de los suelos rojo arcillosos de la zona. El sustrato rocoso, presente principalmente en las riberas, está formado por piedra laja y cancagua, correspondiendo esta última a tobas fluviales de origen reciente (Illies 1960).

Por no existir una estación meteorológica en el lugar, la información climática obtenida corresponde a las estaciones de Valdivia y Punta Galera ubicada al sur de Corral. Según Di Castri & Hajek (1976) la zona presenta un clima oceánico con influencia mediterránea. Almeyda & Sáez (1958) indican la ausencia de períodos de sequía, siendo la temperatura media anual unos 12°C. La precipitación media anual en Valdivia es de 2.350 mm y 2.077 mm en Punta Galera (Hajek & Di Castri 1975).

MATERIALES Y METODOS

En diciembre de 1995, durante tres días, se realizaron colectas intensivas y relevamientos para inventarios fitosociológicos, tanto en la

Folio001951

parcela de propiedad del Centro de Estudios Agrarios y Ambientales (CEA) como en sectores aledaños a ésta, ubicados en el área sur de la isla (Fig. 1), abarcando un área de aproximadamente 10 ha.

La clasificación, nomenclatura y origen fitogeográfico de las especies se basó en Marticorena & Quezada (1985) y en Matthei (1995).

Los relevamientos fitosociológicos realizados fueron solamente nueve, debido fundamentalmente a los escasos remanentes de bosque nativo presentes en el área sur-oeste muestreada. Estos se realizaron de acuerdo a la metodología europea (Braun-Blanquet 1964), explicitada por Ramírez & Westermeier (1976), y permiten determinar asociaciones vegetales además de la cobertura, frecuencia y valor de importancia de cada especie, de acuerdo al criterio señalado por Wikum & Shanholtzer (1978). La superficie de cada una de las parcelas fue de 200 m^2.

Las cartas de uso de suelo se generaron en base a bibliografía, fotointerpretación, trabajo de campo y de laboratorio, identificándose el uso del suelo mediante la metodología propuesta por UNESCO (1985).

RESULTADOS Y DISCUSION

Al analizar las Tablas 1 y 2, que muestran la fitosociología del lugar, es posible deducir de ellas, especialmente de la Tabla 2, que las especies con mayores valores de importancia, es decir que presentan una alta cobertura y frecuencia, son el laurel (*Laurelia sempervirens* (R. et P.), coihue (*Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerts), olivillo (*Aextoxicon punctatum* R. et P.), tepa (*Laureliopsis philippiana* (Looser) Schodde) y espinillo (*Ulex europaeus*), esta última maleza ha invadido fuertemente el área. Asimismo, la Tabla 1 incluye un total de 81 especies, siendo los inventarios 3, 6 y 8 los que presentan mayor riqueza, indicando seguramente su condición más prístina.

En dichas Tablas se puede apreciar también la presencia de al menos tres comunidades boscosas:

a) Bosque de olivillo: inventarios 3, 5 y 8.
b) Bosque de coihue-ulmo: inventario 2.
c) Bosque de roble-laurel-lingue: inventarios 1, 4, 6 y 7.

El inventario 9 corresponde al matorral de espinillo (*Rubo-Ulicetum* Hildebrand 1983) que es abundante en la isla y en el cual destacan dos arbustos introducidos: el espinillo, que predomina, y la zarzamora (*Rubus constrictus*). Esta comunidad arbustiva se caracteriza generalmente por ocupar suelos empobrecidos, lo que indica que éstos han tenido con seguridad un uso agrícola intensivo. Asimismo, el espinillo y la zarzamora son dos malezas muy difíciles de erradicar debido a la presencia de lignotúber y rizomas (Ramírez et al. 1988). Debido a esto, la tarea de restaurar los sectores invadidos por éstas hace la labor aún más costosa.

El bosque de olivillo (*Lapageria-Aextoxiconetum punctatii* Oberdorfer 1960) se descubre en los inventarios antes señalados, principalmente por la presencia de tepa, del helecho palmita (*Blechnum mochaenum* Kunkel), del musgo lana del pobre (*Rigodium implexum*), que habita suelto en el piso del bosque, y de abundante copihue (*Lapageria rosea* R. et P.) planta trepadora y flor nacional, que son especies características de esta asociación. Es un bosque perennifolio, higrófilo y termófilo que ocupa de preferencia las quebradas de exposición sur o el fondo de éstas; pertenece a la formación bosque higrófilo templado o también llamada pluviselva valdiviana costera (Ramírez 1982; Ramírez et al. 1989b). Según Godoy et al. (1981) en este bosque es posible encontrar hasta 27 especies de helechos, en nuestros inventarios censamos sólo ocho, lo que es una clara señal de su estado de alteración antrópica.

El bosque de coihue-ulmo (*Nothofago-*

TABLA 1. TABLA FITOSOCIOLOGICA INICIAL DE LA VEGETACION LEÑOSA DE ISLA DEL REY. F = Frecuencia absoluta, Fr = Frecuencia relativa, C = Cobertura absoluta, Cr = Cobertura relativa, VI = Valor de Importancia.

Initial phitososological table of the wooded vegetation of Isla del Rey. F= absolute frecuency, Fr= relative frecuency, C= absolute cover, Cr= relative cover, VI= importance value.

Número de especies	32	29	39	35	37	44	34	39	10					
Altitud (msm)	95	100	50	100	90	100	110	95	100					
Exposición	S-E	N-O	N-O	N-O	E	S	S	S	S-E					
ESPECIES/INVENTARIOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F	Fr	C	Cr	VI
Nothofagus dombeyi	30	60				30		5		4	1,35	125	12,2	13,6
Laurelia sempervirens	50	+		20	20	10	30	30		7	2,36	161	15,8	18,1
Rhaphithamnus spinosus	5		+	+	5	5	+	+		7	2,36	19	1,86	4,2
Podocarpus saligna	+	5	+	+	5	+	5	+		8	2,69	20	1,96	4,7
Amomyrtus luma	+	+				+				3	1,01	3	0,29	1,3
Acrisione denticulata	+							+		2	0,67	2	0,2	0,9
Gevuina avellana	+	+	+	5		+		+		6	2,02	10	0,98	3,0
Aristotelia chilensis	+		+	+	+	+	+	+		7	2,36	7	0,69	3,0
Pseudopanax valdiviensis	+	+	+	+	10	+	+	+		8	2,69	17	1,67	4,4
Mitraria coccinea	+		+			+		+		4	1,35	4	0,39	1,7
Lapageria rosea	+	+	+	+	+	+	+	+		8	2,69	8	0,78	3,5
Tristerix corymbosus	+							+		2	0,67	2	0,2	0,9
Fuchsia magellanica	+									1	0,34	1	0,1	0,4
Rubus constrictus	+	+		+	+		+		5	6	2,02	10	0,98	3,0
Megalastrum spectabilis	+									1	0,34	1	0,1	0,4
Lomatia dentata	+	+	+	+	+	5	+	+		8	2,69	12	1,18	3,9
Luzuriaga radicans	+	+	+	+	+	+	+	+		8	2,69	8	0,78	3,5
Boquila trifoliolata	+	+	+	+	+	+	+	+		8	2,69	8	0,78	3,5
Jovellana violacea	10							+		2	0,67	11	1,08	1,8
Cissus striata	+		+	+	+	+	+	+		7	2,36	7	0,69	3,0
Luma apiculata	+	+	+	10	10	5	5	5		8	2,69	38	3,72	6,4
Blechnum hastatum	+		+	+	+	+	+	+	+	8	2,69	8	0,78	3,5
Drimys winteri	+		+	+	10	10	10	+		7	2,36	34	3,33	5,7
Elytropus chilensis	+					+				2	0,67	2	0,2	0,9
Uncinia erinacea	+	+	+	+	+	+		+		7	2,36	7	0,69	3,0
Nertera granadensis	+		+	+	+	+	+	+		7	2,36	7	0,69	3,0
Acaena ovalifolia	+						+			2	0,67	2	0,2	0,9
Ranunculus repens	+	+		+	+	+				5	1,68	5	0,49	2,2
Leptocarpha rivularis	5				+					2	0,67	6	0,59	1,3
Lophosoria quadripinnata	+							+		2	0,67	2	0,2	0,9
Prunella vulgaris	+	+		+	+	+	+	+		7	2,36	7	0,69	3,0
Greigia sphacelata	+	+	+	+		+	30	5		7	2,36	40	3,92	6,3
Laureliopsis philippiana		5	30	+	10		10	40		6	2,02	96	9,4	11,4
Aextoxicon punctatum		10	40	5	25	15	10	5		7	2,36	110	10,8	13,1
Ovidia pillopillo		+		10	+	+	+	+		6	2,02	15	1,17	3,5
Pseudopanax laetevirens		+				+		+		3	1,01	3	0,29	1,3
Polypodium feuillei		+				+		+		3	1,01	3	0,39	1,3

Folio001953

Continuación Tabla 1
Continuation Table 1

ESPECIES/INVENTARIOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	F	Fr	C	Cr	VI
Grammitis magellanica		+								1	0,34	1	0,1	0,4
Agrostis capillaris		10		+	+	+	+		10	6	2,02	24	2,35	4,4
Trifolium repens		+								1	0,34	1	0,1	0,4
Osmorhiza chilensis		+	+		+	+				4	1,35	4	0,39	1,7
Hymenophyllum tortuosum		+	+		+		+	+		5	1,68	5	0,49	2,2
Cirsium vulgare		+	+			+				3	1,01	3	0,29	1,3
Leontodon taraxacoides		+	+						+	3	1,01	3	0,29	1,3
Relbunium hypocarpium		+	+	+	+	+				5	1,68	5	0,49	2,2
Ulex europaeus			+	+	+	+			65	5	1,68	69	6,76	8,4
Amomyrtus meli			+	+	+	+	+			5	1,68	5	0,49	2,2
Hymenoglossum cruentum			+		+					2	0,67	2	0,2	0,9
Fascicularia bicolor			+							1	0,34	1	0,1	0,4
Viola rubella			+		+	+	+	+		5	1,68	5	0,49	2,2
Lomatia ferruginea			+		+	5		+		4	1,35	8	0,78	2,1
Myrceugenia planipes			+							1	0,34	1	0,1	0,4
Solanum cyrtopodium			+	+	+		+			4	1,35	4	0,39	1,7
Blechnum magellanicum			+					+		2	0,67	2	0,2	0,9
Chusquea quila			+	+		+		+		4	1,35	4	0,39	1,7
Hymenophyllum caudiculatum			+							1	0,34	1	0,1	0,4
Hymenophyllum fuciforme			+	+						2	0,67	2	0,2	0,9
Sarmienta scandens			+							1	0,34	1	0,1	0,4
Uncinia phleoides			+				+			2	0,67	2	0,2	0,9
Rigodium implexum			+		+					2	0,67	2	0,2	0,9
Hydrocotyle poeppigii				+	+	+		+		4	1,35	4	0,39	1,7
Lotus uliginosus				+			+			2	0,67	2	0,2	0,9
Hypochaeris radicata				+		+	+		+	4	1,35	4	0,39	1,7
Carex sp.				+	+					2	0,67	2	0,2	0,9
Viola sp.				+						1	0,34	1	0,1	0,4
Embothrium coccineum					+					1	0,34	1	0,1	0,4
Luzuriaga polyphylla					+			+		2	0,67	2	0,2	0,9
Digitalis purpurea						+				1	0,34	1	0,1	0,4
Blechnum mochaenum						+		+		2	0,67	2	0,2	0,9
Chloraea heteroglossa						+	+			2	0,67	2	0,2	0,9
Rhamnus diffusus						+	+			2	0,67	2	0,2	0,9
Ugni molinae						+				1	0,34	1	0,1	0,4
Bromus catharticus						+				1	0,34	1	0,1	0,4
Eucryphia cordifolia							10	5		2	0,67	15	1,47	2,1
Sophora microphylla							+			1	0,34	1	0,1	0,4
Libertia tricocca							+			1	0,34	1	0,1	0,4
Azara lanceolata								+		1	0,34	1	0,1	0,4
Holcus lanatus									+	1	0,34	1	0,1	0,4
Rumex acetosella									+	1	0,34	1	0,1	0,4
Gamochaeta americana									+	1	0,34	1	0,1	0,4
Centaurium pulchellum									+	1	0,34	1	0,1	0,4

Folio001954

TABLA 2. TABLA FITOSOCIOLOGICA DE ISLA DEL REY, ORDENADA POR VALORES DE IMPORTANCIA Y POR AFINIDAD DE INVENTARIOS. (A = *Nothofago-Eucryphietum*; B = *Nothofago-Perseetum*; C = *Lapagerio- Aextoxiconetum*; D = *Rubo-Ulicetum*).

Phitosociological table of Isla del Rey, listed by importance values and inventory affinities.

	A	B				C			D	
ESPECIES/INVENTARIOS	2	1	4	6	7	3	5	8	9	VI
Laurelia sempervirens	+	50	20	10	30		20	30		18,1
Nothofagus dombeyi	60	30		30				5		13,6
Aextoxicon punctatum	10		5	15	10	40	25	5		13,1
Laureliopsis philippiana	5		+		10	30	10	40		11,4
Ulex europaeus			+	+		+	+		65	8,4
Luma apiculata	+	+	10	5	5	+	10	5		6,4
Greigia sphacelata	+	+	+	+	30	+		5		6,3
Drimys winteri		+	+	10	10	+	10	+		5,7
Podocarpus saligna	5	+	+	+	5	+	5	+		4,7
Agrostis capillaris	10		+	+	+		+		10	4,4
Pseudopanax valdiviensis	+	+	+	+	+	+	10	+		4,4
Rhaphithamnus spinosus		5	+	5	+	+	5	+		4,2
Lomatia dentata	+	+	+	5	+	+	+	+		3,9
Ovidia pillopillo	+		10	+	+		+	+		3,5
Lapageria rosea	+	+	+	+	+	+	+	+		3,5
Luzuriaga radicans	+	+	+	+	+	+	+	+		3,5
Boquila trifoliolata	+	+	+	+	+	+	+	+		3,5
Blechnum hastatum		+	+	+	+	+	+	+	+	3,5
Aristotelia chilensis		+	+	+	+	+	+	+		3,0
Cissus striata		+	+	+	+	+	+	+		3,0
Uncinia erinacea	+	+	+	+		+	+	+		3,0
Nertera granadensis		+	+	+	+	+	+	+		3,0
Prunella vulgaris	+	+	+	+	+		+	+		3,0
Gevuina avellana	+	+	5			+	+	+		3,0
Rubus constrictus	+	+	+		+		+		5	3,0
Ranunculus repens	+	+	+	+			+			2,2
Hymenophyllum tortuosum	+				+	+	+	+		2,2
Relbunium hypocarpium	+		+	+		+	+			2,2
Amomyrtus meli			+	+	+	+	+			2,2
Viola rubella				+	+	+	+	+		2,2
Eucryphia cordifolia					10			5		2,1
Lomatia ferruginea				5		+	+	+		2,1
Jovellana violacea		10						+		1,8

Eucryphietum cordifoliae Oberdorfer 1960) aparece muy nítido en el inventario 2 y algo más difuso en los inventarios 1 y 6, donde se aprecia que está mezclado con el bosque de roble. También es un bosque higrófilo templado, perennifolio, rico en especies leñosas (Ramírez 1982), siendo el coihue una especie colonizadora. Destacan en esta asociación dos helechos epífitos: *Grammitis magellanica* A.N. Desv. y *Polypodium feuillei* Bert., aunque en la mayoría de los inventarios no aparece el ulmo (*Eucryphia cordifolia* Cav.), especie melífera también característica de esta asociación y de gran valor dendroenergético (Montenegro 2000). Pensamos que éste ha sido cortado selectivamente y diezmado en forma notoria, especialmente para la obtención de leña. Esta especie, junto al roble (*Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst.), debe haber abastecido en el pasado los Altos Hornos del Puerto de Corral, como lo mencionan Hauenstein et al. (1980).

Según Godoy et al. (1981) este bosque es uno de los más abundantes en helechos, pudiendo llegar a tener 35 especies. En nuestros inventarios censamos sólo seis, lo que demuestra el fuerte impacto antrópico sobre la masa boscosa del lugar, ya que el área que ocupa esta comunidad es muy reducida.

Por su parte el bosque de roble-laurel-lingue (*Nothofago-Perseetum linguae* Oberdorfer 1960) es una comunidad más mesófita que las anteriores y parcialmente caducifolia, pertenece al bosque caducifolio templado (Ramírez 1982). Se encuentra preferentemente en las zonas más expuestas y se extiende, por el valle longitudinal, desde Malleco a Llanquihue (Hauenstein et al. 1988a, San Martín et al. 1991). Llama la atención de que en ninguno de los inventarios realizados aparecieran dos de las especies principales: el roble y el lingue, no así el laurel que es abundante y de fácil regeneración a partir de tocón. La explicación a esta situación se debe seguramente también al hecho de que ambas especies fueron cortadas selectivamente en el pasado, el roble para leña y el lingue para mueblería o para extraer el tanino de su corteza, sustancia utilizada en la curtiembre de cueros. En todo caso, la seguridad de que este bosque es uno de los originales en la isla no está en duda, ya sea por la composición florística apreciada en los inventarios o porque ejemplares de ambas especies fueron visualizados a orillas del río Tornagaleones. Esto reafirma la presencia de esta comunidad boscosa y explica que la ausencia en los inventarios de estas dos especies se debe con seguridad a los motivos señalados con anterioridad.

Es necesario indicar también que, a pesar de que no se realizaron inventarios en algunas zonas semi pantanosas del fondo de quebradas, se pudo apreciar con claridad allí la presencia de «Hualves» o bosquetes de temo y pitra (*Blepharocalyo-Myrceugenietum exsuccae* Oberdorfer 1960), comunidad de características azonales, que depende más de las condiciones de humedad edáfica que de otro factor ambiental, bastante común en el sur de Chile, de una gran riqueza de especies pero de menor valor económico y fisionómico que las anteriores (Ramírez 1982, Ramírez et al. 1983, San Martín et al. 1988). Estos bosques pantanosos son además un hábitat importante para el huillín o nutria de río (*Lontra provocax* (Thomas, 1908), especie en peligro de extinción.

Al revisar el estado de conservación de las especies arbóreas de estas comunidades (Benoit 1989), éstas no presentan problemas de conservación para la región valdiviana, pero sí algunas como el lingue (*Persea lingue* (R. et P.) Ness), roble y ulmo para el lugar estudiado.

Aunque en este trabajo no se entrega un catálogo sobre la flora del lugar, al revisar y caracterizar las especies que aparecen en los inventarios, más otras colectadas al azar, se pueden señalar los siguientes comentarios de orden general:

Folio001956

1. En los sectores muestreados en la Isla del Rey se determinaron 92 especies de plantas vasculares, más dos especies de plantas inferiores de gran notoriedad en el bosque, como el liquen «barba de viejo» (*Protousnea* sp.) y el musgo «lana del pobre» (*Rigodium implexum*). Este último vive suelto sobre el piso de bosques muy húmedos, como el bosque de olivillo. El alto número de especies, en consideración al área muestreada, indica la riqueza florística del lugar (Ramírez et al. 1989a).

2. De las 92 especies vasculares determinadas, 12 correspondieron a helechos (Pteridófitos), especies generalmente higrófilas y cuyo hábitat preferencial es el bosque (Godoy et al. 1981). Sólo dos corresponden a gimnospermas (Pinophyta), de las cuales una es nativa, el mañío de hoja larga (*Podocarpus saligna* D. Don), y otra introducida, el pino insigne; el resto corresponde a angiospermas (Magnoliophyta).

3. Al revisar los trabajos de Hauenstein et al. (1980) y de Godoy et al. (1981), el primero de ellos destaca la paulatina disminución de la flora del lugar especialmente la Pteridofítica, ya que para la Bahía de Corral, de 52 especies descritas en el año 1948, éstas disminuyen a 31 el año 1980, y al comparar estos valores con las 12 especies del lugar muestreado, obviamente es un valor muy bajo. Por su parte, en el segundo trabajo se describen 47 especies de helechos que viven asociados a los bosques de la Décima Región de Chile. De lo anterior se deduce entonces la importancia y necesidad de mantener y recuperar las comunidades vegetales boscosas originales del área.

4. Es destacable la presencia de algunas especies nativas relativamente escasas o novedosas, como la violeta arbustiva (*Viola rubella* Cav.), el calle-calle (*Libertia tricocca* Phil.), una orquídea (*Chloraea heteroglossa* Reichenb.) y el quilmay (*Elytropus chilensis* (DC.) Muell.), un fanerófito trepador. Todas estas especies se pueden conservar y recuperar junto con el bosque. En abundancia se encuentran el capachito arbustivo (*Jovellana violacea* (Cav.) G. Don), cuya distribución se menciona sólo para la zona costera entre Concepción y Arauco (Hoffmann 1982), por lo cual estaríamos ante una especie cuyo rango de distribución sería mayor al mencionado, aumentando hacia el sur en aproximadamente 300 km. La otra especie notoria es la huella (*Corynabutilon vitifolium* (Cav.) Kearney), arbusto o arbolito característico de sectores despejados en la zona valdiviana.

5. La forma de vida más abundante es la fanerofítica (63,0%) seguida por los hemicriptófitos (30,4%); esto se explica por las condiciones de alta pluviosidad de la región, lo que permite el predominio de la vegetación leñosa. Los hemicriptófitos por su parte indican más bien la presencia del hombre, es decir, un cierto grado de intervención antrópica. En cambio, los camćfitos y terófitos son escasos ya que representan climas fríos y áridos respectivamente (Ramírez 1988).

6. El origen fitogeográfico de las especies señala que las especies nativas (82,6%) superan a las introducidas (17,4%). Esto indica que las quebradas y pequeños sectores donde quedan remanentes del bosque original, y que fueron los lugares donde se realizaron los inventarios, están bastante prístinos en su composición florística aunque deteriorados en su estructura (Hauenstein et al. 1988b). Este es un buen elemento para discernir sobre lo representativo de los rodales boscosos existentes en la isla, para definir con certeza sus comunidades boscosas originales.

De acuerdo al estudio de uso de suelo, los renovales del bosque nativo en toda la isla ocupan una superficie levemente superior al 25%. Según las categorías utilizadas en el proyecto "Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile" (CONAF-CONAMA 1999), la Isla del Rey posee ocho clases de uso de suelo distribuidas según la Tabla 3.

Folio001957

TABLA 3. DISTRIBUCION DE SUPERFICIES PARA LAS CATEGORIAS DE USO DE SUELO EN ISLA DEL REY (Fuente: CONAF-CONAMA 1999).

Area distribution for land use categories in Isla del Rey.

Uso de suelo	Superficie	
	ha	%
Pradera	428,7	8,4
Matorral pradera	67,7	1,3
Matorral	290,5	5,7
Matorral arborescente	168,0	3,3
Plantación forestal	2.564,0	50,2
Bosque nativo	1.303,0	25,5
Bosque mixto	120,3	2,4
Humedal	161,0	3,2
Total	5.103,2	100

La mitad de la superficie de Isla del Rey (2.564 ha) corresponde a plantaciones forestales de *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*, y solamente un cuarto de la superficie total corresponde a bosque nativo (1.303 ha). Las categorías correspondientes a matorrales suman 526,2 ha y sólo 428,7 ha (8,4%) corresponden a praderas de uso agrícola o ganadero. En términos de estructura y cobertura de bosque nativo (Tabla 4) dominan los renovales, de ellos 1.068,5 ha (82 % del bosque nativo) son de cobertura media (50 – 75% de cobertura de copas proyectadas al suelo), existen 86,1 ha (6,6% del total de bosque nativo) correspondientes a una categoría de mezcla entre bosque adulto y renoval, con cobertura abierta (menor a 50%). Esta categoría se refiere a un mosaico de situaciones de renoval y bosque adulto, no correspondiendo a una situación intermedia de sucesión vegetal.

TABLA 4. SUPERFICIES DE BOSQUE NATIVO EN ISLA DEL REY.

Native forest area in Isla del Rey.

Bosque nativo	Superficie	
	ha	%
Renoval denso	94,2	7,2
Renoval semidenso	1.068,5	82,0
Renoval abierto	54,2	4,2
Adulto/renoval abierto	86,1	6,6
Total	1.303,0	100

En la isla, el bosque nativo se distribuye en dos tipos forestales, divididos en tres subtipos caracterizados en CONAF-CONAMA (1999) y en el trabajo de Donoso (1981). Ellos corresponden al de roble-raulí-coihue (subtipo coihue) y siempreverde (subtipos renoval de canelo y siempreverde). Para el primer caso, existen 257 ha distribuidas principalmente en renovales semidensos, mientras que el tipo siempreverde se concentra principalmente en el subtipo siempreverde con cobertura semidensa (Tabla 5).

TABLA 5. TIPOS FORESTALES DE BOSQUE NATIVO EN ISLA DEL REY.

Forest types of native forest in Isla del Rey.

Tipo forestal, subtipo	Renoval			Adulto/renoval	
	denso	semidenso	abierto	abierto	Total
Roble-Raulí-Coihue, Coihue	94,2	163,6			257,8
Siempreverde, Renoval de Canelo		79,9	54,2		134,1
Siempreverde, Siempreverde		825,0		86,1	911,1
Total	94,2	1.068,5	54,2	86,1	1.303,0

Folio001958

La isla posee dos áreas de topografía montañosa (Fig. 2), una al nor-este de la isla y la otra al sur, esta última posee la cota máxima con 325 msm, en el áea conocida como Montañas de Pilhuita. Estas áreas están preferentemente cubiertas con plantaciones forestales (Fig. 3), las que además están presentes en todos los rangos de altitud (Tabla 6).

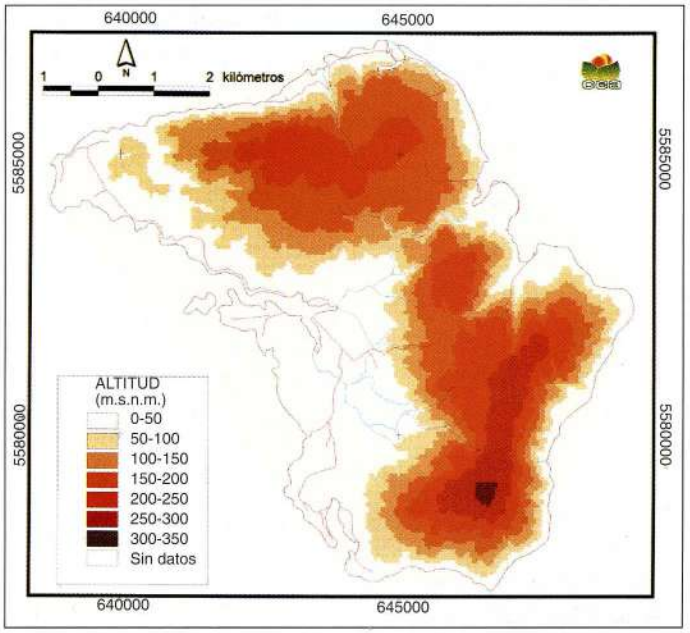


FIGURA 2. MAPA DE ALTITUD DE ISLA DEL REY.

Altitud map of Isla del Rey.

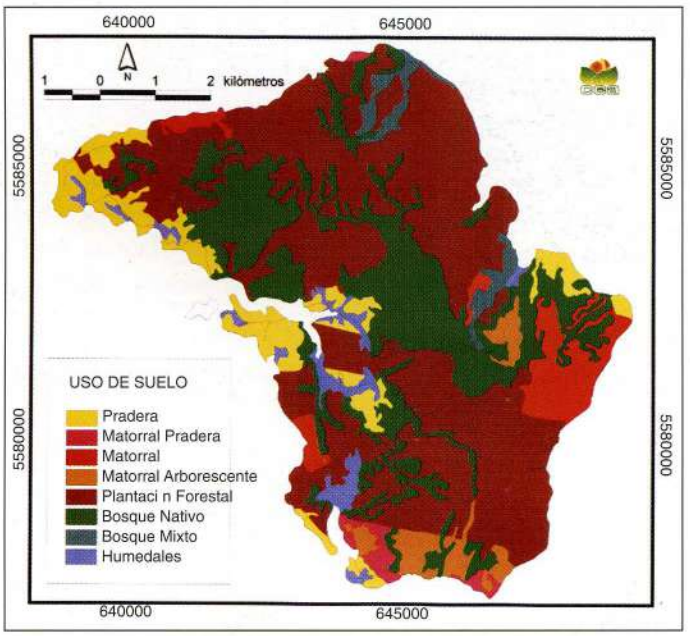


FIGURA 3. MAPA DE USO DE SUELO DE ISLA DEL REY.

Land use map of Isla del Rey.

Folio001959

TABLA 6. DISTRIBUCION DEL USO DE SUELO POR CLASES DE ALTITUD. (B.N. = Bosque nativo).

Land use by altitud class (B.N.= native forest).

Uso de suelo	Clases de altitud (msm)							Total
	0-50	50-100	100-150	150-200	200-250	250-300	300-350	
Pradera	415,2	10,8	2,4					428,4
Matorral pradera	40,4	26,4	1,0					67,8
Matorral	90,3	47,2	42,9	47,7	50,3	12,1		290,5
Matorral arborescente	40,3	31,7	35,0	33,9	23,4	3,7	0	168,0
Plantación forestal	665,3	375,1	385,3	515,1	430,4	180,3	12,4	2.563,9
B.N. renoval denso			2,2	47,2	44,1	0,6		94,1
B.N. Renoval semidenso	334,8	221,9	190,7	176,7	114,2	29,2	0,7	1.068,2
B.N. Renoval abierto	52,7	1,7						54,4
B.N. Adulto/Renoval abierto	3,3	12,6	29,3	31,0	9,9			86,1
Bosque mixto	24,8	21,8	17,4	43,3	12,6			119,9
Humedal	160,8							160,8
Total	1.827,9	749,2	706,2	894,9	684,9	225,9	13,1	5.102,1

Los remanentes de bosque nativo se concentran en la porción central de la isla, en terrenos de mediana altitud y piedemonte, asociándose además a los cursos de agua existentes. Los usos de praderas agrícolas se presentan preferentemente en la vertiente sur-oeste de la isla, en sectores de terrenos bajos y junto a los humedales del río Tornagaleones (Tabla 6).

CONCLUSIONES

1.- En Isla del Rey existen cuatro asociaciones boscosas nativas: bosque de olivillo, de coihue- ulmo, de roble-laurel-lingue y de temo-pitra.

2.- En el área inventariada se determinaron 92 especies de plantas vasculares, distribuidas en 12 pteridófitos, dos gimnospermas y 78 angiospermas.

3.- Desde el punto de vista de los tipos forestales, éstos corresponden a dos tipos: roble-raulí-coihue, subtipo coihue, y siempreverde con dos subtipos, renoval de canelo y siempreverde.

4.- Estas comunidades, en distintos grados de desarrollo, ocupan aproximadamente el 25% de la superficie total de la isla, en contraposición de las plantaciones exóticas que superan el 50%. Alrededor de un 10% corresponde a matorrales, donde predominan malezas de muy difícil erradicación, como el espinillo y la zarzamora, que limitan el uso de los suelos fuertemente empobrecidos, y que además restan valor fisionómico al paisaje. Sólo un 8,4% corresponde a terrenos destinados a la actividad agropecuaria.

5.- Los remanentes de bosques existentes presentan una fuerte alteración antrópica; a pesar de ello mantienen algunas especies de interés botánico que es conveniente conservar.

6.- Es necesario restaurar las asociaciones

boscosas del lugar con el objetivo de recuperar tanto la flora particular de cada una de ellas, como también su fauna asociada. Esto puede ser utilizado en el futuro como una herramienta de desarrollo de los habitantes del lugar, como por ejemplo, a través de programas de ecoturismo.

7.- En Chile existen numerosos proyectos de reforestación, pero escasos de restauración del bosque nativo con criterios fitosociológicos y ecosistémicos. Restaurar el bosque implicará aumentar la biodiversidad, mejorar la calidad paisajística, aumentar el atractivo turístico y recuperar los cursos de agua. La idea de restauración con criterio fitosociológico es con el fin de recuperar las asociaciones vegetales con todo su componente florístico.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue posible gracias al proyecto Restauración del bosque valdiviano costero, ejecutado por el CEA y financiado por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PPS/GEF/PNUD) y el Fondo de las Américas.

LITERATURA CITADA

ALMEYDA E & F SAEZ (1958) Recopilación de datos climáticos de Chile y mapas sinópticos respectivos. Ministerio de Agricultura, Dirección General de Producción Agraria y Pesquera.

BENOIT I L (Ed.) (1989) Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile. CONAF. Santiago, Chile.

BRAUN-BLANQUET J (1964) Pflanzensoziologie-Grundzuge der Vegetationskunde. Springer Verlag, Wien.

CONAF-CONAMA (1999) Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile. Proyecto CONAF-CONAMA-BIRF. Santiago.

DI CASTRI F & E HAJEK (1976) Bioclimatología de Chile. Vicerrectoría Académica, Universidad Católica de Chile.

DONOSO C (1981) Tipos forestales de los bosques nativos de Chile. FAO/CONAF/PNUD. Documento de Trabajo N° 38. 70 pp.

GODOY R, C RAMIREZ, H FIGUEROA & E HAUENSTEIN (1981) Estudios ecosociológicos en Pteridófitos de comunidades boscosas valdivianas, Chile. Bosque (Valdivia) 4(1): 12-24.

HAJEK E & F DI CASTRI (1975) Bioclimatografía de Chile. Dirección de Investigación, Vicerrectoría Académica, Universidad Católica de Chile.

HAUENSTEIN E, J SEMPE & C RAMIREZ (1980) Pteridófitos de la Bahía de Corral (Valdivia, Chile). I. Taxonomía. Anales Museo Historia Natural de Valparaíso (Chile) 13: 33-45.

HAUENSTEIN E, C RAMIREZ & M LATSAGUE (1988a) Evaluación florística y sinecológica del Monumento Natural Cerro Ñielol (IX Región, Chile). Boletín Museo Regional de la Araucanía (Chile) 3: 7-32.

HAUENSTEIN E, C RAMIREZ, M LATSAGUE & D CONTRERAS (1988b) Origen fitogeográfico y espectro biológico como medida del grado de intervención antrópica en vegetales. Medio Ambiente 9(1): 140-142.

HOFFMANN A (1982) Flora silvestre de Chile, zona araucana. Fundación Claudio Gay, Santiago, Chile.

ILLIES H (1960) Geologie der gegend von Valdivia-Chile. N. Jb. Geologie und Palaontologie 111: 30-110.

MARTICORENA C & M QUEZADA (1985) Catálogo de la flora vascular de Chile. Gayana Botánica (Chile) 42(1-2): 1-155.

MATTHEI O (1995) Manual de las malezas que crecen en Chile. Alfabeta Impresores, Santiago, Chile.

MONTENEGRO G (2000) Chile, nuestra flora útil. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

RAMIREZ C (1973) Germinación, crecimiento juvenil y relaciones de competencia de *Rubus constrictus* L f. et M. y *Ulex europaeus* L. Agricultura Técnica (Chile) 33(2): 90-93.

RAMIREZ C (1982) La vegetación nativa del sur de Chile. Creces (Chile) 3(6-7): 40-45.

RAMIREZ C (1988) Formas de vida, fitoclimas y formaciones vegetales. Revista El Arbol Nuestro Amigo (Chile) 4(1): 33-37.

Folio001961

RAMIREZ C & R WESTERMEIER (1976) Estudio de la vegetación espontánea del Jardín Botánico de la Universidad Austral de Chile (Valdivia) como ejemplo de tabulación fitosociológica. Agrosur (Valdivia) 4(2): 93-105.

RAMIREZ C, F FERRIERE & H FIGUEROA (1983) Estudio fitosociológico de los bosques pantanosos templados del sur de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 56: 11-26.

RAMIREZ C, J BARRERA, D CONTRERAS & J SAN MARTIN (1988) Estructura y regeneración del matorral de *Ulex europaeus* en Valdivia, Chile. Medio Ambiente (1): 143-149.

RAMIREZ C, E HAUENSTEIN, J SAN MARTIN & D CONTRERAS (1989a) Study of the flora of Rucamanque (Cautín Province, Chile). Annals of the Missouri Botanical Garden (USA) 76: 444-453.

RAMIREZ C, J SAN MARTIN, E HAUENSTEIN & D CONTRERAS (1989b) Estudio fitosociológico de la vegetación de Rucamanque (Cautín, Chile). Studia Botánica (España) 8: 91-115.

SAN MARTIN J, A TRONCOSO & C RAMIREZ (1988) Estudio fitosociológico de los bosques pantanosos nativos de la Cordillera de la Costa en Chile central. Bosque (Valdivia) 9(1): 17-33.

SAN MARTIN C, C RAMIREZ, H FIGUEROA & N OJEDA (1991) Estudio sinecológico del bosque de roble-laurel-lingue del centro-sur de Chile. Bosque (Valdivia) 12(2): 11-27.

UNESCO (1985) Cartographie integree de l'environment: un outil pour le recherche et pour l'amenenagement. Notes techniques de MAB 16. 118 pp.

WIKUM D & G F SHANHOLTZER (1978) Application of the Braun-Blanquet cover-abundance scale for vegetation analysis in land development studies. Environmental Management 2(4): 323-329.

Folio001962

Forest Stewardship Council®

ESTÁNDAR INTERNACIONAL FSC®

PRINCIPIOS Y CRITERIOS PARA EL MANEJO FORESTAL RESPONSABLE

FSC-STD-01-001 V5-2 ES

Título:	Principios y Criterios del FSC para el Manejo Forestal Responsable
Código de referencia del documento:	FSC-STD-01-001 V5-2 ES
Fecha de aprobación:	22 de Julio del 2015
Contacto para comentarios:	Forest Stewardship Council (Secretariado Internacional) Charles-de-Gaulle-Str. 5 53113 Bonn, Alemania +49-(0)228-36766-0 +49-(0)228-36766-30 policy.standards@fsc.org

© 2015 Forest Stewardship Council, A.C. Todos los derechos reservados. FSC® F000100

Ninguna sección de esta obra amparada por los derechos de autor del editor puede ser reproducida o copiada en forma alguna o por medio alguno (gráfico, electrónico o mecánico, incluyendo fotocopiado, grabación, grabación en cinta o sistemas de recuperación de información) sin la autorización por escrito del editor.

Las copias impresas no están sujetas a control y solo son válidas para consulta. Le pedimos que consulte la copia electrónica que aparece en la página Web del FSC (ic.fsc.org) para asegurarse de estar consultando la versión más reciente.

Este documento es una traducción de la versión oficial del documento en inglés. En caso de que haya alguna diferencia entre esta traducción y el documento oficial, la versión inglesa será considerada correcta.

PRINCIPIOS Y CRITERIOS DEL FSC PARA EL MANEJO FORESTAL RESPONSABLE
FSC-STD-01-001 V5-2 ES

El Forest Stewardship Council® (FSC) es una organización independiente, no lucrativa, no gubernamental creada para apoyar el manejo ambientalmente adecuado, socialmente beneficioso y económicamente viable de los bosques del mundo.

La visión del FSC consiste en que los bosques del mundo satisfagan las necesidades y los derechos sociales, ecológicos y económicos de las generaciones presentes sin comprometer los de las futuras generaciones.

Nota sobre el uso de este estándar

Todos los aspectos de este estándar se consideran normativos, incluyendo el preámbulo, la fecha de entrada en vigor del estándar, la bibliografía, los términos y definiciones, las tablas y anexos, a menos que se indique lo contrario.

Este estándar no deberá ser utilizado para la evaluación y certificación del manejo forestal responsable sin el uso adicional de un conjunto aprobado de indicadores adaptados a las condiciones nacionales, regionales o locales.

Índice

		Página
A	Fecha de Entrada en Vigor	4
B	Bibliografía	4
C	Nota sobre la Versión 5-0, Versión 5-1 y la Versión 5-2	5
D	Preámbulo	5
E	Los Principios y Criterios	10

Principio 1: Cumplimiento de las Leyes
Principio 2: Derechos de los Trabajadores y Condiciones de Empleo
Principio 3: Derechos de los Pueblos Indígenas
Principio 4: Relaciones con las Comunidades
Principio 5: Beneficios del Bosque
Principio 6: Valores e Impactos Ambientales
Principio 7: Planificación del Manejo
Principio 8: Monitoreo y Evaluación
Principio 9: Altos Valores de Conservación
Principio 10: Ejecución de las Actividades de Manejo

F	Glosario	20

A Fecha de Entrada en Vigor

La Versión 5-0 de este estándar fue aprobada el 10 de febrero de 2012. La Versión 5-1 fue aprobada por la membresía del FSC en la Séptima Asamblea General celebrada en Sevilla (España) el 12 de septiembre de 2014. La Versión 5-2 fue publicada en Julio del 2015 para corregir errores tipográficos.

La Versión 5-2 de los Principios y Criterios del FSC para el Manejo Forestal Responsable no deberá ser utilizada en auditorías hasta que los Indicadores Genéricos Internacionales del FSC y el proceso de transferencia de los Estándares Nacionales se hayan completado. Más información sobre este proceso puede encontrarse en la página web del FSC **ic.fsc.org**

La próxima revisión de los Principios y Criterios del FSC deberá tener lugar dentro de los tres años siguientes a la aprobación de los Indicadores Genéricos Internacionales, con vistas a completar las modificaciones necesarias dentro de los dos años posteriores a la revisión. Las revisiones y modificaciones subsiguientes de los Principios y Criterios del FSC deberán tener lugar en ciclos quinquenales de conformidad con el procedimiento FSC-PRO-01-001.

B Bibliografía

Los siguientes documentos son pertinentes para la aplicación de este documento. En el caso de documentos sin número de versión, su edición más reciente (incluyendo cualquier modificación) será la aplicable.

FSC-POL-01-004	*Política para la Asociación de Organizaciones con el FSC*
FSC-POL-20-003	*Escisión de Áreas del Alcance de la Certificación*
FSC-POL-30-001	*Política del FSC sobre Pesticidas*
FSC-POL-30-401	*La Certificación FSC y los Convenios de la OIT*
FSC-POL-30-602	*Interpretación del FSC sobre los OGM (Organismos Genéticamente Modifica¬dos)*
FSC-STD-01-002	*Glosario*
FSC-STD-01-003	*Criterios de Elegibilidad para SLIMF*
FSC-STD-20-007	*Evaluaciones de Manejo Forestal*
FSC-STD-30-005	*Estándar FSC para Entidades de Grupo en Grupos de Manejo Forestal*
FSC-STD-60-002	*Estructura y Contenido de los Estándares Nacionales de Manejo Forestal Responsable*
FSC-STD-60-006	*Desarrollo de Estándares Nacionales de Manejo Forestal Responsable*
FSC-PRO-01-001	*Desarrollo y Modificación de los Documentos Normativos FSC*
FSC-PRO-01-005	*Procesamiento de Apelaciones*
FSC-PRO-01-008	*Procesamiento de Quejas en el Sistema de Certificación FSC*
FSC-PRO-01-009	*El procesamiento de Quejas sobre la Política para la Asociación en el Sistema de Certificación FSC*
FSC-DIR-20-007	*Directiva del FSC sobre las Evaluaciones de Manejo Forestal*

C Nota sobre la Versión 5-0, Versión 5-1 y sobre la Versión 5-2

Los Principios y Criterios del FSC se publicaron por primera vez en noviembre de 1994 y fueron modificados sucesivamente en 1996, 1999 y 2001.

La versión 5-0 fue resultado de una revisión y modificación global de los Principios y Criterios, que comenzó en enero de 2009 y terminó en febrero de 2012.

La versión 5-0 se desarrolló y modificó de acuerdo con el documento FSC-PRO-01-001 V2-0.
Este procedimiento, a su vez, se desarrolló en cumplimiento de:

- El Código de Buenas Prácticas para el Desarrollo de Estándares Sociales y Ambientales del ISEAL (versión pública 4, documento P005, enero de 2006) y Código de Buenas Prácticas para el Desarrollo de Estándares Sociales y Ambientales del ISEAL (P005, Versión 5.01, Junio de 2010)
- La Guía ISO/IEC 59, Código de Buenas Prácticas para la Estandarización (febrero de 1994).
- El Acuerdo de la OMC sobre los Obstáculos Técnicos al Comercio (WTO Agreement on Technical Barriers to Trade, TBT), Anexo 3: Código de Buena Conducta para la Elaboración, Adopción y Aplicación de Normas (enero de 1995).

En la Séptima Asamblea General celebrada en Sevilla (España), los miembros del FSC aprobaron la Moción Estatutaria #7 que exige cambios a los Criterios 6.5, 6.9, 9.1 y 10.6 para mejorar la claridad y congruencia de los requisitos. Estos cambios dieron como resultado en la Versión 5-1 de los Principios y Criterios del FSC.
La Versión 5-2 fue publicada en Julio del 2015 para corregir errores tipográficos.

D Preámbulo

Introducción

Este documento contiene los Principios y Criterios del FSC para el Manejo Forestal Responsable, y es clave dentro del sistema de certificación FSC. Los Principios y Criterios están formados por el Preámbulo, los diez Principios y sus Criterios asociados y un Glosario. Todos ellos, (el Preámbulo, los Principios, los Criterios y el Glosario) se consideran normativos.

El Preámbulo contiene información esencial para todos los que estén interesados en la certificación FSC, en la medida en que es normativo, y responde a las siguientes preguntas:

- ¿Qué se considera elegible para la certificación FSC?
- ¿Quién es responsable del cumplimiento de los Principios y Criterios?
- ¿Quién es responsable de la interpretación de los Principios y Criterios?
- ¿Cómo se relacionan los Principios y Criterios con las leyes y reglamentos?
- ¿Cuál es la base para la toma de decisiones sobre certificación?
- ¿Cómo se pueden aplicar los Principios y Criterios en el terreno?

El Preámbulo contiene las siguientes secciones:

1. El Forest Stewardship Council (FSC).
2. Los Principios y Criterios.
3. Alcance.
4. Escala, Intensidad y Riesgo.
5. Responsabilidad del Cumplimiento.
6. Bases para la Certificación.
7. Interpretación y Controversias.

Los vocablos cuya definición se presenta en el Glosario están en cursivas y aparecen marcados con asterisco*, la primera vez que se mencionan en el Preámbulo, así como la primera vez que aparecen en cada Principio y Criterio.

1. El Forest Stewardship Council (FSC)

El Forest Stewardship Council A.C. (FSC) fue creado en 1993, en seguimiento al proceso iniciado en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente (la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro de 1992) con la misión de 'promover un manejo ambientalmente apropiado, socialmente beneficioso y económicamente viable de los *bosques** de todo el mundo'.

El manejo forestal ambientalmente apropiado garantiza que la producción de madera, *productos no maderables** y *servicios del ecosistema** mantiene la biodiversidad, la productividad y los procesos ecológicos del bosque.

El manejo forestal socialmente beneficioso contribuye a que las poblaciones locales, así como la sociedad en su conjunto, disfruten de los beneficios a largo plazo del bosque, a la vez que proporciona grandes incentivos para que las comunidades locales preserven los recursos forestales y se adhieran a los planes de *manejo** a largo plazo.

El manejo forestal económicamente viable significa que las operaciones forestales se estructuran y manejan de forma que sean lo suficientemente rentables, sin que generen ganancias económicas a expensas de los recursos forestales, del *ecosistema**, o de las comunidades afectadas. El conflicto entre la necesidad de generar beneficios financieros adecuados y los principios de responsabilidad en las operaciones forestales puede reducirse mediante esfuerzos por vender una amplia gama de productos y servicios forestales de la mejor calidad y con el mayor valor. (Reglamento Interno del FSC A.C. ratificado en septiembre de 1994; última revisión de junio de 2011).

El FSC es una organización internacional que proporciona un sistema de acreditación y certificación voluntarias realizadas por terceros. Este sistema permite a los titulares de certificados vender sus productos y servicios en el mercado como procedentes de un manejo forestal ambientalmente apropiado, socialmente beneficioso y económicamente viable. El FSC también establece estándares para el desarrollo y aprobación de Estándares FSC de Manejo Forestal Responsable, que se basan en los Principios y Criterios del FSC. Además, desarrolla estándares para la acreditación de las entidades de evaluación de la conformidad (también conocidas como entidades de certificación), que certifican el cumplimiento de los estándares del FSC.

Basándose en estos estándares, el FSC proporciona un sistema para la certificación de las organizaciones que deseen vender sus productos con el certificado FSC.

2. Los Principios y Criterios del FSC

El FSC publicó por primera vez sus Principios y Criterios en noviembre de 1994, como un estándar basado en el desempeño, orientado a resultados y de aplicación mundial. Los Principios y Criterios se focalizan en el desempeño del manejo forestal en el terreno, más que en los sistemas administrativos que conducen a dicho desempeño.

Los Principios del FSC son las normas o elementos esenciales del manejo forestal ambientalmente apropiado, socialmente beneficioso y económicamente viable, y los Criterios proporcionan los medios para juzgar si un Principio se cumple o no. Son el fundamento del sistema de certificación FSC y, junto con el Preámbulo y el Glosario, constituyen el núcleo del conjunto completo de estándares. No existe jerarquía entre los Principios o entre los Criterios. Todos tienen el mismo estatus, validez y autoridad y son aplicables, juntos o por separado, en cada *Unidad de Manejo** individual.

Los Principios y Criterios ocupan un lugar central en el marco de estándares del FSC y deben aplicarse junto a otros documentos conexos del FSC, incluyendo los siguientes:

- Documentos de orientación, directivas y otros documentos, emitidos o aprobados por el FSC;
- Estándares de Manejo Forestal Responsable del FSC;
- Estándares para determinados tipos de vegetación, productos y servicios;
- Estándares para determinados tipos de unidades de manejo, como los bosques pequeños y maneja dos con baja intensidad o las *plantaciones** intensivas a gran escala y las *áreas de conservación** y de *protección**, tal y como fueron aprobados por el FSC.

Este marco de estándares constituye el sistema completo del FSC para la certificación, voluntaria, independiente y realizada por terceros, de la calidad del manejo forestal. A través de la adhesión a los sólidos estándares sociales, económicos y ambientales en el marco de los Principios y Criterios del FSC, el manejo forestal certificado promueve el bienestar de las poblaciones locales, la viabilidad económica del titular del certificado (*La Organización**) y la idoneidad ambiental del manejo forestal.

3. Alcance

Los Principios y Criterios abarcan todas las actividades de manejo de La Organización relacionadas con la Unidad de Manejo, tanto dentro como fuera de ésta, y tanto aquellas ejecutadas directamente como las contratadas a terceros.

En términos de espacio geográfico, los Principios y Criterios del FSC son aplicables, de forma general, a todo el ámbito geográfico que se encuentra dentro de los límites de la Unidad de Manejo para la que se solicita la certificación o recertificación. Sin embargo, algunos de los Principios y Criterios se pueden aplicar más allá de los límites de la Unidad de Manejo. Por ejemplo, a instalaciones e infraestructuras que forman parte de la Unidad de Manejo, tal y como se define en estos Principios y Criterios del FSC.

En términos de vegetación, los Principios y Criterios son aplicables globalmente a todos los tipos y escalas de bosques, incluyendo los *bosques naturales**, las plantaciones y otros tipos de vegetación (es decir, no forestales). El concepto de “otros tipos de vegetación” debería limitarse a aquellos usos del suelo que estén relacionados con el crecimiento de árboles pero incluye, en principio, usos del suelo “no forestales”, si éstos contribuyen a la misión del FSC.

La decisión sobre si un determinado tipo de vegetación puede o no certificarse debería evaluarse caso por caso. Debería tener en cuenta a las especies implicadas y el sistema de producción, en relación con las funciones del *ecosistema** y los *valores ambientales** requeridos por los Principios y Criterios. Para ayudar a tomar esta decisión, se han incluido en el Glosario las definiciones de bosque, bosque natural y plantaciones.

Las áreas que se encuentren dentro de los límites geográficos de la Unidad de Manejo y que estén dedicadas a sistemas de producción agrícola no están sujetas a los Principios y Criterios, a menos que estén incluidas en disposiciones específicas del plan de manejo.

Por lo que se refiere a los productos y servicios, los Principios y Criterios del FSC abordan la producción de madera y de productos no maderables, la *conservación**, la *protección**, los servicios del ecosistema y otros usos. Los servicios del ecosistema incluyen el secuestro y almacenamiento de carbono, que contribuye a la mitigación del cambio climático.

En términos legales, el FSC pretende complementar, y no reemplazar, a otras iniciativas que apoyan el manejo forestal responsable en todo el mundo. Los Principios y Criterios del FSC deben usarse en consonancia con las leyes y reglamentos internacionales, nacionales y locales, aunque pueden contener disposiciones más estrictas o exigentes que las establecidas por dichas leyes y reglamentos.

Los *pueblos tradicionales** cuyos derechos no estén reconocidos en la legislación nacional como equivalentes a los de los *Pueblos Indígenas**, en el ámbito de la Unidad de Manejo, reciben el mismo tratamiento que las comunidades locales en el ámbito de los Principios y Criterios del FSC. Los pueblos tradicionales cuyos derechos estén reconocidos en la legislación nacional como equivalentes a los de los Pueblos Indígenas, en el ámbito de la Unidad de Manejo, deberán recibir el mismo tratamiento que los Pueblos Indígenas para el fin de los Principios y Criterios del FSC.

En los casos en que existan conflictos entre los Principios y Criterios del FSC y las leyes, deberán aplicarse los procedimientos específicos del FSC.

4. Escala, Intensidad y Riesgo

Los Principios y Criterios del FSC son, en términos generales, independientes de la escala geográfica y de la intensidad de las actividades de manejo. Todas las Unidades de Manejo certificadas deben satisfacer todos los Principios y Criterios y su Preámbulo. Además, los Principios y Criterios del FSC parten del reconocimiento de que las maneras de alcanzar su cumplimiento pueden ser diferentes dependiendo de la escala e intensidad de las actividades de manejo y del riesgo de impactos negativos relacionados con *La Organización**, su Unidad de Manejo o sus actividades de manejo.

En función de la *escala, intensidad y riesgo**, las acciones requeridas para cumplir los Principios y Criterios pueden variar de una organización a otra. El concepto de escala, intensidad y riesgo es aplicable a casi todos los Criterios. En algunos de ellos se incluyen referencias explícitas a esta noción, cuando se sabe por experiencia que es necesario cierto nivel de flexibilidad en función estos tres parámetros para alcanzar su cumplimiento, a lo largo de todo el rango de tipos de vegetación, usos del suelo y correspondientes sistemas de manejo potencialmente certificables. Sin embargo, también hay otros requisitos que no están sujetos a ajustes en función de la escala, intensidad y riesgo, como por ejemplo los que se refieren al cumplimiento de las leyes. En los indicadores de los Estándares de Manejo Forestal Responsable del FSC se describe con más detalle la interpretación de los conceptos de escala, intensidad y riesgo, incluyendo los tipos y límites de la flexibilidad.

5. Responsabilidad del Cumplimiento

Como estándar basado en el desempeño, los Principios y Criterios del FSC definen de manera explícita sobre quién recae la responsabilidad.

La responsabilidad para garantizar el cumplimiento de los Principios y Criterios del FSC recae en las personas o entidades que solicitan o poseen el certificado. En el ámbito de la certificación FSC, estas personas o entidades se denominan “La Organización”, que es responsable de las decisiones, las políticas y las actividades de manejo relacionadas con la Unidad de Manejo. La Organización también es responsable de demostrar que otras personas o entidades que estén autorizadas o contratadas por ella para operar en la Unidad de Manejo o para la misma cumplen los requisitos de los Principios y Criterios del FSC. Por lo tanto, La Organización debe emprender acciones correctivas cuando dichas personas o entidades no los cumplan.

6. Bases para la certificación

El FSC no insiste en la perfección en el cumplimiento de sus Principios y Criterios. Los cambios imprevistos en la situación cultural, ecológica, económica y social pueden causar incumplimientos ocasionales en el desempeño. Como los Principios y Criterios del FSC son los elementos principales de un estándar basado en el desempeño, las decisiones de certificación se guían por los siguientes parámetros:

- La medida en la que las actividades de manejo satisfacen cada uno de los Criterios del FSC;
- La importancia y/o las consecuencias de fracasar en el cumplimiento de cada uno de los Criterios del FSC.

Los incumplimientos en el desempeño detectados por las entidades de certificación durante las evaluaciones pueden resultar en Solicitudes de Acción Correctiva, dependiendo de la gravedad de la no conformidad.

7. Interpretaciones y Controversias

Las dudas relacionadas con la interpretación de los Principios y Criterios se tratan a través de procedimientos diseñados por el FSC. Cuando surjan, entre los actores sociales, controversias relacionadas con el cumplimiento o interpretación de los Principios y Criterios y los Estándares FSC de Manejo Forestal Responsable del FSC, deberán aplicarse los procedimientos específicos del FSC para la resolución de controversias e interpretación.

E Los Principios y Criterios del FSC

Principio 1: Cumplimiento de las Leyes

La Organización* **deberá cumplir todas las *leyes**, reglamentos y tratados internacionales *ratificados**** **en el ámbito nacional, así como las convenciones y los acuerdos, que sean aplicables.**

1.1 *La Organización** deberá ser una entidad legalmente constituida, cuyo *registro legal** sea claro, documentado y no cuestionado y contar con autorización escrita para actividades específicas, emitida por las autoridades *legalmente competentes**.

1.2 *La Organización** deberá demostrar que el estatus *legal** de la *Unidad de Manejo**, incluyendo los *derechos de tenencia y uso**, así como sus límites, están claramente definidos.

1.3 *La Organización** deberá contar con los derechos *legales** para operar en la *Unidad de Manejo**, que sean acordes con el *estatus legal** de La Organización y de la Unidad de Manejo, y deberá cumplir las obligaciones legales asociadas, definidas en las leyes, reglamentos y requisitos administrativos, nacionales y locales, que sean aplicables. Los derechos legales deberán cubrir el aprovechamiento de productos y/o el suministro de servicios del *ecosistema** procedentes de la Unidad de Manejo. La Organización deberá pagar los importes establecidos legalmente, asociados a dichos derechos y obligaciones.

1.4 *La Organización** deberá desarrollar e implementar medidas, y/o deberá colaborar con las entidades reguladoras, para proteger de forma sistemática la *Unidad de Manejo** frente al uso de recursos y asentamientos no autorizados o ilegales, así como frente a otras actividades ilícitas.

1.5 *La Organización** deberá cumplir todas las *leyes nacionales* y locales** aplicables, las convenciones internacionales *ratificadas** y los *códigos de prácticas obligatorios,** relacionados con el transporte y el comercio de productos forestales, dentro y desde la *Unidad de Manejo* y/o hasta el primer punto de venta.

1.6 *La Organización* deberá identificar, prevenir y solucionar las controversias sobre asuntos relacionados con el *derecho escrito* o consuetudinario** que puedan ser resueltas oportunamente de forma extrajudicial, involucrando* a los *actores afectados**.

1.7 *La Organización** deberá hacer público su compromiso de no ofrecer o recibir sobornos en dinero ni prestarse a cualquier otra forma de corrupción, y deberá cumplir la legislación de lucha contra la corrupción, si ésta existe. En caso de no existir, La Organización deberá implementar otras medidas contra la corrupción, proporcionales a la *escala** y a la *intensidad** de las actividades de manejo y al *riesgo** de corrupción.

1.8 *La Organización** deberá demostrar su compromiso de adhesión a largo plazo a los *Principios** y *Criterios** del FSC en la *Unidad de Manejo** y a las Políticas y Estándares del FSC relacionados. Una declaración que recoja este compromiso deberá incluirse en un documento a *disposición pública** y gratuita.

Principio 2: Derechos de los Trabajadores y Condiciones de Empleo

La Organización* **deberá mantener o mejorar el bienestar social y económico de los *trabajadores**.**

2.1 *La Organización** deberá *respaldar** los principios y derechos en el trabajo, tal y como aparecen definidos en la Declaración de la OIT relativa a los Principios y Derechos Fundamentales en el Trabajo (1998), que están basados en los ocho Convenios Fundamentales de la OIT.

2.2 *La Organización** deberá promover la equidad de *género** en las prácticas de empleo, las oportunidades de capacitación, la adjudicación de contratos, los procesos para *involucrar** a los actores sociales y las actividades de manejo.

2.3 *La Organización** deberá implementar prácticas de seguridad y salud para proteger a los *trabajadores** frente a los riesgos contra la seguridad y la salud laboral. Estas prácticas deberán ser proporcionales a la *escala, intensidad y riesgo** de las actividades de manejo y deberán cumplir o superar las recomendaciones del Código de Prácticas de la OIT sobre Seguridad y Salud en el Trabajo Forestal.

2.4 *La Organización** deberá pagar salarios que cumplan o excedan las normas mínimas del sector forestal, otros convenios salariales reconocidos para el sector forestal o *salarios mínimos vitales**, siempre que éstos sean más altos que los salarios mínimos legales. Cuando no exista ninguno de éstos, La Organización deberá, *involucrando** a los *trabajadores**, desarrollar mecanismos para determinar los salarios mínimos vitales.

2.5 *La Organización** deberá demostrar que los trabajadores cuentan con capacitación y supervisión específica para cada puesto, con el objetivo de implementar de forma segura y efectiva el *plan de manejo** y todas las actividades de manejo.

2.6 *La Organización*, involucrando** a los *trabajadores**, deberá contar con mecanismos para resolver quejas y para otorgar indemnizaciones justas a los trabajadores por pérdidas o daños en sus propiedades, *enfermedades** o *lesiones laborales**, ocurridas mientras éstos estén trabajando para La Organización.

Principio 3: Derechos de los Pueblos Indígenas

La Organización* **deberá identificar y *respaldar**** **los derechos legales y *consuetudinarios**** **de los *Pueblos Indígenas**, en relación con la propiedad, uso y manejo de la tierra, territorios y recursos, que resulten afectados por las actividades de manejo.**

3.1 *La Organización** deberá identificar a los *Pueblos Indígenas** que existan dentro de la *Unidad de Manejo** o que estén afectados por las actividades de manejo. A continuación, La Organización deberá identificar, *involucrando** a estos Pueblos Indígenas, sus derechos de *tenencia**, sus derechos de acceso y uso de los recursos forestales y *servicios del ecosistema**, sus *derechos consuetudinarios**, y los derechos y obligaciones legales que sean aplicables dentro de la Unidad de Manejo. La Organización deberá identificar también las áreas donde estos derechos estén en litigio.

3.2 *La Organización** deberá reconocer y *respaldar** los derechos legales y *consuetudinarios** de los *Pueblos Indígenas** para conservar el control sobre las actividades de manejo en el interior de la *Unidad de Manejo** o relacionadas con la misma, en la medida necesaria para proteger sus derechos, recursos, tierras y territorios. La delegación del control a terceros por parte de los Pueblos Indígenas requiere de un proceso de *Consentimiento Libre, Previo e Informado**.

3.3 En caso de delegación del control sobre las actividades de manejo, deberá establecerse un acuerdo vinculante entre la *Organización** y los *Pueblos Indígenas**, a través de un proceso de Consentimiento *Libre, Previo e Informado**. Este acuerdo deberá definir su duración, disposiciones sobre renegociación, renovación, rescisión, condiciones económicas y otros términos y condiciones. El acuerdo deberá incluir disposiciones para que los Pueblos Indígenas supervisen el cumplimiento de los términos y de las condiciones del mismo por parte de La Organización.

3.4 *La Organización** deberá reconocer y *respaldar** los derechos, costumbres y cultura de los *Pueblos Indígenas**, tal y como se definen en la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas (2007) y en el Convenio 169 de la OIT (1989).

3.5 *La Organización**, *involucrando** a los *Pueblos Indígenas**, deberá identificar los lugares que sean de especial importancia cultural, ecológica, económica, religiosa o espiritual y en los que dichos Pueblos Indígenas posean los derechos legales o *consuetudinarios**. Estos lugares deberán ser reconocidos por La Organización y su manejo y/o protección deberá acordarse involucrando a los Pueblos Indígenas.

3.6 *La Organización** deberá *respaldar** los derechos de los *Pueblos Indígenas** a proteger y utilizar sus conocimientos tradicionales y deberá compensar a los Pueblos Indígenas por la utilización de estos conocimientos y de su *propiedad intelectual**. Como en el Criterio 3.3, deberá establecerse un acuerdo vinculante entre La Organización y los Pueblos Indígenas para dicha utilización antes de que ésta tenga lugar, a través de un proceso de *Consentimiento Libre, Previo, e Informado**, que deberá ser coherente con la protección de los derechos de propiedad intelectual.

Principio 4: Relaciones con las Comunidades

La Organización* **deberá contribuir al mantenimiento o mejora del bienestar social y económico de las *comunidades locales**.**

4.1 *La Organización** deberá identificar a las *comunidades locales** que existen dentro de la *Unidad de Manejo** y aquellas que resulten afectadas por las actividades de manejo. A continuación, La Organización deberá también identificar, *involucrando** a estas comunidades locales, sus derechos de *tenencia**, acceso y uso de los recursos forestales, y *servicios del ecosistema**, así como sus *derechos consuetudinarios**, derechos y obligaciones legales que sean aplicables dentro de la Unidad de Manejo.

4.2 *La Organización** deberá reconocer y *respaldar** los derechos legales y *consuetudinarios** de las *comunidades locales** para conservar el control sobre las actividades de manejo en el interior de la *Unidad de Manejo** o relacionadas con la misma, en la medida que sea necesaria para proteger sus derechos, recursos, tierras y territorios. La delegación del control a terceros por parte de las comunidades locales requiere de un proceso de *Consentimiento Libre, Previo e Informado.*

4.3 *La Organización** deberá ofrecer oportunidades *razonables** de empleo, capacitación y otros servicios a las comunidades, contratistas y proveedores *locales**, de forma proporcional a la escala e intensidad de sus actividades de manejo.

4.4 *La Organización** deberá implementar actividades adicionales, *involucrando** a las *comunidades locales**, que contribuyan al desarrollo social y económico de las mismas. Estas actividades deberán ser proporcionales a la escala, *intensidad** e impacto socio-económico de sus actividades de manejo.

4.5 *La Organización*, involucrando** a las comunidades locales, deberá realizar acciones para identificar, evitar y mitigar los impactos negativos significativos de carácter social, ambiental y económico, que provoquen sus actividades de manejo a las comunidades afectadas. Estas acciones deberán ser proporcionales a la *escala, intensidad y riesgo** de dichas actividades y a sus impactos negativos.

4.6 *La Organización*, involucrando** a las *comunidades locales**, deberá contar con mecanismos para resolver quejas y otorgar indemnizaciones justas a las comunidades e individuos de la localidad por los impactos ocasionados por sus actividades de manejo de La Organización.

4.7 *La Organización*, involucrando** a las *comunidades locales**, deberá identificar los lugares de especial importancia cultural, ecológica, económica, religiosa o espiritual y en los que dichas comunidades locales detenten derechos legales o *consuetudinarios**. Estos lugares deberán ser reconocidos por La Organización y su manejo y/o protección deberá acordarse *involucrando** a las comunidades locales.

4.8 *La Organización**, deberá *respaldar** los derechos de las *comunidades locales** a proteger y utilizar sus conocimientos tradicionales y deberá compensar a dichas comunidades por la utilización de estos conocimientos y de su *propiedad intelectual**. Como en el Criterio 3.3, deberá establecerse un acuerdo vinculante entre La Organización y las comunidades locales para dicha utilización, antes de que ésta tenga lugar, a través de un proceso de Consentimiento *Libre, Previo e Informado** que deberá ser coherente con la protección de los derechos de propiedad intelectual.

Principio 5: Beneficios del Bosque

La Organización* **deberá manejar de forma eficiente el rango de múltiples productos y servicios de la *Unidad de Manejo**** **para mantener o mejorar su *viabilidad económica**** **a l*argo plazo**** **y toda la gama de beneficios ambientales y sociales.**

5.1 *La Organización** deberá identificar, producir o hacer posible la producción de beneficios y/o productos diversificados, basándose en la gama de recursos y *servicios del ecosistema** existentes en la *Unidad de Manejo**, para fortalecer y diversificar la economía local, de manera proporcional a la *escala** e *intensidad** de las actividades de manejo.

5.2 Normalmente, *La Organización** deberá aprovechar los productos y servicios de la *Unidad de Manejo** a un nivel que pueda ser permanentemente sostenido, o por debajo de éste.

5.3 *La Organización** deberá demostrar que las *externalidades** positivas y negativas de la operación están incluidas en el *plan de manejo**.

5.4 *La Organización** deberá utilizar, para satisfacer sus propias necesidades, el procesamiento, los ervicios y el valor agregado locales, siempre que estén disponibles, y de forma proporcional a la *escala, intensidad y riesgo**. Si no están disponibles localmente, La Organización deberá realizar sfuerzos *razonables** para apoyar el establecimiento de dichos servicios.

5.5 *La Organización** deberá demostrar su compromiso con la *viabilidad económica** a largo plazo, a través de su planificación y gastos, de forma proporcional a la *escala, intensidad y riesgo**.

Principio 6: Valores e Impactos Ambientales

La Organización* **deberá mantener, conservar y/o restaurar los *servicios del ecosistema**** **y los *valores ambientales**** **de la *Unidad de Manejo**** **y deberá evitar, reparar o mitigar los impactos ambientales negativos.**

6.1 *La Organización** deberá evaluar los *valores ambientales** en la *Unidad de Manejo** y aquellos valores que se encuentran fuera de la misma pero que pueden resultar potencialmente afectados por las actividades de manejo. Dicha evaluación deberá realizarse con un nivel de detalle, escala y frecuencia proporcional a la *escala, intensidad y riesgo** de las actividades de manejo. Esta evaluación deberá ser suficiente para determinar las medidas de conservación necesarias y detectar y monitorear los posibles impactos negativos de dichas actividades

6.2 Antes del inicio de las actividades que tienen impacto sobre el terreno , *La Organización** deberá identificar y evaluar la *escala, intensidad y riesgo** de los impactos potenciales de las actividades de manejo sobre los *valores ambientales** identificados.

6.3 *La Organización** deberá identificar e implementar acciones efectivas para prevenir los impactos negativos de las actividades de manejo sobre los *valores ambientales** y para mitigar y reparar los impactos que se produzcan, de forma proporcional a la *escala, intensidad y riesgo** de dichos impactos.

6.4 *La Organización** deberá proteger a las especies *raras** y *amenazadas**, así como sus *hábitats** en la Unidad de Manejo, a través de *zonas de conservación**, *áreas de protección**, y de *conectividad** y/o (cuando sea necesario) otras medidas directas para su supervivencia y viabilidad. Estas medidas deberán ser proporcionales a la *escala, intensidad y riesgo** de las actividades de manejo y al estatus de conservación y requisitos ecológicos de las especies raras y amenazadas. A la hora de determinar las medidas a tomar dentro de la Unidad de Manejo, La Organización deberá tener en cuenta el rango geográfico y los requisitos ecológicos de las especies raras y amenazadas, más allá de los límites de la Unidad de Manejo.

6.5 *La Organización** deberá identificar y proteger áreas de muestra representativas de los *ecosistemas** nativos y/o restaurarlas hacia condiciones más naturales. Cuando no existan áreas de muestra representativas o éstas sean insuficientes, La Organización deberá restaurar una proporción de la *Unidad de Manejo** hacia condiciones más naturales. El tamaño de dichas áreas y las medidas aplicadas para su protección o restauración, incluyendo al interior de plantaciones, deberán ser proporcionales al estatus de conservación y al valor de los ecosistemas a nivel del paisaje y a la *escala, intensidad y riesgo** de las actividades de manejo.

6.6 *La Organización** deberá mantener de forma efectiva la existencia continua de las especies y genotipos nativos que se dan de forma natural e impedir pérdidas de *diversidad biológica**, especialmente a través de la gestión de los hábitats en la *Unidad de Manejo**. La Organización deberá demostrar que existen medidas efectivas para manejar y controlar la caza, la pesca, la captura y la recolección.

6.7 *La Organización** deberá proteger o restaurar las corrientes y cuerpos de agua naturales, las zonas de ribera y su conectividad. La Organización deberá evitar los impactos negativos en la calidad y cantidad de agua, y mitigar y reparar los que se produzcan.

6.8 *La Organización** deberá manejar el *paisaje** en la *Unidad de Manejo** para mantener y/o restaurar un mosaico variable de especies, tamaños, edades, escalas geográficas y ciclos de regeneración, de forma adecuada en función de los *valores paisajísticos** en la región, y para mejorar la *resiliencia** ambiental y económica.

6.9 *La Organización** no deberá convertir *bosques naturales** a *plantaciones**, ni convertir bosques naturales o plantaciones en lugares convertidos directamente de bosque natural a otro uso del suelo, excepto cuando la conversión:

a) afecte a una porción muy limitada del área de la *Unidad de Manejo**, y
b) permita obtener beneficios de conservación claros, sustanciales, adicionales, seguros y a largo plazo en la Unidad de Manejo, y
c) no dañe o amenace a los *Altos Valores de Conservación**, ni a los espacios y recursos necesarios para mantener o mejorar dichos Altos Valores de Conservación.

6.10 Las *Unidades de Manejo** que incluyan *plantaciones** que fueron establecidas en áreas convertidas de *bosques naturales** después de noviembre de 1994, no deberán calificar para la certificación, excepto en los casos en que:

a) se aporten evidencias claras y suficientes de que la *Organización** no fue directa o indirectamente responsable de la conversión, o
b) la conversión afecte a una porción muy limitada del área de la Unidad de Manejo y esté produciendo beneficios de conservación claros, sustanciales, adicionales, seguros y a largo plazo en la Unidad de Manejo.

Principio 7: Planificación del Manejo

La Organización* **deberá contar con un *plan de manejo**** **acorde con sus políticas y *objetivos**** **y proporcional a la *escala, intensidad y riesgo**** **de sus actividades de manejo. Este plan de manejo deberá implementarse y mantenerse actualizado basándose en la información del monitoreo, con el objetivo de promover un *manejo adaptativo**. La planificación asociada y la documentación sobre los procedimientos deberán ser suficientes para orientar al personal, informar a los *actores afectados**** **e *interesados**** **y justificar las decisiones de manejo.**

7.1 *La Organización** deberá, de forma proporcional a la *escala, intensidad y riesgo** de sus actividades de manejo, establecer políticas (visión y valores) y *objetivos** para el manejo que sean ambientalmente apropiados, socialmente beneficiosos y económicamente viables. Los resúmenes de estas políticas y objetivos deberán incorporarse al *plan de manejo** y publicarse.

7.2 *La Organización** deberá tener e implementar un *plan de manejo** para la *Unidad de Manejo** que sea plenamente coherente con las políticas y objetivos*, que se establecen en virtud del Criterio 7.1. El plan de manejo deberá describir los recursos naturales que existen en la Unidad de Manejo y explicar de qué manera va a cumplir los requisitos de certificación del FSC. El plan de manejo deberá abordar la planificación del manejo forestal y de la gestión social, de forma proporcional a la *escala, intensidad y riesgo** de las actividades planificadas.

7.3 El *plan de manejo** deberá incluir metas verificables que permitan evaluar los progresos realizados en la consecución de cada uno de los *objetivos** de manejo definidos.

7.4 *La Organización** deberá actualizar y revisar periódicamente la planificación de manejo y la documentación sobre los procedimientos, para incorporar los resultados del monitoreo y evaluación, los procesos para *involucrar** a los actores sociales o las nuevas informaciones científicas y técnicas, así como para responder frente a las posibles modificaciones en las circunstancias ambientales, sociales y económicas.

7.5 *La Organización** deberá poner a *disposición pública** un resumen del *plan de manejo** de forma gratuita. Las demás partes relevantes del plan de manejo, excluyendo la información confidencial, deberán ponerse a disposición de los *actores afectados**, bajo solicitud y al costo de reproducción y tramitación.

7.6 *La Organización**, de forma proporcional a la *escala, intensidad y riesgo** de las actividades de manejo, deberá *involucrar** en los procesos de planificación y monitoreo a los *actores afectados**, de forma proactiva y trasparente. Deberá asimismo involucrar a los *actores interesados**, si éstos lo solicitan.

Principio 8: Monitoreo y Evaluación

La Organización* **deberá demostrar que el progreso hacia el cumplimiento de los *objetivos** de manejo, los impactos de las actividades de manejo y las condiciones de la *Unidad de Manejo** se monitorean y evalúan, de manera proporcional a la *escala, intensidad y riesgo** de las actividades de manejo, con el fin de implementar un *manejo adaptativo**.**

8.1 *La Organización** deberá monitorear la implementación de su *plan de manejo**, incluyendo sus políticas y *objetivos**, el progreso de las actividades planificadas y el cumplimiento de sus metas verificables.

8.2 *La Organización** deberá monitorear y evaluar los impactos ambientales y sociales de las actividades llevadas a cabo en la *Unidad de Manejo**, así como los cambios en su condición ambiental.

8.3 *La Organización** deberá analizar los resultados del monitoreo y evaluación e integrar los resultados de estos análisis en los procesos de planificación.

8.4 *La Organización** deberá poner a *disposición pública** y de forma gratuita un resumen de los resultados del monitoreo, excluyendo la información confidencial.

8.5 *La Organización** deberá tener e implementar un sistema de trazabilidad y seguimiento proporcional a la *escala, intensidad y riesgo** de sus actividades de manejo, que permita demostrar el origen y el volumen, en proporción a la producción anual prevista, de todos los productos de la *Unidad de Manejo** que se vendan con el certificado FSC.

Principio 9: Altos Valores de Conservación

La Organización* **deberá mantener y/o mejorar los *Altos Valores de Conservación**** **en la *Unidad de Manejo**, a través de la aplicación de un *enfoque precautorio**.**

9.1 *La Organización*, involucrando** a los *actores afectados** e *interesados** y otros medios y fuentes, deberá evaluar y registrar la presencia y el estatus de los siguientes *Altos Valores de Conservación** en la *Unidad de Manejo**, de forma proporcional a la escala, intensidad y riesgo de las actividades de manejo y a la probabilidad de la ocurrencia de los Altos Valores de Conservación:

AVC 1 - Diversidad de especies: Concentraciones de *diversidad biológica**, incluyendo las especies endémicas, *raras, amenazadas o en peligro**, significativas en el ámbito mundial, regional o nacional.

AVC 2 - Ecosistemas a nivel del paisaje y mosaicos: Paisajes forestales intactos y *grandes ecosistemas** a nivel del paisaje y mosaicos de ecosistemas significativos en el ámbito mundial, regional, o nacional y que contienen poblaciones viables de la gran mayoría de las especies que aparecen de forma natural, en patrones naturales de distribución y abundancia.

AVC 3 - Ecosistemas y hábitats: Ecosistemas, *hábitats** o *refugios** raros, amenazados o en peligro.

AVC 4 - Servicios críticos del ecosistema: *Servicios del ecosistema** básicos en situaciones críticas, incluyendo la protección de zonas de captación de agua y el control de la erosión de los suelos y pendientes vulnerables.

AVC 5 - Necesidades comunitarias: Áreas y recursos fundamentales para satisfacer las necesidades básicas de las *comunidades locales** o de los *Pueblos Indígenas** (para su subsistencia, salud, nutrición, agua, etc.), identificadas involucrando a dichas comunidades o Pueblos Indígenas.

AVC 6 - Valores culturales: Áreas, recursos, hábitats y *paisajes** cultural, arqueológica o históricamente significativos en el ámbito mundial o nacional y/o de importancia crítica cultural, ecológica, económica o religiosa/sagrada para la cultura tradicional de las comunidades locales o de los Pueblos Indígenas, identificadas involucrando a dichas comunidades o Pueblos Indígenas.

9.2 *La Organización** deberá desarrollar estrategias efectivas para mantener y/o mejorar los *Altos Valores de Conservación** identificados, *involucrando** a los actores *afectados** e *interesados** y a expertos en la materia.

9.3 *La Organización** deberá implementar estrategias y acciones para el mantenimiento y/o la mejora de los *Altos Valores de Conservación** identificados. Estas estrategias y acciones deberán poner en práctica el *enfoque precautorio** y ser proporcionales a la *escala, intensidad y riesgo** de las actividades de manejo.

9.4 *La Organización** deberá demostrar que se realiza un monitoreo periódico para evaluar cambios en el estatus de los *Altos Valores de Conservación**, y deberá adaptar sus estrategias de manejo para garantizar su protección efectiva. El monitoreo deberá ser proporcional a la *escala, intensidad y riesgo** de las actividades de manejo y deberá *involucrar** a los *actores afectados** e *interesados** y a expertos en la materia.

Principio 10: Implementación de las Actividades de Manejo

Las actividades de manejo realizadas por o para *la Organización en la *Unidad de Manejo** se deberán seleccionar e implementar en concordancia con las políticas y *objetivos** económicos, ambientales y sociales de La Organización y conforme a los *Principios** y *Criterios** en su conjunto.

10.1 Después del aprovechamiento, o de acuerdo con el plan de manejo*, La Organización* deberá regenerar la cubierta vegetal, a través de métodos de regeneración natural o artificial para recuperar, en un plazo adecuado, las condiciones anteriores al aprovechamiento o más cercanas a las naturales.

10.2 Para la regeneración, La Organización* deberá emplear especies que estén ecológicamente bien adaptadas al sitio y a los objetivos* de manejo. La Organización deberá utilizar especies nativas* y genotipos* locales, a menos que exista una justificación clara y convincente para utilizar otros.

10.3 La Organización* sólo deberá utilizar especies exóticas* cuando el conocimiento y/o la experiencia hayan demostrado que cualquier impacto producido por su carácter invasor se puede controlar y que existen medidas de mitigación eficaces.

10.4 La Organización* no deberá usar organismos genéticamente modificados* en la Unidad de Manejo*.

10.5 La Organización* deberá usar tratamientos silvícolas que sean ecológicamente apropiados para la vegetación, especies, sitios y objetivos* de manejo.

10.6 La Organización* deberá minimizar o evitar el uso de fertilizantes. En el caso de que se utilicen, La Organización deberá demostrar que el uso es equivalente o más beneficioso desde el punto de vista ecológico o económico que el uso de sistemas silvícolas que no requieren fertilizantes, además de prevenir, mitigar y/o reparar los daños que se puedan ocasionar a los valores ambientales*, incluyendo los suelos.

10.7 La Organización* deberá utilizar un manejo integrado de plagas y sistemas silvícolas que eviten, o tiendan a eliminar, el uso de pesticidas* químicos. La Organización no deberá usar ninguno de los pesticidas químicos prohibidos por la política del FSC. En el caso de que se usen pesticidas, La Organización deberá prevenir, mitigar y/o reparar los daños que se puedan ocasionar a los valores ambientales* y a la salud de las personas.

10.8 La Organización* deberá minimizar, monitorear y controlar estrictamente el uso de agentes de control biológico*, de acuerdo con protocolos científicos internacionalmente aceptados*. En el caso de que se utilicen agentes de control biológico, La Organización deberá prevenir, mitigar y/o reparar los daños que se puedan ocasionar a los valores ambientales*.

10.9 La Organización* deberá evaluar los riesgos e implementar actividades que reduzcan los potenciales impactos negativos de los desastres naturales, de forma proporcional a la escala, intensidad y riesgo*.

10.10 La Organización* deberá manejar el desarrollo de infraestructuras, las actividades de transporte y la silvicultura*, de tal manera que se protejan los recursos hídricos y los suelos y se prevenga, mitigue y/o repare cualquier perturbación y daño a las especies*, hábitats* y ecosistemas* raros* y amenazados*, así como a los valores paisajísticos*.

10.11 La Organización* deberá manejar las actividades relacionadas con el aprovechamiento y extracción de los productos forestales maderables y no maderables*, de manera que se conserven los valores ambientales*, se reduzcan los residuos comercializables y se evite el daño a otros productos y servicios.

10.12 La Organización* deberá eliminar los materiales de desecho de una forma ambientalmente apropiada.

F Glosario

El presente glosario incluye, siempre que ha sido posible, definiciones aceptadas en el ámbito internacional, procedentes de una serie limitada de fuentes. Entre estas fuentes se encuentran: el Convenio sobre la Diversidad Biológica (1992), la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (2005), así como definiciones de Glosarios online como los que proporcionan las páginas web de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y el Programa de Especies Exóticas Invasoras del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Cuando se han usado otras fuentes, éstas aparecen citadas junto a la definición.

Las definiciones desarrolladas en el transcurso de la Revisión de los Principios y Criterios se señalan con la referencia “FSC 2011”. Las definiciones que se derivan de la Versión 4-0, de los Principios y Criterios, tal y como fueron publicados originalmente en noviembre 1994, se indican con la referencia “FSC 1994”.

“Basado en” quiere decir que una definición se ha adaptado de una definición existente, por ejemplo de la Versión 4-0 de los Principios y Criterios o de otras fuentes internacionales.

Las palabras utilizadas en esta versión de los Principios y Criterios, si no aparecen definidas en el Glosario o en otros documentos normativos del FSC, se usan como se definen en la mayoría de los diccionarios de español.

Accidente laboral (Occupational accident): Acontecimiento que se deriva de, o que sucede en el transcurso del trabajo y que causa lesiones mortales o no mortales. *(Fuente: Organización Internacional del Trabajo (OIT), Oficina de Biblioteca y Servicios de Información, Tesauro OIT, como aparece en la página web de la OIT).*

Actor interesado (Interested stakeholder): Cualquier persona, grupo de personas o entidad que ha mostrado su interés o se sabe que tiene un interés en las actividades de una Unidad de Manejo.
A continuación se enumeran algunos ejemplos de actores interesados:

- Organizaciones de conservación, por ejemplo ONGs ambientales;
- Organizaciones de (defensa de los derechos de los) trabajadores, por ejemplo sindicatos;
- Organizaciones de derechos humanos, por ejemplo ONGs sociales;
- Proyectos de desarrollo local;
- Gobiernos locales;
- Departamentos del gobierno nacional que operen en la región;
- Oficinas Nacionales del FSC;
- Expertos en determinados temas, por ejemplo, Altos Valores de Conservación.

(Fuente: FSC 2011).

Actor social (Stakeholder): Véanse las definiciones de “actor afectado” y “actor interesado”.

Actor afectado (Affected stakeholder): Cualquier persona, grupo de personas o entidad que está o es probable que esté expuesta a los efectos de las actividades de la Unidad de Manejo. Algunos ejemplos podrían ser las personas, grupos de personas o entidades localizados en las inmediaciones de la Unidad de Manejo. Otro ejemplo podrían ser los propietarios que se localizan “aguas abajo” de la Unidad de Manejo.
A continuación se enumeran algunos ejemplos de actores afectados:

- Comunidades locales;
- Pueblos Indígenas;
- Trabajadores;
- Habitantes de los bosques;
- Vecinos;
- Propietarios de tierras localizadas “aguas abajo”;
- Procesadores locales;

- Empresas locales;
- Titulares de derecho de tenencia y uso, incluidos los propietarios;
- Organizaciones autorizadas o que se sabe que actúan en nombre de los actores afectados, por ejemplo ONGs sociales y ambientales, sindicatos, etc.

(Fuente: FSC 2011).

Agentes de control biológico (Biological control agents): Organismos utilizados para eliminar o regular las poblaciones de otros organismos. *(Fuente: Basado en FSC 1994 y Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza, UICN, definiciones proporcionadas en la página web de la UICN).*

Alto Valor de Conservación (AVC) (High Conservation Value, HCV): Cualquiera de los siguientes valores:

AVC 1 - Diversidad de especies: Concentraciones de diversidad biológica*, incluyendo las especies endémicas, raras, amenazadas o en peligro*, significativas en el ámbito mundial, regional o nacional.

AVC 2 - Ecosistemas a nivel del paisaje y mosaicos: Paisajes forestales intactos y grandes ecosistemas* a nivel del paisaje y mosaicos de ecosistemas significativos en el ámbito mundial, regional, o nacional y que contienen poblaciones viables de la gran mayoría de las especies que aparecen de forma natural, en patrones naturales de distribución y abundancia.

AVC 3 - Ecosistemas y hábitats: Ecosistemas, hábitats* o refugios* raros, amenazados o en peligro.

AVC 4 - Servicios críticos del ecosistema: Servicios del ecosistema* básicos en situaciones críticas, incluyendo la protección de zonas de captación de agua y el control de la erosión de los suelos y pendientes vulnerables.

AVC 5 - Necesidades comunitarias: Áreas y recursos fundamentales para satisfacer las necesidades básicas de las comunidades locales* o de los Pueblos Indígenas* (para su subsistencia, salud, nutrición, agua, etc.), identificadas involucrando a dichas comunidades o Pueblos Indígenas.

AVC 6 - Valores culturales: Áreas, recursos, hábitats y paisajes* cultural, arqueológica o históricamente significativos en el ámbito mundial o nacional y/o de importancia crítica cultural, ecológica, económica o religiosa/sagrada para la cultura tradicional de las comunidades locales o de los Pueblos Indígenas, identificadas involucrando a dichas comunidades o Pueblos Indígenas.

Amenaza: Indicación o advertencia de un daño o de impactos negativos inminentes o probables.
(Fuente: Traducción basada en la definición del Oxford English Dictionary).

Aprovechamiento de impacto reducido (Reduced Impact Harvesting): Aprovechamiento de madera (incluyendo la corta) utilizando técnicas para reducir el impacto sobre el rodal residual.
(Fuente: Basado en las Directrices para la Conservación y Utilización Sostenible de la Biodiversidad en los Bosques Tropicales Productores de Madera, UICN- 2006).

Área de Protección (Protection Area): Véase Zona de Conservación.

Bosque (Forest): Extensión de terreno dominada por árboles. *(Fuente: FSC 2011, derivada de las Directrices del FSC para las Entidades de Certificación, Alcance de la Certificación Forestal, Sección 2.1, publicadas por primera vez en 1998, modificadas como FSC-GUI-20-200 en el 2005, y modificadas de nuevo en el 2010 como FSC-DIR-20-007, Directiva del FSC sobre las Evaluaciones de Manejo Forestal).*

Bosque natural (Natural forest): Área forestal que cuenta con muchas de las principales características y elementos clave de los ecosistemas nativos, como su complejidad, estructura y diversidad biológica, incluyendo las características edáficas, florísticas y faunísticas, en la que todos o casi todos los árboles son especies nativas, y que no está clasificada como plantación.

“Bosque natural” incluye las siguientes categorías:

• Los bosques afectados por el aprovechamiento u otras perturbaciones, en los que los árboles se están regenerando o se han regenerado a través de una combinación de regeneración natural y artificial, con especies típicas de los bosques naturales de ese lugar y en los que todavía están presentes muchas de las características superficiales y subterráneas de los bosques naturales. En bosques boreales o templados del norte, que están compuestos de forma natural por una o pocas especies, la combinación de regeneración natural y artificial para regenerar el bosque con las mismas especies nativas, con la mayoría de las características principales y los elementos clave de los ecosistemas nativos en ese lugar, no se considera por sí misma conversión a plantación.

• Los bosques naturales que se mantienen mediante tratamientos silvícolas tradicionales, incluyendo la regeneración natural, ayudada o no.

• Los bosques secundarios o de colonización de especies nativas que se han regenerado en áreas no forestales.

• La definición de “bosque natural” podría incluir áreas descritas como ecosistemas leñosos, espacios forestales y sabanas.

En los Estándares FSC de Manejo Forestal Responsable se podrían definir con mayor detalle los bosques naturales y sus principales características y elementos clave, con descripciones o ejemplos apropiados.

Los bosques naturales no incluyen aquellos terrenos que no estén dominados por árboles, que previamente no hayan sido bosques y que ya no contengan muchas de las características y elementos de los ecosistemas nativos. La regeneración joven se podría considerar como un bosque natural después de algunos años de evolución ecológica. Los Estándares FSC de Manejo Forestal Responsable podrían indicar en qué situaciones dichas áreas podrían escindirse de la Unidad de Manejo, deberían restaurarse hacia condiciones más naturales o podrían convertirse hacia otros usos del suelo.

El FSC no ha desarrollado umbrales cuantitativos entre las diferentes categorías de bosques en términos del área, densidad, altura, etc. Los Estándares FSC de Manejo Forestal Responsable podrían proporcionar umbrales de este tipo y otras directrices, con descripciones o ejemplos apropiados. A falta de dicha orientación, las áreas dominadas por árboles, principalmente de especies nativas, se pueden considerar bosques naturales.

Umbrales y directrices podrían contemplar áreas como:

• Otros tipos de vegetación, así como comunidades y ecosistemas no forestales ubicados en la Unidad de Manejo, como praderas, áreas de matorral, zonas húmedas y espacios forestales abiertos.

• La regeneración pionera muy joven o de colonización, en una sucesión primaria en lugares abiertos recientemente o en terrenos agrícolas abandonados, que todavía no contiene muchas de las principales características y elementos clave de los ecosistemas nativos. También podría considerarse un bosque natural tras el paso de los años, a través de los procesos de evolución ecológica.

• La regeneración natural joven que crece en áreas forestales naturales puede considerarse como un bosque natural, incluso después del aprovechamiento, matarrasas u otras perturbaciones, desde el momento en que las características principales y los elementos clave de los ecosistemas nativos se mantienen, tanto en la superficie como en el subsuelo.

• Las áreas en las que la deforestación y la degradación forestal han sido tan graves que ya no están “dominadas por árboles” podrían considerarse como no forestales, cuando tengan muy pocas de las características superficiales y subterráneas y elementos clave de los bosques naturales. Dicha degradación extrema es típicamente el resultado de una combinación de talas repetidas y excesivas, pastoreo, labranza, recolección de leña, caza, incendios, erosión, minería, asentamientos, infraestructuras, etc. Los Estándares FSC de Manejo Forestal Responsable podrían contribuir a decidir en qué situaciones dichas áreas deberían escindirse de la Unidad de Manejo, restaurarse hacia condiciones más naturales o convertirse en otros usos del suelo.
(Fuente: FSC 2011).

Código de prácticas obligatorio (Obligatory Code of Practice): Manual u otra fuente de instrucciones técnicas que La Organización debe desarrollar por ley. *(Fuente: FSC 2011)*

Comunidades locales (Local communities): Comunidades de cualquier tamaño que están dentro de la Unidad de Manejo o adyacentes a la misma, y también aquellas que están lo suficientemente cerca como para tener un impacto significativo en la economía o en los valores ambientales de la Unidad de Manejo o como para que sus economías, derechos o entornos se vean afectados significativamente por las actividades de manejo o por los aspectos biofísicos de la Unidad de Manejo. *(Fuente: FSC 2011)*

Condiciones naturales / ecosistemas nativos (Natural conditions / native ecosystems): Para los fines de los Principios y Criterios y para todas las aplicaciones de técnicas de restauración, términos como "condiciones más naturales" y " ecosistemas nativos" designan el manejo de las áreas para favorecer o restaurar las especies nativas, y las asociaciones de éstas, que sean típicas de la localidad, y para manejar estas asociaciones y otros valores ambientales de manera que formen ecosistemas típicos de la localidad. En los Estándares FSC de Manejo Forestal Responsable se podrá proporcionar una orientación más detallada sobre este tema. *(Fuente: FSC 2011).*

Conectividad (Connectivity): Medida del grado de conexión o continuidad geográfica de un corredor, red o matriz. Cuantos menos espacios libres haya, mayor será la conectividad. En relación con el concepto de conectividad estructural, la conectividad funcional o conductual se refiere al grado de conexión de un área para un determinado proceso, como por ejemplo un animal que se mueve a través de distintos tipos de elementos del paisaje. (*Fuente: Basado en R. T. T. (Forman, 1995). Land Mosaics. The Ecology of Landscapes and Regions. Cambridge University Press, 632 p.)*.

La conectividad acuática trata de la accesibilidad y transporte de materiales y organismos, a través de las aguas superficiales y subterráneas, entre diferentes parcelas de ecosistemas acuáticos de todo tipo.

Conflictos entre los Principios y Criterios y las leyes (Conflicts between the Principles and Criteria and laws): Situaciones en las que no es posible cumplir al mismo tiempo los Principios y Criterios y una determinada ley. *(Fuente: FSC 2011)*

Conservación / Protección (Conservation/Protection): Estos términos se utilizan indistintamente cuando se hace referencia a las actividades de manejo definidas para mantener la existencia de los valores ambientales o culturales a largo plazo. Las actividades de manejo pueden ir desde cero o intervenciones mínimas hasta un rango específico de intervenciones y actividades apropiadas definidas para mantener, o compatibles con el mantenimiento de estos valores identificados. *(Fuente: FSC 2011).*

Consentimiento Libre, Previo e Informado -CLIP- (Free, Prior, and Informed Consent -FPIC-) : Condición legal según la cual se puede decir que una persona o comunidad ha dado su consentimiento para la realización de una acción antes de su comienzo, basándose en una clara apreciación y comprensión de los hechos, implicaciones y futuras consecuencias de dicha acción, y en el conocimiento de todos los hechos relevantes en el momento en que se otorga el consentimiento. El Consentimiento Libre, Previo e Informado incluye el derecho de otorgar, modificar, retener o retirar la aprobación.
(Fuente: Basado en Preliminary working paper on the principle of Free, Prior and Informed Consent of Indigenous Peoples (…) (E/CN.4/Sub.2/AC.4/2004/4 8 July 2004) of the 22nd Session of the United Nations Commission on Human Rights, Sub-commission on the Promotion and Protection of Human Rights, Working Group on Indigenous Populations, 19-23 July 2004).

Control gerencial (Managerial control): Responsabilidad del mismo tipo que la definida para los directores corporativos de empresas comerciales en el derecho mercantil nacional y considerada por el FSC como también aplicable para las organizaciones del sector público. *(Fuente: FSC 2011)*

Crítico (Critical): El concepto de crítico o fundamental en el Principio 9 y en los Altos Valores de Conservación se refiere a su carácter insustituible y a aquellos casos en que la pérdida o los daños mayores a este Alto Valor de Conservación ocasionarían graves perjuicios o sufrimientos a los actores afectados. Un servicio del ecosistema se considera "crítico" (véase el AVC 4) cuando una interrupción de dicho servicio es probable que cause, o suponga, una amenaza de impactos negativos graves en el bienestar, la salud o la supervivencia de las comunidades locales, en el medio ambiente, en Altos Valores de Conservación, o en el funcionamiento de infraestructuras importantes (caminos, presas, edificios, etc.). El carácter "crítico" se refiere en este caso a la importancia y el nivel de riesgo para los recursos naturales y los valores ambientales y socioeconómicos. *(Fuente: FSC 2011)*

Criterio (Criterion): Medio para juzgar si un Principio (de Manejo Forestal Responsable) se ha cumplido o no. *(Fuente: FSC 1994).*

Deberá (shall): Indica un requisito del estándar

No deberá (shall not): Indica una prohibición

Debería y no debería (Should and should not): Indica una recomendación
(Fuente: Basado en ISO Guide 2, General Vocabulary section 7.1; and ISO/IEC Directives Part 2, (Fifth edition, 2004) Annex H, Verbal forms for the expression of provisions).

Derecho consuetudinario (Customary law): Un conjunto de derechos consuetudinarios interrelacionados pueden ser reconocidos como "derecho consuetudinario". En algunas jurisdicciones, el derecho consuetudinario es equivalente al derecho escrito, dentro de su área de competencia específica y puede reemplazar al derecho escrito para algunos grupos étnicos definidos u otros grupos sociales. En determinadas jurisdicciones, el derecho consuetudinario complementa al derecho escrito y se aplica en circunstancias específicas. *(Fuente: Basado en: N.L. Peluso and P. Vandergeest (2001), Genealogies of the political forest and customary rights in Indonesia, Malaysia, and Thailand. Journal of Asian Studies, 60 (3):761–812.)*

Derechos consuetudinarios (Customary rights): Derechos que resultan de una larga serie de acciones habituales o acostumbradas, que han sido constantemente repetidas, y que han adquirido fuerza de ley dentro de una unidad geográfica o sociológica a través de tal repetición y de una aceptación no interrumpida.
(Fuente: FSC 1994)

Derechos de uso (Use rights): Derechos para el uso de los recursos forestales de la Unidad de Manejo que pueden definirse mediante las costumbres locales, los acuerdos mutuos o aquellos prescritos por otras entidades que tengan derechos de acceso. Estos derechos pueden restringir el uso de algunos recursos, particularmente en lo relativo a los niveles específicos de consumo y a las técnicas de aprovechamiento. *(Fuente: FSC 2011).*

Derecho escrito (Statutory law or statute law): Conjunto de leyes contenidas en los Actos del Parlamento (legislatura nacional). *(Fuente: Traducción basada en la definición del Oxford Dictionary of Law).*

Disposición pública (Publicly available): De forma accesible u observable por el público en general.
(Fuente: Traducción basada en la definición del Collins English Dictionary, Edición 2003).

Diversidad biológica (Biological Diversity): Variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos, y los sistemas ecológicos de los que forman parte; incluye la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.
(Fuente: Convenio sobre la Diversidad Biológica (1992), Artículo 2)

Ecosistema (Ecosystem): Complejo dinámico de comunidades de plantas, de animales y de microorganismos y su medio no viviente, que interactúan como una unidad funcional.
(Fuente: Convenio sobre la Diversidad Biológica (1992), Artículo 2).

Ecosistemas nativos / condiciones naturales: Véase Condiciones naturales.

Enfermedad laboral (Occupational disease): Toda enfermedad contraída como resultado de la exposición a factores de riesgo que surjan a partir de la actividad laboral. *(Fuente: Organización Internacional del Trabajo (OIT), Oficina de Biblioteca y Servicios de Información, Tesauro OIT, como aparece en la página web de la OIT).*

Enfoque precautorio (Precautionary approach): Enfoque que determina que, cuando la información disponible indique que las actividades de manejo representan una amenaza de daños graves o irreversibles al medio ambiente o para el bienestar humano, La Organización tomará medidas explícitas y eficaces para prevenir los daños y evitar los riesgos al bienestar, aun cuando la información científica sea incompleta o no concluyente y cuando la vulnerabilidad y fragilidad de los valores ambientales sean inciertas. *(Fuente: Basado en el Principio 15 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, 1992 y la Declaración de la Conferencia de Wingspread sobre el Principio Precautorio, 23-25 de enero de 1998).*

Equidad de género (Gender equality): La equidad o igualdad de género significa que mujeres y hombres gozan de condiciones de igualdad para realizar en plenitud sus derechos humanos y para contribuir y beneficiarse del desarrollo económico, social, cultural y político. *(Fuente: Adaptación del Taller de FAO, FIDA y OIT sobre "Gaps, trends and current research in gender dimensions of agricultural and rural employment: differentiated pathways out of poverty", Roma, 31 de marzo al 2 de abril de 2009.)*

Escala (Scale): Medida de hasta qué punto una actividad de manejo o un hecho afectan un valor ambiental o una Unidad de Manejo, en el tiempo o en el espacio. Una actividad con una escala geográfica pequeña o baja afecta anualmente sólo a una pequeña proporción de la Unidad de Manejo; una actividad con una escala temporal pequeña o baja ocurre sólo con largos intervalos. *(Fuente: FSC 2011).*

Escala, Intensidad y Riesgo (Scale, Intensity and Risk): Véanse las definiciones individuales de 'escala', 'intensidad' y 'riesgo'.

Especies amenazadas (Threatened species): Especies que cumplen los criterios de la UICN (2001) para las Especies Vulnerables (abreviado oficialmente como VU, Vulnerable), en Peligro (EN, Endangered), o Críticamente en Peligro (CR Critically Endangered) y se encuentran en riesgo de extinción alto, muy alto o extremamente alto en su estado silvestre. Estas categorías podrían reinterpretarse, para los fines del FSC, de acuerdo con las clasificaciones oficiales nacionales (de importancia legal) y a las condiciones locales y densidades de población (que deberían afectar a las decisiones sobre las medidas de conservación apropiadas). *(Fuente: Basado en IUCN (2001). IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. IUCN Species Survival Commission. IUCN. Gland, Switzerland and Cambridge, UK).*

Especies exóticas (Alien species): Especies, subespecies o taxones menores, introducidos fuera de su rango de distribución natural pasado o presente, e incluyen cualquier parte, gametos, semillas, huevos o propágulos de tales especies que pudieran sobrevivir y, por tanto, reproducirse. *(Fuente: Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), Programa de Especies Exóticas Invasoras, Glosario, tal y como aparece en la página web del CDB).*

Especies invasoras (Invasive species): Especies que se expanden rápidamente fuera de su rango de distribución original. Las especies invasoras pueden alterar las relaciones ecológicas entre las especies nativas y pueden afectar las funciones del ecosistema y la salud humana. *(Fuente: Basado en la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza (UICN). Definiciones del Glosario de la página web de la UICN).*

Especies nativas (Native species): Especie, subespecie o taxón inferior que se presenta dentro de su área natural de distribución (pasada o presente) y de su potencial de dispersión (es decir, dentro de la distribución que ocupa naturalmente o que podría ocupar sin la introducción directa o indirecta o el cuidado del ser humano). *(Fuente: Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD). Programa sobre Especies Exóticas Invasoras. Glosario de la página web del CDB).*

Especies raras (Rare species): Especies poco comunes o escasas, pero no entran en la categoría de amenazadas. Estas especies se localizan en áreas geográficamente restringidas o hábitats específicos, o están distribuidas de forma escasa a gran escala. Esta definición es aproximadamente equivalente a la categoría de la UICN (2001) de Casi Amenazadas (abreviado oficialmente como NT, Near Threatened), incluyendo a las especies que están a punto, o tienen probabilidad de ser clasificadas como amenazadas en un futuro próximo. También es aproximadamente equivalente a la de "especies en peligro" (imperiled species). *(Fuente: Basado en IUCN (2001), IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. IUCN Species Survival Commission. IUCN. Gland, Switzerland and Cambridge, UK).*

Estatus legal (Legal status): Manera en la que la Unidad de Manejo está clasificada de acuerdo con la ley. En términos de tenencia, significa la categoría de tenencia, como tierra comunitaria, en arrendamiento, en plena propiedad, del Estado o del gobierno, etc. Si la Unidad de Manejo está siendo convertida de una categoría a otra (por ejemplo, de tierra del Estado a tierra comunitaria indígena), el estatus se refiere a la situación actual en el proceso de transición. En términos de administración, el estatus legal podría significar, por ejemplo, que la tierra es propiedad de la nación en su conjunto, pero es administrada en nombre de la nación por un departamento gubernamental, que a su vez lo arrienda a un operador del sector privado a través de una concesión. *(Fuente: FSC 2011)*

Externalidades (Externalities): Impactos positivos y negativos de las actividades sobre los actores sociales que no están involucrados directamente en dichas actividades, o sobre un determinado recurso natural, o en el medio ambiente. Las externalidades normalmente no forman parte de los sistemas de contabilidad estándar, de manera que los precios de mercado de los productos de estas actividades no reflejan normalmente los costos o beneficios totales. *(Fuente: FSC 2011).*

Función del ecosistema (Ecosystem function): Característica intrínseca del ecosistema relacionada con el conjunto de condiciones y procesos por los cuales un ecosistema mantiene su integridad (como la productividad primaria, la cadena alimenticia, y los ciclos biogeoquímicos). Las funciones del ecosistema incluyen procesos tales como la descomposición, la producción, el ciclo de nutrientes, los flujos de nutri¬entes y de energía. En el marco del FSC, esta definición incluye procesos ecológicos y evolutivos como el flujo genético y los regímenes de perturbaciones, los ciclos de regeneración y las etapas seriales de desarrollo ecológico (procesos de sucesión). *(Fuente: Basado en: R. Hassan, R. Scholes and N. Ash. 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. The Millennium Ecosystem Assessment Series. Island Press, Washington DC; and R.F. Noss. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. Conservation Biology 4(4):355–364).*

Genotipo (Genotype): Constitución genética de un organismo. *(Fuente: FSC 2011).*

Hábitat (Habitat): Lugar o tipo de ambiente en el que existe naturalmente un organismo o una población.
(Fuente: Basado en el Convenio sobre la Diversidad Biológica, Artículo 2).

Intensidad (Intensity): Medida de la fuerza, gravedad o potencia de una actividad de manejo u otro hecho que afecte la naturaleza de los impactos de las actividades. *(Fuente: FSC 2011).*

Involucrar o procesos para involucrar (Engaging or engagement): Proceso mediante el cual La Organización comunica, consulta y/o proporciona los medios para la participación de los actores interesados y/o afectados, garantizando que sus preocupaciones, deseos, expectativas, necesidades, derechos y oportunidades se toman en consideración durante el establecimiento, implementación y actualización del plan de manejo. *(Fuente: FSC 2011).*

Legal: De acuerdo con la legislación primaria (leyes locales o nacionales) o secundaria (reglamentos subsidiarios, decretos, órdenes, etc.). “Legal” también incluye las decisiones basadas en normas tomadas por entidades legalmente competentes, cuando dichas decisiones emanen directa y lógicamente de las leyes y reglamentos. Las decisiones tomadas por entidades legalmente competentes podrían no ser legales si no emanan directa y lógicamente de las leyes y reglamentos y si no están basadas en las normas sino en la discreción administrativa. *(Fuente: FSC 2011).*

Legalmente competente (Legally competent): Designado por ley para ejercer una determinada función. *(Fuente: FSC 2011).*

Lesiones laborales (Occupational injuries): Toda lesión corporal, enfermedad o muerte causadas por un accidente laboral. *(Fuente: Organización Internacional del Trabajo (OIT), Oficina de Biblioteca y Servicios de Información, Tesauro OIT, como aparece en la página web de la OIT).*

Ley aplicable (Applicable law): Ley aplicable a La Organización como persona física o jurídica que trabaja en o para la Unidad de Manejo y las leyes que afectan a la implementación de los Principios y Criterios del FSC. Esto incluye cualquier combinación de ley escrita (aprobada por el Parlamento) y jurisprudencia (interpretaciones de los tribunales), reglamentos subsidiarios, procedimientos administrativos asociados y la constitución nacional (si existe), que de manera invariable tiene prioridad legal sobre todos los demás instrumentos legales. *(Fuente: FSC 2011).*

Leyes locales (Local laws): Serie completa de leyes primarias y secundarias (leyes, ordenanzas, estatutos, decretos) que está limitada en cuanto a su aplicación a un distrito geográfico particular dentro de un territorio nacional, así como los reglamentos secundarios o los procedimientos administrativos terciarios (reglas / requisitos) cuya autoridad se deriva directa y explícitamente de estas leyes primarias y secundarias. Las leyes invocan su autoridad en última instancia del concepto westfaliano de soberanía del Estado Nación. *(Fuente: FSC 2011).*

Leyes nacionales (National laws): Serie completa de leyes primarias y secundarias (leyes, ordenanzas, estatutos, decretos) aplicables en el territorio nacional, así como los reglamentos secundarios y los procedimientos administrativos terciarios (normas / requisitos) cuya autoridad se deriva directa y explícitamente de estas leyes primarias y secundarias. *(Fuente: FSC 2011).*

Manejo adaptativo (Adaptive management): Proceso sistemático de mejora continua en las políticas y prácticas de manejo, mediante el aprendizaje a partir de los resultados de las medidas existentes. *(Fuente: Basado en la Unión Internacional de la Conservación de la Naturaleza, UICN. Definiciones del Glosario de la página web de la UICN).*

Objetivo (Objective): Fin básico establecido por La Organización para la empresa forestal, incluyendo las decisiones sobre políticas y la selección de medidas para alcanzar dicho fin. *(Fuente: Basado en F.C. Osmaston. 1968. The Management of Forests. Hafner, New York; and D.R. Johnston, A.J. Grayson and R.T. Bradley. 1967. Forest Planning. Faber & Faber, London).*

Organismo (Organism): Cualquier entidad biológica capaz de reproducirse o de transferir material genético. *(Fuente: Council Directive 90/220/EEC).*

Organismo genéticamente modificado (Genetically modified organism): Organismo al que se le ha alterado el material genético, de una forma que no se produce de manera natural mediante el apareamiento y/o recombinación natural. *(Fuente: Basado en el documento FSC-POL-30-602, Interpretación del FSC sobre los OGM (Organismos Genéticamente Modificados).*

Organización, La (The Organization): Persona o entidad que posee o solicita la certificación y es, por lo tanto responsable de demostrar que se cumplen los requisitos en los que está basada la certificación FSC. *(Fuente: FSC 2011).*

Paisaje (Landscape): Mosaico geográfico compuesto por ecosistemas que interactúan como respuesta a la influencia de la interacción de los suelos, el clima, la geología, la topografía, la biota y las influencias humanas en un área.
(Fuente: Basado en la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza, UICN. Definiciones del Glosario de la página web de la UICN).

Pesticida (Pesticide): Cualquier sustancia o preparación elaborada o empleada para proteger a las plantas, la madera o a otros productos vegetales contra las plagas; para controlar las plagas; o para hacer que tales plagas se vuelvan inocuas. (Esta definición incluye a insecticidas, raticidas, acaricidas, molusquicidas, larvicidas, fungicidas y herbicidas).
(Fuente: FSC-POL-30-001, Política FSC sobre Plaguicidas, 2005).

Plan de Manejo (Management plan): Conjunto de documentos, informes, registros y mapas que describen, justifican y regulan las actividades llevadas a cabo por cualquier administrador, miembro del personal u,organización dentro o en relación con la Unidad de Manejo, incluyendo las declaraciones de objetivos y políticas. *(Fuente: FSC 2011)*

Plantación (Plantation): Área forestal establecida por plantación o siembra, utilizando especies nativas o exóticas, frecuentemente con una o pocas especies, espaciamiento uniforme y coetaneidad, y que carece de las características principales y los elementos clave de los bosques naturales. En los Estándares FSC de Manejo Forestal Responsable se podría incluir una descripción más detallada de las plantaciones y con descripciones y ejemplos apropiados, tales como:

• Las áreas que inicialmente hubieran entrado en esta definición de “plantación”, pero que con el paso de los años, llegan a contener muchas o casi todas las características y elementos clave de los ecosistemas nativos, se podrían clasificar como bosques naturales.

• Las plantaciones manejadas para restaurar y mejorar la diversidad biológica y de los hábitats, la complejidad estructural y la funcionalidad del ecosistema, podrían también, tras el paso del tiempo, clasificarse como bosques naturales.

• Los bosques boreales o templados del norte, compuestos de forma natural por una o pocas especies de árboles, en los que se utiliza una combinación de regeneración natural y artificial para regenerar el bosque con las mismas especies nativas, con la mayoría de las características principales y los elementos clave de los ecosistemas nativos en ese lugar, podrían considerarse bosques naturales y esta regeneración no se consideraría por sí misma conversión a plantaciones.

(Fuente: FSC 2011)

Principio (Principle): Regla o elemento esencial; en el caso del FSC, de manejo forestal responsable. *(Fuente: FSC 1994).*

Productos forestales no maderables (PFNM) (Non-timber forest products): Todos los productos procedentes de la Unidad de Manejo que no sean de madera. (*Fuente: FSC 2011).*

Propiedad intelectual (Intellectual property): Prácticas, así como conocimientos, innovaciones y otras creaciones de la mente. *(Fuente: Basado en el Convenio sobre la Diversidad Biológica, Artículo 8j y en World Intellectual Property Organization What is Intellectual Property? WIPO Publication No. 450(E). Sin fecha).*

Protección: Véase Conservación.

Protocolo científico internacionalmente aceptado (Internationally accepted scientific protocol): Procedimiento con base científica previamente definida, que está publicado por una red o asociación científica internacional o citado frecuentemente en las publicaciones científicas internacionales. *(Fuente: FSC 2011)*

Pueblos Indígenas (Indigenous Peoples): Personas y grupos de personas que pueden identificarse o caracterizarse como sigue:

- La característica o criterio clave es la autoidentificación como Pueblos Indígenas a nivel individual y la aceptación De la comunidad como uno de sus miembros;
- La continuidad histórica con las sociedades precoloniales y/o anteriores al asentamiento de otros pueblos;
- Un fuerte vínculo con los territorios y los recursos naturales circundantes;
- Sistemas sociales, económicos o políticos diferentes;
- Idioma, cultura y creencias diferentes;
- Conformación de grupos sociales no dominantes;
- Resolución de mantener y reproducir sus ambientes y sistemas ancestrales como pueblos y comunidades singulares.

(Fuente: Adaptado de: United Nations Permanent Forum on Indigenous, Factsheet 'Who are Indigenous Peoples' October 2007; United Nations Development Group, 'Guidelines on Indigenous Peoples' Issues' United Nations 2009, United Nations Declaration on the Rights of Indigenous Peoples, 13 September 2007).

Pueblos Tradicionales (Traditional Peoples): Los Pueblos Tradicionales son grupos sociales o pueblos que no se identifican a sí mismos como indígenas y que afirman gozar de derechos sobre sus tierras, bosques y otros recursos, basándose en costumbres ancestrales o en la ocupación y uso tradicionales. *(Fuente: Forest Peoples Programme (Marcus Colchester, 7 de octubre de 2009)*.

Ratificado (Ratified): Proceso mediante el cual, una legislatura nacional o algún mecanismo legal equivalente aprueba una ley, convenio o acuerdo (incluyendo acuerdos ambientales multilaterales) de carácter internacional, de forma que dicha ley, convenio o acuerdo internacional pasa a formar parte automáticamente de la legislación nacional o pone en marcha el desarrollo de una ley nacional para otorgarle el mismo efecto legal. *(Fuente: FSC 2011).*

Razonable (Reasonable): Considerado justo o apropiado para las circunstancias o fines, basándose en la experiencia general. *(Fuente: Traducción basada en la definición del Shorter Oxford English Dictionary).*

Refugio (Refugia): Área aislada donde no han ocurrido cambios importantes ocasionados típicamente por cambios climáticos o por perturbaciones, como las ocasionadas por el ser humano y donde las plantas y los animales característicos de la región pueden sobrevivir. *(Fuente: Glen Canyon Dam, Adaptive Management Program Glossary, como se proporciona en la página web de Glen Canyon Dam).*

Registro legal (Legal registration): Licencia legal nacional o local o una serie de permisos para operar como empresa, con derecho a comprar y vender productos y/o servicios de forma comercial. La licencia o permisos pueden ser otorgados a un individuo, una empresa de propiedad privada o una entidad pública. El derecho a comprar y vender productos y/o servicios no implica la obligación de hacerlo, por lo que el requisito del registro legal es aplicable también a las Organizaciones que operan Unidades de Manejo y puede ser que no vendan ni productos ni servicios, pero que podrían, por ejemplo, proporcionar espacios recreativos o dedicarse a la conservación de la biodiversidad o de hábitats. *(Fuente: FSC 2011).*

Resiliencia (Resilience): Capacidad de un sistema de mantener las funciones y procesos clave frente al estrés o a las presiones, ya sea resistiendo o adaptándose al cambio. La resiliencia puede aplicarse tanto a los sistemas ecológicos como a los sociales. *(Fuente: IUCN World Commission on Protected Areas (IUCN-WCPA). 2008. Establishing Marine Protected Area Networks – Making it Happen. Washington D.C.: IUCN-WCPA National Oceanic and Atmospheric Administration and The Nature Conservancy).*

Respaldar (Uphold): Reconocer, respetar, sostener y apoyar. *(Fuente: FSC 2011).*

Restaurar / restauración (Restore/ Restoration): Estas palabras se usan con diferentes sentidos, en función del contexto, como también ocurre en el lenguaje cotidiano. En algunos casos, “restaurar” significa reparar el daño a los valores ambientales que se deriva de las actividades de manejo o de otras causas. En otros casos, “restaurar” significa implantar condiciones más naturales en lugares que han sido fuertemente degradados o convertidos a otros usos del suelo. En los Principios y Criterios, la palabra “restaurar” no se utiliza para designar la reimplantación de determinados ecosistemas prehistóricos, preindustriales o que existían con anterioridad. *(Fuente: FSC 2011)*

La Organización no está obligada a restaurar necesariamente los valores ambientales afectados por factores fuera de su control, como por ejemplo, desastres naturales, cambio climático, o actividades de terceros legalmente autorizadas, como infraestructuras públicas, minería, caza o asentamientos. El documento FSC-POL-20-003, Escisión de Áreas del Alcance de la Certificación, describe los procesos por los cuales dichas áreas pueden escindirse del área certificada, en los casos en que sea apropiado.

La Organización tampoco está obligada a restaurar los valores ambientales que pudieron haber existido en algún momento en el pasado histórico o pre-histórico, o que hayan sido afectados negativamente por anteriores propietarios u Organizaciones. Sin embargo, se espera que La Organización ponga en marcha medidas razonables para mitigar, controlar y prevenir la degradación ambiental que se pueda seguir produciendo en la Unidad de Manejo como consecuencia de dichos impactos previos.

Riesgo (Risk): La probabilidad de un impacto negativo inaceptable producido por cualquier actividad en la Unidad de Manejo, combinado con la gravedad de sus consecuencias. *(Fuente: FSC 2011)*

Salario mínimo vital (Living wage): Nivel salarial suficiente para satisfacer las necesidades vitales básicas de una familia de tamaño medio en una economía determinada. *(Fuente: Organización Internacional del Trabajo (OIT), Oficina de Biblioteca y Servicios de Información, Tesauro OIT, como aparece en la página web de la OIT).*

Servicios del ecosistema (Ecosystem services): Beneficios que la gente obtiene de los ecosistemas. Por ejemplo:

a. el suministro de servicios, como los alimentos, los productos forestales y el agua;

b. la regulación de servicios, como el control de inundaciones, de sequías, de la degradación del terreno, de la calidad del aire, del clima y de las enfermedades;

c. servicios de apoyo, como la formación del suelo y el ciclo de nutrientes; y

d. servicios y valores culturales como beneficios recreativos, espirituales, religiosos y otros no materiales.

(Fuente: Basado en R. Hassan, R. Scholes and N. Ash. 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. The Millennium Ecosystem Assessment Series. Island Press, Washington DC).

Significativo (Significant): Para los fines del Principio 9, AVC 1, 2 o 6, existen tres formas principales para reconocer su carácter significativo:

• La designación, clasificación o estatus de conservación reconocido, asignado por una entidad internacional como la UICN o Birdlife International.

• La designación por las autoridades nacionales o regionales, o por una organización responsable de conservación nacional, basándose en su concentración de biodiversidad.

• El reconocimiento voluntario por parte del responsable del manejo, propietario u Organización, basándose en la información disponible o en la presencia conocida o sospechada de concentraciones de biodiversidad significativas, incluso cuando no se haya designado de manera oficial por otras entidades.

Cualquiera de estas formas sirve para justificar la designación como AVC 1, 2 y 6. Muchas regiones del mundo han recibido reconocimiento por la importancia de su biodiversidad, medida de muchas maneras diferentes. Los mapas y clasificaciones existentes de las áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad juegan un rol esencial en la identificación de la presencia potencial de los AVC 1, 2 y 6. (Fuente: FSC 2011).

Silvicultura (Silviculture): Arte y la ciencia de controlar el establecimiento, crecimiento, composición, salud y calidad de los bosques y las áreas boscosas para que satisfagan las diversas necesidades y valores de los propietarios de tierras y de la sociedad sobre una base sostenible. *(Fuente: Nieuwenhuis, M. (2000), Terminology of Forest Management. IUFRO World Series Vol. 9. IUFRO 4.04.07 SilvaPlan and SilvaVoc).*

Tenencia (Tenure): Acuerdos definidos socialmente por individuos o grupos reconocidos por estatutos legales o por normas consuetudinarias, referente al “conjunto de derechos y responsabilidades” de propiedad, posesión, acceso y/o uso de una unidad particular de tierra, o los recursos asociados dentro de la misma (tales como árboles individuales, especies de plantas, aguas, minerales, etc.) *(Fuente: Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza, UICN. Definiciones del Glosario que aparece en la página web).*

Tierras y territorios (Lands and territories): Para los fines de los Principios y Criterios, tierras o territorios que las poblaciones indígenas o las comunidades locales han poseído tradicionalmente o han utilizado u ocupado de forma consuetudinaria y en las que el acceso a los recursos naturales es vital para la sostenibilidad de sus culturas y sus medios de vida. *(Fuente: Basado en: World Bank safeguard OP 4.10 Indigenous Peoples, section 16 (a). July 2005.).*

Trabajadores (Workers): Todas las personas empleadas, incluyendo a los empleados del sector público, así como a los trabajadores por cuenta propia. Abarca a los empleados a tiempo parcial y estacionales, de todos los rangos y categorías, incluyendo los peones, los administradores, los supervisores, los ejecutivos, los empleados de los contratistas así como los contratistas y subcontratistas por cuenta propia. *(Fuente: Basado en el Convenio 155 de la OIT sobre la Seguridad y la Salud en el Trabajo, 1981).*

Unidad de Manejo (Management Unit): Una o varias áreas geográficas que se someten a certificación FSC, con límites claramente definidos, que se manejan de acuerdo con un conjunto de objetivos explícitos y a largo plazo, que están expresados en un plan de manejo. Esta área o áreas incluyen:

• Todas las instalaciones y superficies localizadas en el interior o en zonas adyacentes a esas áreas geográficas bajo título válido o control gerencial de La Organización u operadas por La Organización, o en nombre de la misma, con el fin de contribuir a los objetivos de manejo; y

• Todas las instalaciones y superficies localizadas fuera o en zonas no adyacentes a esas áreas geográficas, operadas por La Organización, o en nombre de la misma, con el fin exclusivo de contribuir a los objetivos de manejo. *(Fuente: FSC 2011)*

Valores ambientales (Environmental values): El siguiente conjunto de elementos del ambiente humano y biofísico:

a. Funciones del ecosistema (incluyendo el secuestro y almacenamiento de carbono);

b. Diversidad biológica;

c. Recursos hídricos;

d. Suelo;

e. Atmósfera;

f. Valores paisajísticos (incluyendo los valores culturales y espirituales).

El valor real atribuido a estos elementos depende de las percepciones humanas y sociales. *(Fuente: FSC 2011).*

Valores paisajísticos (Landscape values): Se pueden visualizar como capas de percepciones humanas superpuestas encima del paisaje físico. Algunos valores paisajísticos, como el valor económico, recreativo, de subsistencia o la calidad visual, están estrechamente relacionados con los atributos físicos del paisaje. Otros, como el valor intrínseco o espiritual, son de carácter más simbólico, y están influenciados más por la percepción individual o la construcción social que por los atributos físicos del paisaje. *(Fuente: Basado en la página web del Landscape Value Institute).*

Viabilidad económica (Economic viability): Capacidad de desarrollar y sobrevivir como una unidad social, económica o política relativamente independiente. La viabilidad económica puede requerir rentabilidad pero estas dos palabras no son sinónimas. *(Fuente: Basado en WEBSTEa, como aparece en la página web de la Agencia Ambiental Europea).*

Zonas de conservación y Áreas de protección (Conservation zones and Protection Areas): Zonas definidas que están designadas y manejadas principalmente para la salvaguardia de especies, hábitats, ecosistemas, características naturales u otros valores específicos del lugar, debido a sus valores naturales, ambientales o culturales.
También pueden estar designadas y manejadas para fines de monitoreo, evaluación o investigación, no excluyendo necesariamente otras actividades de manejo. En el marco de los Principios y Criterios, estos términos se usan indistintamente, sin implicar que uno siempre implica un mayor grado de conservación o protección que el otro. El término “área protegida” no se utiliza para estas zonas, porque implica un estatus legal u oficial, contemplado en las regulaciones nacionales de muchos países. En el contexto de los Principios y Criterios, el manejo de estas áreas debería implicar una conservación activa, y no simplemente una protección pasiva. *(Fuente: FSC 2011).*

Forest Stewardship Council®

FSC®

20 Years of growth with FSC® 1994-2014

Forest Stewardship Council
Secretariado Internacional
Charles-de-Gaulle-Str. 5
53113 Bonn, Germany

FSC® F000100

+49-(0)228-36766-0
+49-(0)228-36766-30
policy.standards@fsc.org