



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE

FACULTAD DE HISTORIA, GEOGRAFIA Y CIENCIA POLITICA

INSTITUTO DE GEOGRAFIA

PASADO, PRESENTE Y FUTURO:

ESCENARIOS DE EVOLUCIÓN ESPACIAL DEL SISTEMA

SOCIOECOLÓGICO EN LA COMUNA DE CONSTITUCIÓN, REGIÓN DEL

MAULE, CHILE.

por

KATHERINE GABRIELA HERMOSILLA PALMA

Tesis presentada al Instituto de Geografía de la Pontificia Universidad Católica de Chile, para optar al título de Doctora en Geografía.

Dr. PATRICIO PLISCOFF

Director

Dr. CRISTIÁN HENRÍQUEZ

Profesor Co-tutor

Dra. DANIELA MANUSCHEVICH

Profesora Informante

Diciembre 2021

Santiago, Chile

@2021, Katherine Gabriela Hermosilla Palma

A mi esposo Alexis Vicencio

A mis hijos Felipe, Alonso y mi hija Amparo

A mis padres Marco y Mary

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios

Gracias a mi compañero de aventuras, Alexis Vicencio por todo su apoyo, a mis hijos Felipe, Alonso y a mi hija Amparo.

Gracias a mis padres Marcos Hermosilla y María Elisa Palma, a mi hermano Alexis, a Evelyn y mis sobrinos Lucas, Magdalena y Rafaela.

Gracias a mi suegra Norma Díaz, mi suegro Juan Vicencio, mis cuñadas Mary, Sandra Lizet y cuñado Juan.

Gracias a la familia Hermosilla en su plenitud y a la familia Palma.

Gracias a mis profesores. Patricio Pliscoff por su constante apoyo en todo este proceso. Cristian Henríquez por su tiempo y dedicación, a Daniela Manushevich por su apoyo en el proceso. Muy en especial a Fernando Peña, por su apoyo en todo mi proceso de académica y profesional, por ser mi mentor, por su entrega de conocimientos y por su constante apoyo en todo.

Gracias al Instituto de Geografía, a todos sus académicos y académicas, en especial a Rodrigo Hidalgo y Federico Arenas, por su constante apoyo no solo en lo académico sino también en lo humano y personal.

Gracias a todos mis amigos y amigas del doctorado Vannia, Claudia, y muy en especial a la generación 2015 Pablo, Jorge, Félix, Voltaire, Rodrigo y Claudia, sin duda grandes amigos que quedarán por siempre.

Gracias a mis colegas del Campus Villarrica UC, por su apoyo en este proceso, a Karen Cartagena, Andrea Opazo, Valentina Díaz, Cecilia Ibáñez, Gonzalo Valdivieso, Francisca de la Maza, Andrés Ried y en especial a mi amigo que ya no está Manuel Gedda Ortiz.

Gracias a colegas del Laboratorio de Planificación Territorial, Patricia Gutiérrez, Miguel Escalona, Gonzalo Rebolledo, Rodrigo Díaz, Javier Ortiz, José Felipe Fernández, José Tomas Millán, Marco Carrasco, Estefany Arrepol, Eduardo Fernández, Daniel Rozas.

Gracias a todos y todas.

CONTENIDO

RESUMEN	2
CAPITULO I	5
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	5
Historia Forestal en la zona central de Chile.	5
El modelo Neoliberal y su incentivo en la industria forestal	8
Transformaciones del Sistema Socioecológico en el Chile Central	10
Efectos de la sustitución del bosque nativo	12
La comuna de Constitución y el sistema socioecológico	14
OBJETIVOS E HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	16
Objetivo General.....	16
Objetivos específicos	16
Hipótesis de trabajo	16
CAPITULO II.....	17
MARCO TEÓRICO	17
SISTEMAS SOCIOECOLOGICOS.....	17
Uso de Suelo	24
Servicios Ecosistémicos.....	29
Contexto nacional	36
CAPITULO III	42
ANTECEDENTES DEL ÁREA DE ESTUDIO Y METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN EN EL SISTEMA SOCIOECOLÓGICO DE LA COMUNA DE CONSTITUCIÓN.....	42
Antecedentes del área de estudio	42
Metodología	43
CAPITULO IV	62
DINAMICA DE USO DE SUELO	62
TRANSICIONES DE USO DE SUELO, LA INSTAURACION DE LAS PLANTACIONES FORESTALES.	62
Consideraciones finales	74

CAPITULO V	75
DINAMICA SISTEMA SOCIOECOLÓGICO COMUNA DE COSNTITUCION.	75
AMBITO SOCIO ECONOMICO	76
Síntesis Ámbito bio-físico-ambiental	96
SISTEMA SOCIAL	97
Síntesis sistema social.....	106
Uso de suelo.....	107
Sistema ecologico	108
Servicio ecosistemico – Calidad de habitat	109
Consideraciones finales	111
CAPITULO VI	115
MODELOS DE ESCENARIOS DEL SISTEMA SOCIOECOLOGICO	115
CAPITULO VII.....	120
SISTEMA SOCIOECOLÓGICO COMUNA DE CONSTITUCIÓN Y SUS ESCENARIOS, ¿QUE DEPARA EL FUTURO?.....	120
CAPITULO VIII	125
CONCLUSIONES	125
CAPITULO IX	128
BIBLIOGRAFIA	128

RESUMEN

La zona central de Chile ha sufrido un proceso de cambio del paisaje durante más de 100 años. Durante los últimos 50 años estos han sido más intensos y son posibles de evidenciar. La comuna de Constitución en la región del Maule ha sido una de las áreas con la transformación del paisaje más significativa debido a las plantaciones forestales, siendo una de las primeras zonas de Chile en donde comienza la industria forestal. Esta comuna ha sufrido una transformación del paisaje que se puede utilizar como modelo para caracterizar los cambios en el paisaje experimentado en Chile. La presente investigación tiene como objetivo general analizar la evolución espacial del sistema socioecológico en la comuna de Constitución, Región del Maule. Caracterizar su dinámica temporal y generar escenarios de usos de suelos.

El método a utilizar fue la fotointerpretación de fotografías aéreas (1955,1978) e imágenes satelitales (1975, 1087, 1998, 2004 y 2014). Por medio de estas se generó el análisis de la dinámica de cambio y de patrones espaciales. Posteriormente se determinó la provisión de servicio ecosistémico de hábitat. Para el análisis del sistema socioecológico se analizaron desde fuentes secundarias como INE las dinámicas sociales y económicas de la comuna, desde los años 1952, 1970, 1982, 1992, 2002 y 2017. Luego se determinaron escenarios retrospectivos normativos, escenario tendencial, escenario de conservación, y escenario de conservación y regulación.

El estudio muestra que el área cubierta con vegetación natural es significativa en el año 1955 (67% Bosques y matorrales). La tasa de forestación se intensificó significativamente, pasando del 24% entre los años 1955-1978 al 78% en el período 1978-2014. Otro resultado relevante es la comparación de tipos de especies vegetales existentes durante 1955 y las existentes en el año 2014, como una forma de visualizar la disminución de la biodiversidad y como la transformación del paisaje influye sobre este. Ya en el análisis propio del sistema socioecológico del territorio, el sistema social este marcado por 2 elementos, su dinámica poblacional y la dinámica de asentamientos. Ambos elementos ligados a las migraciones y las distintas acciones que hicieron posible las transformaciones en las actividades económicas de la comuna.

Estos resultados dieron cuenta del impacto de las plantaciones forestales, esto se ratifica con la modelación de los escenarios retrospectivos en donde se evidencia que al haber considerado desde los años 1931 una política integrada de regulación y fiscalización de las acciones en el territorio, no se habría modificado en tal magnitud el territorio y no se habrían producido cambios drásticos en el paisaje y en el sistema socioecológico de la comuna de Constitución. De acuerdo a lo analizado se deja claro que no es posible hacer políticas sin modificar el sistema económico. El actual modelo extractivista no es sustentable. Es relevante velar por la conservación de los biomas naturales, teniendo en consideración que la naturaleza es esencial para la existencia humana y la buena calidad de vida, es por ello que se debe de tener nuevas miradas de gestión y ordenamiento de los territorios, considerando no solo los beneficios económicos, sino también otorgándole la importancia a lo natural y a la sociedad, pensando en sistemas socioecológicos.

INTRODUCCION

Desde los años 1960 a los 2000, existió una gran presión en el uso de suelo para la ampliación de tierras aptas para las plantaciones forestales comenzando con el bosque nativo, para luego dar paso a las tierras aptas para la agricultura y ganadería. El transcurso de estos años refleja un cambio continuo con relación a las transformaciones territoriales desde el punto de vista social y ecológico. Para comprender e identificar las dinámicas territoriales involucradas es que se estudia el sistema socioecológico, teniendo en consideración tanto los efectos en el sistema social como en el sistema ecológico, comprendiendo las interacciones y relaciones complejas producidas en los últimos 60 años.

De acuerdo a Echeverría et al (2006) y el estudio elaborado entre 1975 y 2000 con relación a la modificación del paisaje en Chile se destaca que, entre sus principales resultados, ha existido un aumento de la superficie de plantaciones exóticas, ocasionando una fuerte pérdida de bosque nativo, generando cambios en el patrón que, a su vez, han propiciado la fragmentación del bosque nativo. Esta trayectoria temporal, como lo describen otros estudios que corroboran el aumento en plantaciones exóticas, ha llevado a la modificación de la matriz de uso en la zona centro sur de Chile, generando así una modificación del paisaje, provocando disminuciones de bosque nativo y matorral, junto a la reducción en superficies de terreno agrícola y además trayendo como consecuencias tanto a nivel ecológico como a nivel social (Miranda et al., 2016; Zamorano-Elgueta et al., 2015). Junto al rápido proceso de expansión de las plantaciones, ocurrieron problemas de migraciones rural-urbano, y un crecimiento explosivo de pueblos (Frene & Nuñez 2010). Esta dinámica se manifiesta gradualmente a mediados de los años 1970, a través de la venta directa de un propietario agropecuario a la empresa forestal, o bien, desde las licitaciones públicas que encabezó la CORA (Corporación de la Reforma Agraria) luego del proceso de Reforma Agraria. Luego de la adquisición de predios, los empresarios continuaban la compra de terrenos adyacentes a los suyos por medio de ofertas con pago al contado, para terminar con un franco hostigamiento a aquellos propietarios que se negaran a vender sus predios. Pero la venta de terrenos para fines forestales también respondió a la existencia de una agricultura de subsistencia en situación de abandono (Unda & Ravera, 1994: 16). En relación a los impactos al sistema ecológico, de acuerdo a Heilmayr et al., (2016), las plantaciones forestales desplazaron directamente las zonas de bosque nativo durante los años 1986 al 2001, provocando impactos ecológicos adversos importantes en todo el país. De acuerdo a Pliscoff (2015) la zona donde se concentran los ecosistemas que han sufrido una mayor pérdida de superficie natural coincide con el área que ha presentado la mayor dinámica de la cobertura natural y antrópica, el Chile Central, igualmente es en esta área en donde se encuentran los tipos de ecosistemas más amenazados, siendo sus pérdidas recientes y asociadas a la dinámica del sector forestal.

La comuna de Constitución ha desarrollado distintos procesos de transformación en su territorio. Existen en la actualidad distintos instrumentos de planificación que llevan a la ordenación del territorio, pero a pesar de ellos, es importante evidenciar o registrar cuáles fueron esos cambios y como se gestaron alrededor del tiempo y como hoy en día los podemos abordar de mejor manera. Sumando lo anterior, la presente investigación se interroga por las tensiones espaciales

en la evolución del sistema socioecológico de la comuna de Constitución y su contexto regional, donde la relación a la modificación de su territorio a causa de las plantaciones forestales explicaría principalmente los cambios descritos, entre otros.

El objetivo general es analizar la evolución espacial del sistema socioecológico en la comuna de Constitución, Región del Maule. Caracterizar su dinámica temporal y generar escenarios de usos de suelos. Entre los objetivos específicos se determinó la dinámica de uso de suelo durante los últimos 60 años en la comuna de Constitución, analizar la dinámica del sistema socioecológico, considerando la provisión de servicios ecosistémicos, cambios de usos de suelo y la dinámica del medio social y económico y por último generar modelos de escenarios normativos retrospectivos del sistema socioecológico.

Los objetivos se lograron de acuerdo a metodologías específicas, como utilizar fue la fotointerpretación de fotografías aéreas (1955,1978) e imágenes satelitales (1975, 1987, 1998, 2004 y 2014). Por medio de estas se generó el análisis de la dinámica de cambio y de patrones espaciales. Posteriormente se determinó la provisión de servicio ecosistémico de hábitat. Para el análisis del sistema socioecológico se analizaron desde fuentes secundarias como INE las dinámicas sociales y económicas de la comuna, desde los años 1952, 1970, 1982, 1992, 2002 y 2017. Luego se determinaron escenarios retrospectivos normativos, escenario tendencial, escenario de conservación, y escenario de conservación y regulación.

El presente documento se ordena en capítulos de acuerdo a los objetivos planteados en la investigación.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION

HISTORIA FORESTAL EN LA ZONA CENTRAL DE CHILE.

La extracción de madera comienza casi de la mano con la organización administrativa colonial, estableciéndose en Chile como actividad económica hacia fines del siglo XVI. Se inicia, también en estas fechas, un proceso sistemático de deforestación del territorio nacional.

La madera, utilizada para la construcción y en el abastecimiento de energía de las nuevas ciudades y la incipiente actividad minera en el norte y centro del país, fue una de las principales causas de la deforestación en la zona central (Camus, 2006). La habilitación expansiva de tierras para la agricultura y ganadería hacia el sur, instaló que los bosques fueran percibidos como barrera frente al avance de la colonización, siendo una práctica común el roce a fuego, profusamente utilizado hasta mediados del siglo XX, con el fin de abrir espacios a actividades productivas (Prado, 2016). Durante el mismo periodo se abren mercados de exportación de trigo a Perú, Estados Unidos (California), Inglaterra y Australia, generando una enorme presión sobre los bosques de la Cordillera de la Costa, especialmente en las zonas de Biobío, Malleco y Cautín. De acuerdo a estadísticas de esa época, de 70.000 quintales métricos (qm) de trigo exportados en 1870, se llegó a 897.000 qm en 1885 (Camus, 2006). Chile se consolidó como país exportador de trigo, al mismo tiempo que deforestó sus suelos con el objetivo de ampliar su frontera agrícola y alcanzar mayor productividad. Sin embargo, hacia 1930, se inició un período de decadencia del ciclo cerealero, sometiendo a los espacios rurales al juego de los mercados globales. Estas tierras habrían sufrido un proceso de agotamiento y erosión, y una reducción de los recursos hídricos disponibles, todo lo cual habría provocado una reducción progresiva de los rendimientos de cultivos (Camus, 2000). La agricultura, que debía levantar al sistema en su conjunto, trajo consigo la destrucción de gran parte de los suelos de la Cordillera de la Costa desde la Región del Maule a La Araucanía (Otero, 2006).

Luego de estos resultados, el Estado chileno propone distintas acciones para revertir el problema de los suelos degradados. Un primer paso legal está en la creación del Decreto Ley 4363, dictado en 1931, y más conocido como “Ley de Bosques”, cuyos objetivos fundamentales estuvieron en normar el uso del fuego como mecanismo de control de inventarios y proporcionar incentivos a la reforestación para evitar el déficit proyectado en la disponibilidad futura de la madera (Frêne & Núñez, 2010). Gracias a los incentivos de esta ley se plantaron grandes extensiones, destacando las establecidas por la Compañía Manufacturera de Papeles y Cartones (CMPC) en la zona de Concepción y las de Cholguán, desarrolladas por la Comunidad Irrarázaval Larraín a partir de 1935. En 1952, éstas alcanzaban las 8.000 hectáreas, sentando las bases de la primera empresa industrial de madera prensada del

país. También se destaca lo realizado por la Caja Nacional de Empleados Públicos en la Provincia de Ñuble (CORMA, 2002).

Tal como acontece en otros sectores clave, la participación de la Corporación de Fomento, creada en 1939, financió el establecimiento de importantes emprendimientos forestales asociándose con particulares, como la Sociedad Forestal Colicheu (1941), la Sociedad Agrícola y Ganadera Rucamanqui (1942), la Sociedad Forestal Maule (1942) y la Hacienda Canteras en la Provincia del Biobío, todos en base a plantaciones de pino y eucalipto (Camus, 2006). Durante la presidencia de Eduardo Frei Montalva (1964-1970), la política forestal adquiere una nueva dinámica al incorporarse directamente el Estado en el esfuerzo de forestación. Un hito en materia de esta institucionalidad lo constituye la creación de la Corporación de Reforestación (COREF) en mayo de 1970. Para asegurar el cumplimiento de su objetivo se decidió crear un organismo de derecho privado, ágil, con personal especializado y un adecuado presupuesto. El denominado “Plan Colchagua”, primer programa de la Corporación de Reforestación fue el punto de partida de las plantaciones masivas realizadas principalmente en terrenos erosionados y en desuso de la Cordillera de la Costa en las regiones de O’Higgins y Maule (Prado, 2016). Así, junto con el inicio de un proceso de reforestación en áreas abiertas y degradadas, se crearon empresas del Estado en el área forestal, como por ejemplo Forestal Arauco, Celulosa Arauco y Celulosa Constitución, todas iniciativas de CORFO (Corporación de Fomento de la Producción), (Otero, 2006). Para 1974 existían en el país cerca de 300.000 hectáreas de plantaciones forestales, especialmente de pino radiata, resultado de la aplicación de la Ley de Bosques de 1931, y de los esfuerzos de las empresas privadas que utilizaban las plantaciones como materia prima para sus industrias y del programa de reforestación que propició el gobierno entre los años 1969 y 1973 (Prado, 2016).

El gobierno vigente en 1974, reconoció al sector forestal como estratégico en el desarrollo económico del país debido, principalmente, a sus ventajas comparativas (condiciones naturales de suelo y clima) que se adaptaban perfectamente a la política de apertura al comercio exterior que estaba en preparación (Cabaña, 2011). El Decreto Ley N°701 no viene a más que confirmar estos incentivos y proyecciones, al articularse como instrumento en el potenciamiento de la forestación y el desarrollo del sector. Establece con estos fines una bonificación del 75% de los costos netos de forestación, incluyendo también actividades de manejo, estabilización de dunas y gastos de administración. Además, mantiene lo establecido en la ley de 1931, con relación a eximirse del impuesto territorial a los terrenos forestados haciendo uso de los beneficios de esta ley, los que tampoco se incluirán en el cálculo del impuesto global complementario ni de la renta presunta. También establece una exención parcial del impuesto a las utilidades obtenidas con la explotación de las plantaciones, declarando que los terrenos incluidos en el plan de manejo de forestación serán inexpropiables (Prado, 2016). Como era de esperarse, el sector privado reaccionó favorablemente al estímulo que significó la promulgación del D.L. 701 y comenzó rápidamente a sustituir la labor de forestación que realizaba el Estado, la que se convierte en marginal a partir del año 1980 (Cabaña, 2011).

En los siguientes años el sector forestal se expandió a un ritmo sin precedentes. La superficie plantada con especies exóticas aumentó de 394.579 hectáreas en 1976 a 1.129.453 hectáreas en 1997. La producción física de la industria forestal creció proporcionalmente. Solo en 1974, se

produjeron 1.398.500 toneladas de madera, mientras que en 1989 se alcanzó las 2.680.000 toneladas, y en 2007 superaban los ocho millones de toneladas (Camus, 2006).

Desde la promulgación del D.L 701 en 1974, este ha tenido diferentes variaciones. En 1998 fue renovado bajo el gobierno de Eduardo Frei Ruiz-Tagle, por un periodo de 15 años (Ley N° 19.561), incorporándose un tramo retroactivo desde el 1° de enero de 1996. Para 2010, el gobierno de Sebastián Piñera logró su renovación por dos años (Ley N° 20.488), siendo recibida por el Parlamento como prórroga al D.L. N° 701. En mayo de 2015, el segundo gobierno de Michele Bachelet envió a la Cámara de Diputados un Proyecto de Ley para prorrogar la bonificación establecida en el D.L. N° 701 por 3 años (boletín N° 10064-01) solicitándose que a través de ella se “Extiende la bonificación establecida en el D.L. N° 701, de 1974, sobre Fomento Forestal, cuyo texto fue reemplazado por el artículo primero del Decreto Ley N° 2.565, de 1979”. El estudio de este Proyecto de Ley recayó en la Comisión de Agricultura de la Cámara de Diputados, donde fue aprobado, aun cuando al presente sigue en estado de pendiente (TERRAM, 2016). Cabe señalar que el 31 de diciembre de 2012 expiró la vigencia del sistema de incentivos que contempla el artículo 12° del Decreto Ley N.° 701, de 1974, razón por la cual las forestaciones y otras actividades bonificables ejecutadas a partir del 1° de enero de 2013 no son susceptibles de bonificarse, de acuerdo a la normativa actualmente vigente (CONAF, 2016).

El beneficio de las bonificaciones con relación a las plantaciones forestales favoreció la expansión de esta actividad, trayendo como consecuencia la transformación del territorio. Inicialmente, las plantaciones se localizaron principalmente en las regiones del Maule y Biobío. En su mayoría, ocuparon tierras aptas para la silvicultura, también algunas de ellas eran solo suelo desnudo y erosionado (Fawaz, 2000: 58). A inicios de la década de 1990, cuando la disponibilidad de este tipo de suelo comenzó a disminuir, la tierra agrícola retomó la senda de colonización. La actividad forestal también se extendió al sur, en las regiones de la Araucanía, Los Ríos y Los Lagos donde, en primer lugar, ocuparon terrenos marginales, y las tierras agrícolas más tarde (Unda & Ravera, 1994: 14-20) (Tabla 1).

Tabla 1: Evolución en hectáreas de plantaciones forestales años 1976, 1997 y 2007 en regiones de Chile.

Regiones	1976	1997	2007
Valparaíso	10.298	20.265	18.265
O'Higgins	16.857	45.935	67.720
Maule	54.720	316.434	318.800
Bio Bio	106.933	379.810	749.977
La Araucanía	23.507	189.242	363.779
Los Ríos	44.363	115.119	207.567
Los Lagos	71.706	29.118	46.378
Aysén	5.091	30.925	18.245
Resto del país	61.106	2.605	16.043
TOTAL, PAIS	394.579	1.129.453	1.806.774

Fuente: Adaptado INE (2009).

Actualmente, de acuerdo con los datos entregados por el INFOR (2020), las plantaciones forestales del país alcanzan los 2,303 millones de hectáreas a diciembre 2018, lo que implica un incremento en la superficie de plantaciones en pie de 14.361 ha respecto del año anterior. Los resultados muestran que el sector forestal representa el 1,9% del PIB nacional, alcanzando en el año 2017 una cifra de 3.373 mil millones de pesos (US\$ 5.196 millones). La Región del Biobío, representa el 60,0% del PIB forestal, seguida, con participaciones similares, por la Región de La Araucanía con 10,5% y las regiones del Maule y de Los Ríos con 10,1% cada una. En relación a la participación de los tres subsectores componentes de la actividad forestal en el PIB sectorial, la industria de la celulosa, papel y productos de papel representa el 44,3%, la silvicultura participa con el 29,4% y la industria de la madera y productos de madera alcanza el 26,3%.

No cabe duda que esta expansión forestal desde los años 1970 en adelante esta caracterizada por el establecimiento de un nuevo modelo económico, el Neoliberalismo. El impacto de las distintas reformas de los años '70 y '80 es ejemplificado por los radicales cambios económicos y ambientales traídos por la expansión de la industria transnacional agrícola (Gwynne y Ortiz, 1997), viéndose particularmente afectado el sector forestal (Di Giminiani 2016).

EL MODELO NEOLIBERAL Y SU INCENTIVO EN LA INDUSTRIA FORESTAL

El neoliberalismo como ideología afirma que las sociedades deben ser gobernadas por el mercado libre, y que el papel del Estado está en generar un marco institucional apropiado para el desarrollo de estas prácticas (Humphreys, 2009, Harvey 2009.). Brenner et al. (2010) afirma que el neoliberalismo no es un modelo único, monolítico, replicado de la misma manera en todas partes, sino que ha operado de diferentes maneras en diferentes contextos y situación histórica.

Chile es un caso de neoliberalismo, quizás el más descrito y analizado. Se visualizan sus transformaciones principales desde la década de 1970 hacia los 2000. Hidalgo et al., (2016), presenta una síntesis espacial del neoliberalismo en Chile tomando como eje el trabajo de Pilar

Vergara (1984), además de articularse a otras fuentes con el objetivo de examinar el avance de las transformaciones espaciales que forman parte de lo que Gárate denomina como revolución capitalista (Gárate, 2012). Esta periodización del neoliberalismo reconoce seis fases en Chile: la primera, identificada como la Indefinición ideológica (1973-1975); la segunda, del neoliberalismo económico (1975-1978); una tercera, como el Predominio del neoliberalismo global (1979-1981); la cuarta, de las Correcciones y subsidios (1981-1994); la quinta, de Oferta y planificación en obras públicas (1994-2004); y, finalmente, una sexta, dedicada a los Ajustes y expansión subsidiaria (2004-2012). Cada una de estas etapas generaron distintas iniciativas económicas para el país.

Este proceso histórico de neoliberalización tiene como hito fundacional la Constitución Política de 1980 (Manuschevich, 2016). La dictadura militar en Chile (1973-1990) impuso una estrategia de desarrollo económico neoliberal basado en la expansión económica exportadora hacia exterior, convirtiéndose en una política de desarrollo y diversificación de las exportaciones. Este modelo reduce el papel del Estado en la economía y, al mismo tiempo, alentó a la iniciativa privada en su lugar. Estas medidas se diseñaron para así promover una económica dirigida al sector privado, en donde se favorecían las exportaciones de recursos naturales con bajo o nulo valor agregado. Una de las estrategias fue la privatización de la propiedad estatal, empresas y servicios públicos (Silva, 2007; Budds, 2013).

El anteriormente descrito escenario del D.L. 701 y su promulgación en 1974 están en la primera hora del modelo neoliberal, aún en ciernes, pero rumbo a dos décadas de ajuste y reacción. Con la privatización en 1979 de las empresas forestales, se propicia una nueva etapa para el incentivo y fomento de la actividad forestal. Estas empresas forestales prosperaron en la exportación de madera de especies introducidas como Pino y Eucalipto (Klubock, 2004). Con el retorno a la democracia en 1990, la persistencia y sofisticación de políticas neoliberales como respuestas estatales a la precariedad económica, supuso una nueva realidad territorial en los municipios que, particularmente, habían sido etiquetados como forestales (Di Giminiani, 2016).

El D.L. 701 fomentó la actividad forestal basado en plantaciones, sin embargo, quedó en deuda con los pequeños propietarios forestales. Terminado su primer período de vigencia, se constató que sólo un 5,8% de algo más de 800 mil hectáreas bonificadas pertenecía a este grupo. El 94,2% restante, pertenecía a medianos, grandes propietarios y principalmente a empresas. Con la promulgación de la Ley N° 19.561 de 1998, se dio un nuevo enfoque a la política de fomento a las plantaciones para tratar de corregir esta enorme desigualdad. La nueva ley daba continuidad al fomento a la forestación, pero poniendo a los pequeños propietarios como los principales beneficiarios y haciendo énfasis en la recuperación de terrenos degradados. Con el nuevo cuerpo legal, la distribución de los recursos empleados por el Estado para fomentar la forestación y la recuperación de suelos degradados fue un poco más equitativa, ya que el 38% de las bonificaciones fueron a pequeños propietarios forestales (Prado, 2016).

Luego, desde el año 2000 en adelante, Chile desarrollo más áreas forestadas y nuevas innovaciones en la diversificación de la madera, teniendo para 2010 una exportación de US \$ 4954 millones. Con relación a regulaciones o restricciones para la expansión de las forestales, en 2008 se promulga la Ley de Bosque Nativo, la cual tiene regulaciones menores y está destinada a promover la conservación solamente a través de un fondo competitivo para el

manejo de especies nativas (Manuschevich, 2016). Hoy en día, Chile ha desarrollado una empresa forestal como ejemplo a otros países, pero además esta industria forestal ha traído consecuencias en los ámbitos sociales y ambientales en el país.

TRANSFORMACIONES DEL SISTEMA SOCIOECOLÓGICO EN EL CHILE CENTRAL

La naturaleza brinda a los humanos una gran diversidad de beneficios, como alimentos, fibras, agua limpia, suelo saludable y captura de carbono, entre otros. El bienestar de la sociedad en su conjunto depende totalmente del flujo continuo de estos servicios ecosistémicos (SE). La pérdida de Servicios Ecosistémicos (SE) resulta de interacciones complejas, entre las cuales el clima y el uso del suelo son importantes. En particular, el cambio de uso de suelo ha sido ampliamente identificado como un factor inducido por el ser humano, que tiene un impacto dramático en la estructura y los procesos del ecosistema y, por lo tanto, en los servicios que proporcionan (Lambin et al., 2001).

Comprender las relaciones complejas, dinámicas y no lineales entre humanos y el sistema ecológico sigue siendo un problema complejo (MEA 2005). Resulta suficiente considerar los efectos de los humanos en su entorno, pues debe considerarse que los sistemas socioecológicos (Gallopín et al., 2001) incluyen subsistemas humanos y biofísicos en interacción mutua (Murray-Rust et al., 2011).

El transcurso de los años refleja un cambio continuo con relación a las transformaciones territoriales desde el punto de vista social y ecológico. Como se describió anteriormente, desde los años 1960 a los 2000, existió una gran presión en el uso de suelo para la ampliación de tierras aptas para las plantaciones forestales comenzando con el bosque nativo, para luego dar paso a las tierras aptas para la agricultura y ganadería.

Para comprender e identificar las dinámicas territoriales involucradas es que se estudia el sistema socioecológico, teniendo en consideración tanto los efectos en el sistema social como en el sistema ecológico, comprendiendo las interacciones y relaciones complejas producidas en los últimos 60 años.

De acuerdo a Heilmayr et al (2016) y su revisión de la historia forestal, correspondería mencionar tres transiciones forestales distintas: una asociada la transición de bosque nativo colonial unida con la disminución de la población indígena; la segunda vinculada a la reforestación por medio de plantaciones forestales asociado con políticas de sustitución en la mitad del siglo XX, y una última transición contemporánea dominada por las plantaciones forestales (Heilmayr et al., 2016).

De acuerdo a Echeverría et al (2006) y el estudio elaborado entre 1975 y 2000 con relación a la modificación del paisaje en Chile se destaca que, entre sus principales resultados, ha existido un aumento de la superficie de plantaciones exóticas, ocasionando una fuerte pérdida de bosque nativo, generando cambios en el patrón que, a su vez, han propiciado la fragmentación del bosque nativo. Esta trayectoria temporal, como lo describen otros estudios que corroboran el

aumento en plantaciones exóticas, ha llevado a la modificación de la matriz de uso en la zona centro sur de Chile, generando así una modificación del paisaje, provocando disminuciones de bosque nativo y matorral, junto a la reducción en superficies de terreno agrícola (Figura 1) y además trayendo como consecuencias tanto a nivel ecológico como a nivel social (Miranda et al., 2016; Zamorano-Elgueta et al., 2015).

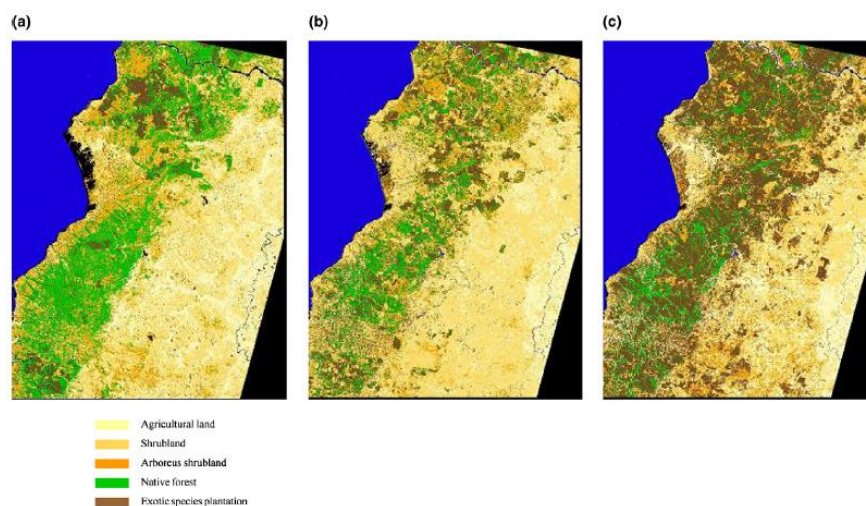


Figura 1: Variación espacial y temporal del uso de suelo desde el Río Maule por tres años (a) 1975, (b) 1990 y (c) 2000.

Fuente: Echeverría et al., (2006).

Al analizar la zona central de Chile como un sistema socioecológico, debe considerarse tanto los efectos de esta transformación del territorio y sus consecuencias en el sistema ecológico y social.

De acuerdo a Aguayo (1983) las transformaciones en el sistema social impactaron en la incorporación de nuevas áreas de forestación, producida sobre todo en tierras que pertenecían a pequeños propietarios de tierras que la cultivaban para su sustento, complementándose a otras actividades, como la cría de ganado y el uso del bosque nativo para algo más que madera. Una menor cantidad de estas propiedades fueron adquiridas por grandes propietarios o desde el Estado. En cuanto a la utilización del suelo previo a la forestación y las características de la vegetación que fue sustituyéndose, la mayoría de los terrenos adquiridos se utilizó anteriormente para el ganado. Las consecuencias de este proceso reconfiguraron las economías locales y regionales del centro sur de Chile, junto a las formas de vida preexistentes. Aunque este proceso fue general, hubo matices de intensidad, ritmos y niveles, de acuerdo a las diferentes actividades, las condiciones y tenencia de la tierra sumado a la disponibilidad de capital, y la asistencia técnica (Rojas, 2003).

Una consecuencia obvia de la expansión de los bosques fue la disminución en la superficie de tierra dedicada a las prácticas agrícolas tradicionales, provocando importantes transformaciones sociales. La capacidad de absorción de mano de obra de las plantaciones forestales terminó siendo baja, con un promedio de 13.7 días de trabajo hectáreas por año, aunque para los cultivos tradicionales este valor oscila entre 9 a 58 días (Unda & Ravera, 1994: 2).

Frente al empleo ocupado por la industria forestal, dos son los fenómenos que han mermado la demanda de mano de obra. Por una parte, la tecnologización de las faenas forestales, que reduce la cantidad de trabajadores requeridos para ciertas actividades, dado que son reemplazados por maquinarias (especialmente en faenas de cosecha); y, por otro, el sistema de contratistas y sub-contratistas, que absorbe cada vez menos mano de obra local (Montalba et al., 2006)

Junto al rápido proceso de expansión de las plantaciones, ocurrieron problemas de migraciones rural-urbano, y un crecimiento explosivo de pueblos (Frene & Nuñez 2010). Esta dinámica se manifiesta gradualmente a mediados de los años 1970, a través de la venta directa de un propietario agropecuario a la empresa forestal, o bien, desde las licitaciones públicas que encabezó la CORA (Corporación de la Reforma Agraria) luego del proceso de Reforma Agraria. Luego de la adquisición de predios, los empresarios continuaban la compra de terrenos adyacentes a los suyos por medio de ofertas con pago al contado, para terminar con un franco hostigamiento a aquellos propietarios que se negaran a vender sus predios. Pero la venta de terrenos para fines forestales también respondió a la existencia de una agricultura de subsistencia en situación de abandono (Unda & Ravera, 1994: 16).

Las dinámicas de la economía forestal han contribuido a la expulsión voluntaria e involuntaria de población rural, la cual se ha “concentrado en aldeas y pueblos, transformando a estos conjuntos poblacionales en verdaderos depósitos de fuerza de trabajo” (Rivera y Cruz, 1984: 131). Estos lugares se han constituido como mercados físicos de trabajo, es decir, los empleadores forestales llegan en busca de mano de obra temporal. De acuerdo a lo señalado por Fawaz (2000), en los villorrios rurales se ha relocalizado la pobreza, el déficit de vivienda, la cesantía y el desempleo e, incluso, se han gestado problemas de convivencia entre los nuevos vecinos, dado que estos espacios no concuerdan con las costumbres campesinas.

EFFECTOS DE LA SUSTITUCIÓN DEL BOSQUE NATIVO

En relación a los impactos al sistema ecológico, de acuerdo a Heilmayr et al., (2016), las plantaciones forestales desplazaron directamente las zonas de bosque nativo durante los años 1986 al 2001, provocando impactos ecológicos adversos importantes en todo el país.

Entre los impactos al sistema ecológico que generan estas transformaciones está la pérdida o fragmentación de ecosistemas únicos. De acuerdo a Pliscoff (2015) la zona donde se concentran los ecosistemas que han sufrido una mayor pérdida de superficie natural coincide con el área que ha presentado la mayor dinámica de la cobertura natural y antrópica, el Chile Central, igualmente es en esta área en donde se encuentran los tipos de ecosistemas más amenazados, siendo sus pérdidas recientes y asociadas a la dinámica del sector forestal (Figura 2).

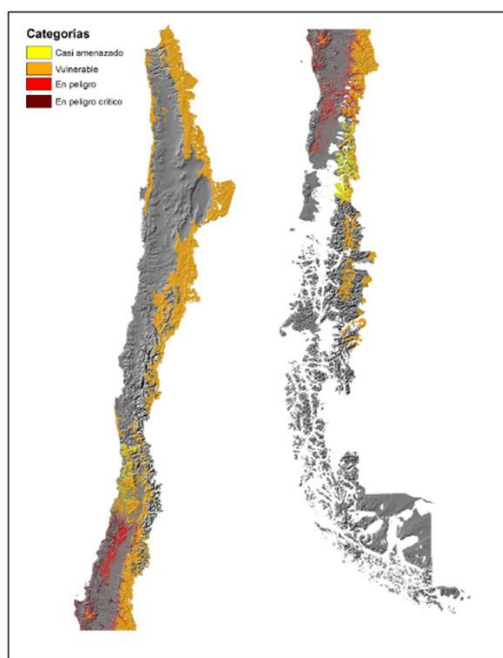


Figura 2: Resultados a nivel nacional de aplicación de metodología de la UICN para evaluar el estado de conservación de los ecosistemas terrestres de Chile.

Fuente: Pliscoff (2015).

La sustitución del bosque nativo exóticas causó graves alteraciones en el ciclo de agua (Huber et al., 2008) y sobre todo en los patrones hidrológicos de las cuencas hidrográficas. Esto se debe principalmente a mayores tasas de evapotranspiración en especies exóticas de crecimiento rápido, en comparación con las especies nativas, lo que resulta en una reducción en el drenaje superficial y subsuperficial, y la consiguiente disminución de la escorrentía (Iroumé et al., 2006). Se ha determinado que con cada aumento de 10% en la cobertura de las plantaciones forestales de crecimiento rápido en pequeñas cuencas (140 a 1.900 ha), se produce una reducción del 14% en el flujo anual y en verano -cuando hay una mayor demanda de este recurso -esta conduce a una reducción del 20% en la escorrentía (Lara et al., 2009). Junto a ello, las actividades forestales también causan cambios que modifican la calidad del agua de los ríos y arroyos, por diversas razones, incluyendo un aumento de la concentración de sedimentos (Iroumé et al., 2006).

Las plantaciones forestales también han afectado a la biodiversidad chilena. La sustitución de bosques nativos por *Pinus radiata* ha modificado la diversidad biológica en los planos compositivos, estructurales y funcionales (Grez et al., 2006). Todo esto se traduce en una reducción de los servicios ecosistémicos que son cruciales para el bienestar social, así como el control de la erosión, la provisión de la cantidad y calidad del agua, el turismo, las oportunidades para la pesca recreativa y la conservación de la biodiversidad (Lara et al., 2003:28).

LA COMUNA DE CONSTITUCIÓN Y EL SISTEMA SOCIOECOLÓGICO

En la Zona Central, uno de los lugares que presenta una dinámica interesante de estudiar es la comuna de Constitución, puesto que se pueden visualizar interacciones y cambios en el sistema social como ecológico, lo cual nos proporciona elementos interesantes para el estudio integrado de ambos.

La comuna de Constitución fue una de las pioneras en establecer empresas en el rubro forestal, como la Sociedad Forestal Maule (1942) y la Celulosa Constitución S.A, creada en 1969 por CORFO (Corporación de Fomento de la Producción), con el fin de desarrollar los recursos forestales del país, mejorar la calidad del suelo en terrenos agrícolas degradados y fomentar el empleo en zonas aisladas. Una década después, en 1979, la compañía fue privatizada todo esto impulsado por las nuevas políticas económicas del país. Hoy en día Celulosa Arauco y Constitución S.A. es una sociedad anónima cerrada, que se rige por las obligaciones de información y publicidad aplicables a sociedades anónimas abiertas, que se formó en septiembre de 1979, tras la fusión de Industrias de Celulosa Arauco S.A. y Celulosa Constitución S.A (CMPC, 2013).

Además, Constitución es una de las principales comunas Silvícolas de la Región del Maule, junto a Cauquenes, Curepto y Empedrado, en cuanto a la superficie plantada de las principales especies que hay en el país. Constitución posee más del 15% de cobertura en *Pinus radiata* de la región, siendo la comuna más importante en superficie en el Maule. El principal producto de las plantaciones de Constitución es la madera aserrada. La Comuna de Constitución es la de mayor importancia regional en cuanto a las ventas de las empresas, con cerca de un tercio de las ventas anuales de la región para el año 2014. De acuerdo al Anuario forestal del año 2015, la empresa Celulosa Arauco y Constitución, tiene actualmente en la comuna una planta para producción de pulpa Química con una capacidad instalada de 355.000 toneladas. Por otra parte, en la comuna funcionan tres plantas de las 45 plantas principales de astillado en el país, dos pertenecen a la empresa Aserraderos Arauco SA y una a CMPC Maderas SA (OP Ingeniera, 2016).

De acuerdo al análisis cualitativo generado por el PLADECO 2016, en la comuna se advierten cambios lo social, económico y territorial, en general. Actualmente la comuna cuenta, con índices aceptables relacionados con la competitividad territorial y empleo, pero también emergen problemáticas asociadas con la expansión urbana y la prestación de servicios básicos a pequeños asentamientos urbanos dispuestos en la comuna. Estos asentamientos han ido creciendo con el comportamiento de la industria forestal y los tiempos de ocupación que esta ha tenido.

De la dinámica de la comuna se destaca que, en 2010 y el 27F, Constitución fue una de las comunas afectadas por el terremoto y tsunami, siendo esta comuna parte del plan de reconstrucción a nivel nacional. Posteriormente en el verano del año 2017 se registraron los mayores incendios forestales en la comuna, teniendo como consecuencia la eliminación de bosques, plantaciones y de centros poblados como Santa Olga. Según este escenario, actualmente se está llevando a cabo un plan de "Planificación ecológica de la infraestructura ecológica de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos y programa regional de prioridades

de restauración ecológica en el contexto de los incendios de la temporada 2016-2017", estudio que cuenta con la financiación del Ministerio del Medio Ambiente (MMA, 2018).

Cabe destacar en relación a la planificación del territorio comunal, existe en vigencia como instrumento normativo el Plan Regulador Comunal (PRC) desde 1987, y se encuentra en proceso de actualización el próximo. Pese a esto y posterior catástrofe del 27 F se adecuó un estudio que comenzó el año 2004 a gestarse, por ende, se posee un PRC proyectado que no ha concluido su tramitación legal y que ha sufrido modificaciones producto del amplio dinamismo del territorio. Cabe destacar que el estudio del PRC, producto de los incendios del 2017, la localidad Santa Olga se está tramitando actualmente por Ley de Sismos y Catástrofes, lo que modifica lo contemplado para Santa Olga en este estudio. En relación a su planificación a nivel regional, el PROT (Plan Regional de Ordenamiento Territorial) ubica a la comuna de Constitución como una comuna de interés turístico. Se debe de precisar que el PROT de la Región del Maule no se encuentra aprobado, solo está en su etapa de elaboración y presentado al CORE (Peña et al., 2019).

La comuna de Constitución ha desarrollado distintos procesos de transformación en su territorio. Existen en la actualidad distintos instrumentos de planificación que llevan a la ordenación del territorio, pero a pesar de ellos, es importante evidencias o registrar cuales fueron esos cambios y como se gestaron alrededor del tiempo y como hoy en día los podemos abordar de mejor manera.

Sumando lo anterior, la presente investigación se interroga por las tensiones espaciales en la evolución del sistema socioecológico de la comuna de Constitución y su contexto regional, donde la relación a la modificación de su territorio a causa de las plantaciones forestales explicaría principalmente los cambios descritos, entre otros.

OBJETIVOS E HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

OBJETIVO GENERAL

Analizar la evolución espacial del sistema socioecológico en la comuna de Constitución, Región del Maule. Caracterizar su dinámica temporal y generar escenarios de usos de suelos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar la dinámica de uso de suelo durante los últimos 60 años en la comuna de Constitución.
2. Analizar la dinámica del sistema socioecológico, considerando la provisión de servicios ecosistémicos, cambios de usos de suelo y la dinámica del medio social y económico.
3. Generar modelos de escenarios normativos retrospectivos del sistema socioecológico.

HIPÓTESIS DE TRABAJO

El proceso de expansión de las plantaciones forestales ha provocado una transformación del sistema Socioecológico en la comuna de Constitución durante los últimos sesenta años, lo que habría generado una modificación del territorio. Esto es observado a través del cambio de uso de suelo, provocando ajustes del sistema social – económico, obteniendo como resultado la alteración de la provisión de servicios ecosistémicos por parte del sistema ecológico.

Se entenderá por sistema socioecológico a los cambios de uso de suelo ocurridos en la comuna y como estos afectan la provisión de servicios ecosistémicos, específicamente a la generación de hábitat. Además, todas estas modificaciones generaron efectos sobre el ámbito social y económico en la comuna como son la migración de la población del área rural a lo urbano, la generación de centros poblados a causa de la actividad económica y la empleabilidad existente en la comuna.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

SISTEMAS SOCIOECOLOGICOS

El concepto de Sistemas Socioecológicos.

A medida que enfrentamos la evidencia y los impactos potencialmente irreversibles de las actividades humanas en el Antropoceno, surge la necesidad de conocer y hacer mejor las cosas (Berkes & Folke 1998).

Hoy en día el impacto de las actividades antrópicas en los sistemas naturales ha influenciado en que ambos aspectos (sociedad y ecología) ya no se pueden separar (Anderson et al., 2015; Lorimer, 2012). Las experiencias de diversos estudiosos han dado lugar a la idea de que los problemas complejos no puede ser analizados con enfoques solamente disciplinarios. Tienen que ser tratados de forma íntegra, de manera interdisciplinaria que consideren la interacción entre lo social y lo ecológico (Folke, 2006; Young et al., 2006; Ostrom, 2007).

El sistema hombre-naturaleza es estudiado por separado, ya sea como sistemas humanos limitados, generalmente incluyendo el entorno físico y el ecosistema correspondiente, o como sistemas naturales sujetos a la perturbación humana. Este abismo entre las ciencias naturales y sociales, junto con este tipo de conexiones unidireccionales entre lo natural y los sistemas humanos, ha obstaculizado una mejor comprensión de la complejidad en los sistemas humanos y naturales (Liu et al., 2007).

En líneas generales durante la primera mitad del siglo XX la ecología estudió a los ecosistemas sin el ser humano. No obstante, a partir de la década de 1980 se da un impulso a la ecología como un sistema abierto, y ya no tan solo como un sistema en equilibrio, estableciendo el vínculo entre humanos y no-humanos (Anderson et al., 2015). Este nuevo enfoque implicó un importante cambio en torno a la necesidad de establecer diálogos entre distintas disciplinas desde la ecología, y con posterioridad, la necesidad de realizar un trabajo interdisciplinario permanente, en la perspectiva que una sola disciplina no alcanza para dar cuenta de un fenómeno de esta complejidad (Binder et al., 2013).

Las sociedades y los ecosistemas están entrelazados de escalas locales a globales, haciéndolos sistemas socioecológicos (Folke et al., 2016). El concepto de sistema socioecológico ha sido analizado desde años por distintos tipos de autores (Berkes & Folke, 1998; Ostrom, 2007; Walker et al., 2009).

Berkes & Folke (1998) parten analizándolo desde una perspectiva ecosistémica, como por ejemplo la de Odum (1989), en la que el sistema social, se incluye explícitamente dentro de los ecosistemas; una visión que es compatible con la ecología humana de Park (1936). Berkes & Folke (1998) utilizaron por primera vez, el término inglés “*social-ecological system*” frente a otros términos como “eco-social” o “*socio-ecological*”, con el objetivo de dar el mismo peso tanto a la dimensión social como a la natural. Porque se suponía que otros términos en los que una de las dos dimensiones se presentaba con el prefijo “eco” o “socio”, podrían resultar de menor importancia en esa dimensión a la hora del análisis de todo el sistema (Folke et al., 2005).

De acuerdo a Folke et al., (2010), un sistema sociológico es un sistema integrado de los ecosistemas y la sociedad humana con retroalimentación recíproca y con interdependencia. En este concepto lo social se refiere a la dimensión humana en sus diversas facetas, incluidas las dimensiones políticas, tecnológicas y culturales, y lo ecológico a la delgada capa del planeta Tierra donde hay vida, la biosfera (Folke et al., 2016). El concepto vincula el sistema social y el sistema ecológico a través de una relación de retroalimentación mutua, definida en términos de interdependencia y complejidad: interdependencia entre los procesos sociales y naturales entre distintas escalas espaciales, temporales y funcionales (Cox 2011: 346); relaciones no lineales, que incluyen procesos de retroalimentación positivos y negativos, pueden formar jerarquías y dependen de su contexto y su historia (Becker, 2012), conformando sistemas complejos y adaptativos (Janssen & Ostrom 2006: 1465).

Entre los atributos de un sistema socioecológico están los componentes ecológicos y los sociales, que pueden ser comunes o particulares (Cox, 2011). Están los individuos y las instituciones ya que de acuerdo a Ostrom (2005) son los individuos los que adoptan decisiones en distintas situaciones. Y por último esta la gobernanza que es una parte del sistema socioecológico más que una estructura institucional externa impuesta en un sistema ecológico (Campbell et al., 2009). De acuerdo a la literatura, el funcionamiento de los sistemas socioecológicos se caracterizan por ser sistemas complejos, dinámicos y por múltiples niveles (Berkes et al., 2003). además de ser adaptativos y en su mayoría con retroalimentación (Anderies et al., 2013: 13).

Los sistemas socioecológicos, además, funcionan con una doble escala. Las culturas humanas han dado forma a ecosistemas locales, los cuales van influyendo de manera directa a esos sistemas sociales. No obstante, esa escala local está estrechamente relacionada con procesos que están fuera del propio sistema socioecológico. Por ejemplo, la globalización actúa de dos maneras, por una parte, ha hecho más intensa su intervención, incrementando las escalas espaciales de sus disturbios, así como las escalas temporales; y, por otra parte, socavando la resistencia local de los sistemas para hacer frente a las amenazas (Pretty, 2011). Lo que es novedoso, sin embargo, es el creciente reconocimiento de que los sistemas socioecológicos son más vulnerables de lo que anteriormente se había previsto, por lo que es necesario ajustar su

análisis, agregando nuevos enfoques para abordar estos nuevos problemas y sus posibles soluciones (Pretty, 2011:127).

El sistema socioecológico, resiliencia y gobernanza

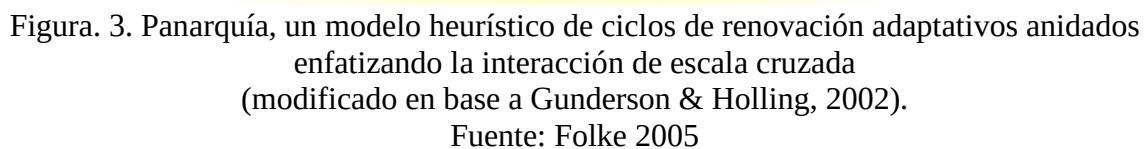
En la actualidad nos enfrentamos a las consecuencias de las actividades humanas que se han realizado en los últimos años. La interacción y la interdependencia de los sistemas sociales y ecológicos es visto como un vínculo impulsor para unir entendimientos y guiar acciones hacia un futuro sustentable (Berkes & Folke 1998; Stone-Jovicich et al., 2018). Vivir con tanta complejidad e incertidumbre requiere resiliencia, enfoques de gestión y gobernanza del sistema socioecológico (Folke et al., 2005). Estos nuevos conceptos incorporan las dinámicas de los sistemas en el tiempo, centrando el análisis en su capacidad de persistir y responder de forma adaptativa a perturbaciones o cambios (Anderies et al., 2013).

La resiliencia se ha convertido en un objetivo político específico para la sostenibilidad y desarrollo equitativo (Bousquet et al 2016). Y la gobernanza como una forma de gestionar y resolver los problemas mirando hacia un futuro determinado (Ostrom, 1986).

Durante los últimos 30 años se ha estado trabajando en la resiliencia de los sistemas socioecológicos (Folke, 2006). Algunas definiciones que más se utilizan en estudio de los sistemas socioecológicos son la de Carpenter et al., (2001) que la define en tres puntos, sugiere que la resiliencia consiste en (1) la cantidad de perturbación que un sistema puede absorber mientras permanece dentro del mismo estado de atracción; (2) el grado en que el sistema es capaz de autoorganizarse (frente a la falta de organización u organización forzada por factores externos); y (3) el grado en que el sistema puede construir y aumentar su capacidad de aprendizaje y adaptación.

La resiliencia socioecológica es la capacidad de adaptarse o transformarse frente al cambio en los sistemas socioecológicos, frente a un cambio inesperado (Chapin et al., 2010, Biggs et al., 2015). Se entiende por adaptabilidad a las acciones humanas que sostienen, innovan y mejoran el desarrollo en las vías actuales, mientras que la transformabilidad se trata del cambio del desarrollo hacia nuevas vías e incluso creando nuevas (Walker et al., 2004, Folke et al., 2010). El pensamiento de resiliencia se centra explícitamente en entender cómo los períodos de cambio gradual interactúan con períodos de cambio rápido en sistemas socioecológicos entrelazados confrontado con la verdadera incertidumbre y lo que eso significa para las personas y el planeta (Folke et al., 2016: 41).

La resiliencia es un concepto que ha avanzado en relación con el desarrollo dinámico de las interacciones temporales y espaciales y su adaptación de los sistemas complejos, desde la biología y ecología. En relación a estas dinámicas de renovación se genera el concepto de panarquía realizado por Gunderson & Holling, (2002) que explícitamente toma dinámicas rápidas y lentas, escala cruzada e interacciones e interdependencias. El ciclo de renovación (Figura. 3), que es un modelo heurístico a partir de la observación de la dinámica de un ecosistema, que se compone de cuatro fases los cuales son impulsados por eventos y procesos discontinuos. Se encuentran los periodos de cambio exponencial (fase r), periodos de



De acuerdo a lo descrito por Folke (2005), la capacidad de renovación y reorganización en un deseado estado del ecosistema después de la perturbación, depende fuertemente de las influencias de los estados y la dinámica a escalas superiores e inferiores y en el tiempo. Cada nivel opera a su propio ritmo, incrustado en más lento, más grande niveles, pero fortalecidos por ciclos más rápidos y más pequeños. La memoria es la experiencia acumulada y la historia del sistema, y proporciona contexto y fuentes para renovación, recombinación, innovación y autoorganización después de la perturbación. La panarquía es por lo tanto creativa y conservadora a través del equilibrio dinámico entre cambio rápido y memoria, y entre la perturbación y diversidad y su interacción a escala cruzada. Se sostiene en el al mismo tiempo que se desarrolla (Holling, 2001).

20

Las variables y procesos que estructuran la dinámica de la resiliencia en los sistemas socioecológicos tiene que ser entendido y gestionado activamente para hacer frente a la interacción de cambio gradual y abrupto. Implica expandir el análisis en escalas espaciales y temporales. Un desafío en este contexto es construir conocimiento, incentivos, y capacidades de aprendizaje en instituciones y organizaciones para la gobernanza que permite la gestión adaptativa de lo local, regional y global (Folke, 2005).

Al igual que resiliencia, existen diversas definiciones para la gobernanza, se pueden encontrar definiciones amplias descriptivas que engloban procesos de gobierno y las restrictivas centradas en lo específico. Las primeras entienden la gobernanza en términos de la gestión de los recursos de un gobierno (Peters, 2000; Kjaer, 2004), o la forma de resolver problemas comunes (Ostrom, 1986). Las segundas enfatizan formas específicas de gobernanza marcadas por la descentralización en una sociedad horizontal (Rodhes, 1997; Pierre, 2000). En todas ellas subyacen tres elementos comunes: la pluralidad en el rol, estructura y procesos operativos de gobierno; su vinculación a los resultados y la eficiencia en la actuación pública; y la definición de derechos y responsabilidades de los actores que participan en la gobernanza (Álvarez 2018:187).

De acuerdo a Folke et al., (2005), la gobernanza se ha convertido en una palabra clave. Una terminología que utiliza es la gobernanza adaptativa la cual implica instituciones policéntricas, que son unidades que funcionan a múltiples escalas. Esta gobernanza adaptativa ha evolucionado como enfoque analítico para la comprensión de los sistemas socioecológicos. La gobernanza adaptativa está en línea con la aparición de nuevos modos de gobierno en los que se encuentran múltiples actores involucrados, las interacciones dentro y entre el estado, el sector privado y la sociedad civil es clave y las decisiones requieren acción a través de múltiples escalas y niveles (Karpouzoglou et al., 2016:1).

De acuerdo a Karpouzoglou et al., (2016), quien presenta un estudio de revisión de la literatura de la gobernanza adaptativa, centrándose en los artículos publicados durante 2005-2014. Concluyen que es un concepto que a menudo no es ni muy preciso ni necesariamente estable, además la combinación de teorías ha demostrado una mejor y más reflexiva evaluación de características importantes de gobernanza. Este tipo de compromiso está creando más espacio para una exploración más profunda de supuestos y puntos de vista subyacentes asociados con diferentes puntos de vista de la gobernanza y las respuestas de gobernanza a problemas socioecológicos complejos, la gobernanza adaptativa " es solo uno de los muchos enfoques que un sistema de gobierno podría usar para implementar sus políticas".

Sistemas Sociológicos y sus tipos de estudio

Raíces marco de los sistemas socioecológicos están en los diversos trabajos realizados a lo largo del siglo XX en ámbitos como la ecología humana, antropología ecológica, geografía humana y etnoecología, entre otros; e incluso en muchos casos, los primeros intentos de esta articulación se atribuyen a Karl Marx (Folke, 2006). La geografía es una de las ciencias sociales que se distingue cuando se trata la sociedad y naturaleza (Lorimer, 2012). Debido a la diversidad de

temas y métodos, es uno de los temas más amplios de la geografía porque abarca varios espectros, el estudio de la especificidad cultural y temporalmente contingente a las formas de conocimiento ambiental, la identificación de los procesos sociales y biofísicos que conducen a los cambios ambientales (Offen, 2012).

De acuerdo a Binder et al., (2013) los sistemas socioecológicos se han analizado desde distintos marcos que varían significativamente en cuanto a su origen teórico y disciplinario, su propósito, y la forma como conceptualizan lo social y los sistemas ecológicos, la interacción y la dinámica. Esta variedad es importante porque también refleja la diversidad de las preguntas de investigación y propósitos dirigidas por los diferentes marcos. Estos marcos difieren significativamente en su objetivo, sus antecedentes disciplinarios, su aplicabilidad, la escala temporal, social y espacial dirigida, su conceptualización de los sistemas sociales y ecológicos, así como su interacción. Esto se refleja en una alta diversidad de resultados valiosos en diferentes escalas, que, por desgracia, dificulta la comparación de los resultados obtenidos a través de los diferentes marcos.

Si se hace una revisión respecto a las principales propuestas de sistemas Socioecológicos, que incluyen los sistemas sociales y ecológicos como sistemas interrelacionados, se encuentran cuatro grupos principales: los que presentan un marco “eco céntrico”, es decir, que pone su énfasis en cómo la sociedad ha afectado al medio ambiente, comenzando por la sociedad y llegando a la evaluación de los impactos de la transformación del ambiente; por otra parte, están los que presentan un marco “integrativo”, el cual considera la reciprocidad de ambos sistemas; también los marcos “políticos”, los que se concentran en una conceptualización de la interacción entre los sistemas sociales y ecológicos a través de la acción humana, con atención en sus instituciones, ofreciendo una proyección centrada en sus organizaciones; y por último, los centrados en la “vulnerabilidad”, que conceptualizan la interacción entre los sistemas empezando por lo ecológico y cómo éste afecta al sistema social (Binder et al., 2013)

Entre los primeros estudios de los sistemas socioecológicos se destacan los realizados por Ostrom (2007), la cual proporciona los inicios de como estudiar estos sistemas. Luego se destacan los estudios realizados por Folke, (2005,2006, 2016) el cual estudia la resiliencia en estos sistemas.

Uno de los puntos centrales en los que se viene desarrollando el contexto de los modelos socioecológicos en la geografía, es el debate en torno a la localización de estos sistemas y en la naturaleza de la diferencia de lo social y lo ecológico, siendo fundamental su acción comparativa y la escala en la cual la comparación tiene lugar (Lorimer, 2012). Dentro de los diversos modelos Socioecológicos se pueden reconocer cuatro puntos en común: se parte desde la combinación de flujos de materiales, energías y económicos; se pueden modelar comportamientos humanos y los impactos específicos en un ecosistema y sus servicios ecosistémicos; se identifican y modelan los elementos relevantes para los sistemas humanos y ecológicos; y por último, se estudia la resiliencia del sistema y se proponen manejos adaptativos a los sistemas ecológicos (Binder et al., 2013).

En la actualidad encontramos estudios realizados por Ban et al., (2015) en donde utiliza los Sistemas Socioecológicos para examinar los cambios en la gobernanza a través del tiempo en el

Parque Marino de la Gran Barrera de Coral, Australia, evaluando derechos de propiedad y múltiples servicios de bienes y ecosistemas. Cox, (2015) proporciona una rúbrica para realizar investigación empírica en ciencias sociales ambientales, aquella publicación está diseñada para ser un recurso útil para los investigadores que desean seguir la investigación en ciencias sociales. Se destaca que estos estudios se realizaron en el marco del proyecto SESMAD, (2014), el cual es un proyecto de base de datos de meta-análisis socio-ecológicos (SESMAD). El objetivo es permitir el análisis de casos altamente comparables de una diversidad de sistemas Socioecológicos.

De acuerdo a Ban & Cox., (2017), existe muy poca discusión de los marcos científicos que se pueden utilizar para el estudio de los sistemas Socioecológicos. Hasta la fecha los estudios de caso son los más utilizados para el análisis, en donde se desarrollan evaluaciones empíricas y otras con enfoques descriptivos.

Uno de los elementos principales para analizar los sistemas Socioecológicos son los servicios ecosistémicos, ya que permiten establecer un vínculo entre el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar de los sistemas sociales, y de este modo, poner en valor los procesos que deben ser resguardados y planificar una relación más orgánica entre ambos sistemas (Woodruff & BenDor., 2016). Desde otra perspectiva, los servicios ecosistémicos sirven para establecer los cruces entre el capital natural y el capital social, principalmente en los modelos Socioecológicos que plantean diferencias entre los estresores externos e internos de los modelos (Collins et al., 2011). Otro elemento principal a analizar en un sistema Socioecológico es el uso de suelo. De acuerdo a Meacham et al.,(2016) el uso del suelo integra las interacciones socio ecológicas y es, por lo tanto, un indicador útil para evaluar cómo los seres humanos interactúan con el territorio, por lo tanto, el uso de suelo es aceptado como el principal determinante para el suministro potencial de los servicios ecosistémicos.

Desde esta perspectiva de acuerdo a Díaz et al., (2011a) una forma de abordar el estudio de un sistema Socioecológico es en primer lugar analizando los servicios ecosistémicos, como una respuesta del sistema ecológico hacia el sistema social, y el segundo lugar por medio de uso de suelo, como una respuesta de las interacciones sociales que están presente en el sistema y como estos influyen en el sistema ecológico (Figura 4). En la Figura el contexto más amplio se representa de manera simplificada en el área fuera de la caja de puntos. En el ámbito local, los componentes ecológicos están en verde y los componentes sociales en azul. Los rectángulos en diferentes tonalidades dentro del sistema social y del sistema ecológico representan su heterogeneidad interna (es decir, una multiplicidad de tipos de uso de suelo, componentes de diversidad funcional, estrategias de actores sociales, etc.). Las flechas gruesas que conectan ambos componentes son intrínsecamente interdisciplinarias. Las flechas grises en el centro representan el componente instrumental Marco.

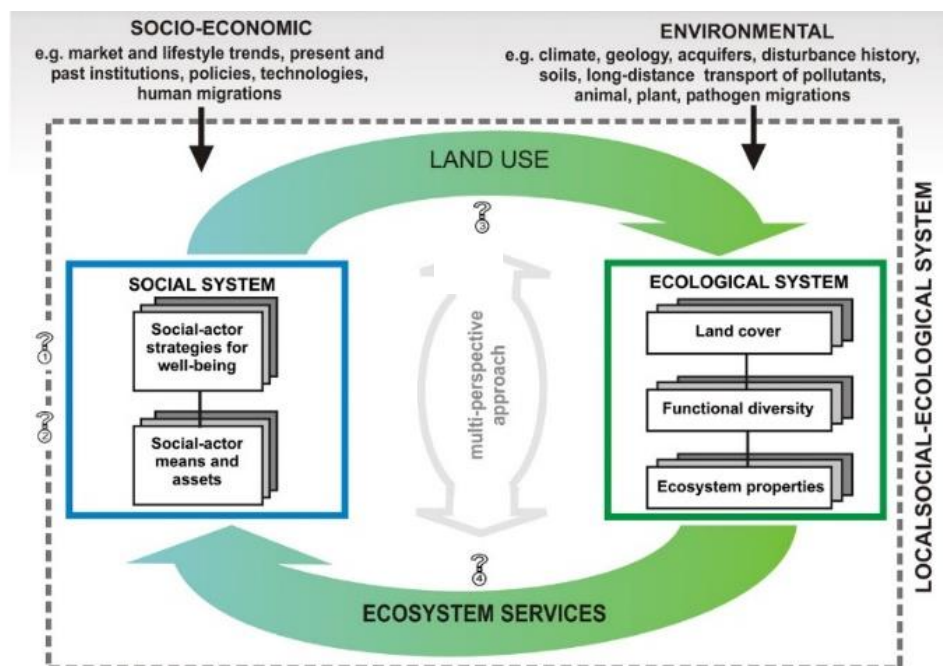


Figura 4: Contexto espacial y temporal del sistema Socioecológico
El sistema Socioecológico local se indica mediante el recuadro de líneas punteadas.
Fuente: Díaz et al., (2011)

USO DE SUELO

Uso de suelo y sus implicancias en el territorio.

Las sociedades humanas evolucionan constantemente con su entorno a través del cambio, la inestabilidad y la adaptación mutua (Lambin & Meyfroidt, 2010). Las actividades en el uso de suelo, ya sea la conversión de paisajes naturales para uso humano o cambios en las prácticas de gestión en tierras han transformado una gran parte de la superficie del planeta. Aunque las prácticas de uso del suelo varían mucho en todo el mundo, su último resultado es generalmente el mismo: la adquisición de los recursos naturales para las necesidades del hombre, a menudo a expensas de la degradación ambiental (Foley et al., 2005).

Se entiende por cambios en la cobertura del suelo a los cambios en la estructura de una cubierta existente de corta duración (Lambin et al., 2001). Se define por los atributos de la superficie terrestre, incluida la biota, el suelo, la topografía, la superficie, las aguas subterráneas, y estructuras humanas. Los conjuntos de datos utilizados en la investigación que representan la superficie terrestre por un conjunto de unidades espaciales, cada una asociada con atributos. Estos atributos son una sola categoría de cobertura terrestre (es decir, que conduce a una representación discreta) de cobertura del suelo) o un conjunto de valores para variables biofísicas continuas (es decir, que conduce a una representación continua de la cobertura del

suelo). En cambio, el uso de suelo se define por los propósitos por los cuales los humanos explotan la cobertura de la tierra. Existe una gran variabilidad en el tiempo y el espacio en entornos biofísicos, actividades socioeconómicas y contextos culturales que están asociados con el cambio en el uso de suelo. La identificación de las causas del cambio en el uso de suelo requiere una comprensión de cómo las personas toman decisiones sobre el uso de suelo y cómo interactúan varios factores en contextos específicos para influir en la toma de decisiones sobre el uso de suelo. La toma de decisiones está influenciada por factores a escala local, regional o global (Lambin et al., 2003).

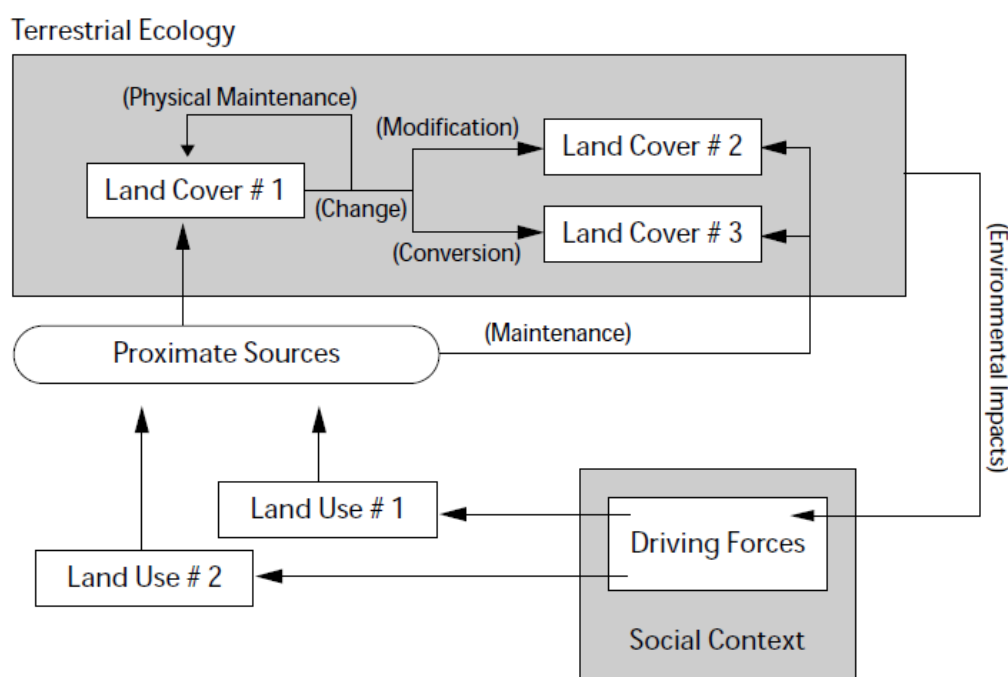
Cambio de uso de suelo tiene importantes efectos sobre el cambio climático, los ciclos biogeoquímicos, y también es una de las causas más importantes de pérdida de biodiversidad a nivel mundial y, sin duda, el medio por el que la sociedad resiente las alteraciones en el entorno. A través de los cambios en el uso de suelo se materializa nuestra relación con el medio ambiente (Lambin et al., 2003). El uso de suelo responde a causas socioeconómicas y ecológicas, tiene importantes consecuencias sobre el paisaje regional, modificando los procesos ecológicos y los patrones de biodiversidad. Más aún, el patrón de uso del suelo es una característica dinámica del territorio, variando en función del tiempo y del espacio, por lo que su caracterización y análisis representa un desafío en sí mismo (Turner et al., 2007). Dependiendo de las condiciones socio ecológicas prevalecientes, estas tendencias presentan fuertes variaciones en la expresión regional, exhibiendo diversas direcciones y ritmos (Pinto-Correia & Kristensen, 2013).

La comprensión de las razones que existen detrás de los cambios de uso de suelo ha estado en el centro de la investigación recientemente, y las "fuerzas motrices", es decir, las fuerzas que impulsan los cambios en y de un territorio (Bürgi et al., 2004), se ha convertido en un concepto fundamental. Inicialmente introducido a finales de la década de 1990 como marco indicador para la política ambiental, el concepto de fuerzas motrices se utiliza como marco para comprender las causas, los procesos y los resultados del cambio de uso de suelo y con ello el cambio en el paisaje, y se ha convertido en algo indispensable para la evaluación de las intervenciones políticas (Klijn, 2004). El conocimiento sobre los factores que impulsan el cambio es cada vez más importante, ya que la atención está pasando de las políticas sectoriales tradicionales hacia enfoques integrados de "paisaje" en la gestión de los recursos naturales (Sayer et al., 2013) (Figura 6).

El concepto de fuerzas motrices distingue entre los impulsores proactivos y subyacentes del cambio. Los conductores aproximados se refieren a actividades humanas a nivel local que resultan en cambios en el paisaje, como la expansión agrícola o la extensión de asentamientos (Geist & Lambin, 2002). Los conductores subyacentes comprenden los procesos sociales y naturales fundamentales (por ejemplo, la dinámica de la población humana, las políticas agrícolas, los mercados o las actitudes y creencias culturales) que sustentan los impulsores próximos y funcionan a nivel local o tienen un impacto más indirecto desde el nivel nacional o global (Geist & Lambin, 2001; Geist & Lambin, 2002). Los conductores subdesarrollados pueden comprender factores políticos, económicos, culturales, tecnológicos y naturales (Bürgi et al., 2004).

En el contexto de un sistema Socioecológico, las transiciones de uso de suelo podrían estar asociados con reacciones negativas que surgen de un agotamiento de los recursos claves o una

disminución de la provisión de bienes y servicios ecosistémicos. Tales explicaciones de transposición de los sistemas Socioecológicos son típicas de los sistemas ecológicos, es decir, crecimiento bajo las limitaciones de recursos. En este contexto, la "retroalimentación socio ecológica", se refiere a cambios en las decisiones de uso del suelo que resultan de una severa degradación de los servicios ecosistémicos que fue causado por las prácticas anteriores de uso del suelo. Un punto importante es que este proceso es endógeno junto al sistema Socioecológico. Por otro lado, las transiciones de uso de suelo podrían ser causadas por el cambio socioeconómico y la innovación que tienen lugar en el sistema ecológico y sigue su propia dinámica. Estos cambios son exógenos y pueden ser impulsados por la urbanización, el desarrollo económico o la globalización y sin embargo tienen un impacto en la gestión del suelo y por lo tanto dan lugar a una transición del uso del suelo (Lambin & Meyfroidt, 2010).



Source: Ojima et al. 1994, p. 301 (after Turner et al. 1993).

Figura 5: Links between human activities and land use and land cover

Fuente: Geist & Lambin (2001).

Distintos estudios han propuesto que el uso del suelo integra las interacciones socio-ecológicas y es, por lo tanto, un indicador útil para evaluar cómo los seres humanos interactúan con el territorio. El uso del suelo es aceptado como el principal determinante para el suministro potencial de los servicios ecosistémicos (Meacham et al., 2016).

Modelos de cambio de uso de suelo, escenarios.

El cambio de uso de suelo es impulsado por la interacción en el espacio y el tiempo entre las dimensiones biofísicas y humanas. El potencial de impacto de uso de la tierra / cambio de cubierta vegetal en el entorno físico y social ha estimulado la investigación en la comprensión del uso del suelo, sus principales causas y sus efectos. Modelos de uso del suelo son herramientas para la comprensión de las causas y consecuencias de su dinámica. Los análisis de escenarios con los modelos del uso de suelo pueden apoyar la planificación y la política de uso de la tierra (Veldkamp & Lambin, 2001).

Los modelos de cambio de uso del suelo son herramientas para apoyar el análisis de las causas y consecuencias de uso con el fin de comprender mejor el funcionamiento del sistema de uso de suelo y para apoyar la planificación y la política de uso. Los modelos son útiles para desentrañar el complejo conjunto de fuerzas socioeconómicas y biofísicas que influyen en la tasa y el patrón espacial del uso de la tierra y para la estimación de los impactos de los cambios en el uso del suelo. Además, los modelos pueden apoyar la exploración de futuros cambios de uso del suelo en diferentes condiciones de escenarios. En resumen, los modelos de uso del suelo son herramientas útiles y reproducibles, que complementan nuestras capacidades mentales existentes para analizar el uso del suelo y tomar decisiones más informadas (Costanza, 1989).

La simulación de la dinámica del uso de suelo se ha convertido en una técnica ampliamente utilizada en los estudios de ordenamiento territorial, impacto ambiental y evaluación de las propuestas de políticas (Kline et al., 2007). Muchos estudios se centran en el uso específico de suelo tales como la urbanización o la deforestación (He et al., 2008). Enfoques de modelado integrado que puede abordar tanto el desarrollo de la tierra individual, así como las interacciones (espaciales) y la competencia entre los usos de la tierra son esenciales para el análisis integrado de cambio de uso de suelo (Verburg & Overmars, 2009).

Los modelos de uso de suelo pueden abordar dos aspectos por separado: donde es probable que tenga lugar los cambios de usos (localización de cambio) y a qué tasas de cambios es probable que tengan curso (cantidad de cambio). La primera cuestión requiere la identificación de los atributos del paisaje natural y cultural que son los determinantes espaciales de cambio. La tasa o la cantidad de cambio es impulsado por la demanda de base en el uso del suelo y estas demandas son a menudo descritos usando modelos económicos que representan las relaciones de oferta y demanda y el comercio internacional (Verburg et al., 2008).

Lo más común es el cambio de uso de la tierra se utiliza como entrada de un modelo de calcular los impactos de procesos ambientales como la contaminación, emisiones, erosión. El problema con estas evaluaciones es que son a menudo mono-disciplinar, estático y el presente sólo un número limitado de alternativas. Por otra parte, el horizonte temporal suele ser fijo y la dinámica a largo plazo de los sistemas humano-ambientales se ignora. Tales evaluaciones dinámicas entre los componentes de los modelos sociales y biofísicos son todavía escasas. Se han hecho algunos primeros experimentos en que las diferentes tasas de cambio de uso de la tierra tienen diferentes impactos y evaluaciones biofísicas (Ducrot et al., 2004). La necesidad de este acoplamiento es clara y el vínculo entre (micro a macro) basada en agentes y (macro a lo micro) se necesitan modelos empíricos. Se espera que esto conduzca a más escenarios dinámicos que faciliten la

identificación de los mecanismos de mejor gobernanza y toma de decisiones (Verburg et al., 2004).

Hoy día, en el ámbito de la planificación los escenarios pueden ser entendidos como “imágenes hipotéticas del futuro o el pasado, lógicas y plausibles, formuladas para mostrar posibles situaciones consecuencia de procesos causales o de toma de decisiones” (Peterson et al., 2003, Carsjens, 2009).

El diseño e implementación de escenarios puede ayudar a mejorar el proceso metodológico de planificación a escala territorial, mejora en la capacidad de adaptación de los planes, mejora del proceso de comunicación y participación, mejora de la capacidad de innovación de la planificación, entendida como la capacidad del sistema planificador de proponer y utilizar nuevos mecanismos, procedimientos, herramientas y estrategias con las que promover una planificación con menores costes urbanos, sociales y ambientales (Aguilera et al., 2011).

Uso de suelo y tipos de estudios

Uno de los impulsores sobre el análisis del uso de suelo fue George Perkins Marsh (1801-1882), a mediados del siglo XIX, en su libro “El hombre y la naturaleza”, publicado en 1864, utilizando ejemplos desde Europa, Estados Unidos y Oriente Medio Oriente. Posteriormente se destaca lo realizado en 1965 por Ester Boserup, que plantea una conceptualización innovadora de la naturaleza y de la innovación agrícola. Las ideas de Boserup se convirtieron en fundamentos en el estudio de las relaciones entre la expansión agrícola y el crecimiento de la población. Actualmente investigaciones interdisciplinarias del campo de la ecología cultural, antropología ecológica, ecología política, la economía ecológica y las ciencias de la tierra, todavía se basan en las perspectivas de Boserup sobre los cambios en la población, en la tecnología y el uso de los recursos. En la década de los setenta es importante el enfoque en los efectos de los procesos naturales como el cambio climático, luego esta percepción fue reemplazada por la observación de que el uso de suelo altera los ciclos biogeoquímicos en particular el ciclo del carbono (Haberl et al., 2016).

Existe un cambio significativo en las investigaciones a partir de los años noventa, esto con la incipiente disponibilidad de la teledetección en donde datos sobre la cobertura de la tierra ilustran el alcance global de los cambios en el uso de suelo. Es en este periodo donde el foco de la intensidad como aspecto central del uso de suelo se perdió y los impactos del uso de suelo sobre los procesos naturales se hace insipiente. Juntos con las nuevas herramientas y los conjuntos de datos se avanzó hacia un enfoque en la sustentabilidad. Posteriormente la ciencia en el uso de suelo sigue una amplia gama de temas de investigación sobre los efectos determinantes e impactos en las actividades de uso de suelo en los distintos ecosistemas y a través de escalas espaciales y temporales (Lambin et al., 2006; Turner et al. 2007). Con las nuevas tecnologías, se desvió la atención en las investigaciones relacionadas con la intensificación, dado que por medio de la teledetección es indetectable (Erb et al., 2007, Verburg et al., 2011). En los últimos años, sin embargo, la intensificación se ha trasladado de nuevo al centro de interés de la comunidad científica más amplia dado principalmente por las consecuencias ecológicas (Matson et al. 1997; Haberl et al., 2016).

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Servicios ecosistémicos, definición y debate teórico en relación al concepto.

El término función del ecosistema fue originalmente utilizado por los ecologistas para referirse al conjunto de procesos que operan dentro de un sistema. A finales de los años sesenta y principios de los setenta, algunos autores comenzaron a usar el término "funciones de la naturaleza" para describir el trabajo hecho por los procesos ecológicos, y los bienes entregados a las sociedades humanas. Al describir el flujo de Servicios ecosistémicos (SE) desde la naturaleza a la sociedad, la necesidad de distinguir "funciones" de las estructuras ecológicas fundamentales y procesos se destacó para resaltar que las funciones del ecosistema son la base para la prestación de un servicio. A finales de los años sesenta y principios de los setenta, se produjeron publicaciones que abordaban la noción de la utilidad de la naturaleza para la sociedad, aparte de ser un objeto de conservación basado en preocupaciones éticas. Términos tales como funciones de la naturaleza, valor, se utilizaron haciendo hincapié la importancia de la identidad cultural, medios de subsistencia y otros beneficios no materiales. Este campo en expansión, reconociendo la dependencia de las personas sobre la naturaleza, hacen finalmente acuñar el término "servicios ecosistémicos" a principios de los ochenta (Burkhard & Maes 2017).

Es en el año 1997 en donde fue acogido por el libro de Daily (1997). Se define en el año 2005 que los Servicios ecosistémicos (SE) son los múltiples beneficios de los ecosistemas a los seres humanos (MA 2005). El concepto de SE ofrece un potencial para construir puentes entre las personas y los ecosistemas y también ofrece una forma de reconceptualizar la relación de la sociedad con la naturaleza (Schröter et al., 2014). Posteriormente vendrían distintas instancias como La economía de Ecosistemas y Biodiversidad (TEEB, 2010) que han atraído una mayor atención en las comunidades de investigación y de políticas, llevando a un crecimiento exponencial del número de estudios en este (Costanza et al., 2014).

Los servicios ecosistémicos han sido objeto de un intenso debate y de análisis en la literatura científica a lo largo de las últimas décadas. El concepto ha ganado significativa atracción como una valiosa herramienta para evaluar y gestionar las relaciones entre ecosistemas y actividades humanas (Busch et al., 2012).

En el último tiempo, los seres humanos han modificado los ecosistemas naturales de una forma acelerada (Tittensor et al., 2014). Esta modificación de los ecosistemas es impulsada con la creciente demanda en alimentos, agua, energía, entre otros. Toda esta modificación trae como consecuencia la degradación de los ecosistemas provocando una disminución de la capacidad para proporcionar servicios ecosistémicos. Los grupos de personas que se ven afectadas por la pérdida de los SE a menudo difieren espacial y temporalmente a los que se benefician de la extracción de estos recursos (Cimon-Morin et al., 2016).

El reconocimiento de los servicios ecosistémicos es que replantean la relación entre los humanos y el resto de la naturaleza. Una mejor comprensión del papel de los servicios ecosistémicos hace hincapié en nuestros activos naturales como componentes críticos de la riqueza inclusiva, el

bienestar, y sostenibilidad. Mantener y mejorar el bienestar humano requiere un equilibrio de todo nuestro activo individual, la sociedad, la economía, y los ecosistemas. Esta reformulación de la forma en que mirar a " la naturaleza" es esencial para resolver el problema de cómo construir un futuro sostenible y deseable para la humanidad (Costanza et al., 2014).

El análisis de los servicios o beneficios que proveen los ecosistemas a las sociedades humanas representa un enfoque de investigación relativamente reciente que se ha difundido gracias a que establece un vínculo explícito entre el bienestar humano y el adecuado funcionamiento de los ecosistemas. La búsqueda de alternativas para enfrentar la problemática ambiental ha llevado al reconocimiento de la estrecha dependencia que existe entre las características y procesos de los ecosistemas y de aquellos propios de las sociedades humanas. En este contexto, al hablar de servicios ecosistémicos (SE) hacia la sociedad se enfatiza la interdependencia que existe entre sistemas ecológicos y sistemas sociales (Díaz et al., 2006).

Durante los últimos años ha existido un debate científico en relación a los servicios ecosistémicos, esto enfocado desde cómo se estudian y cual es realmente su importancia. De acuerdo al estudio de Schröter et al., (2014) en donde desarrollan un análisis a partir de la literatura relacionada con los SE, además de discusiones de congresos, y de conversaciones con colegas de distintas disciplinas. Se seleccionaron tres tipos de argumentos críticos contra el concepto. El primero abarca las consideraciones éticas, que se refieren a cómo los seres humanos interactúan con la naturaleza. Dirigen la crítica con respecto a la ética ambiental y con la relación hombre-naturaleza. El segundo es el tipo de ofertas de discusión con las estrategias de conservación de la naturaleza y el uso sostenible de los ecosistemas, que se refieren a la interfaz científico-normativa. Estos argumentos incluyen suponer entra en conflicto con el concepto de la diversidad biológica, los temas relacionados a la valoración, y la mercantilización y los pagos por servicios ambientales (PSA). El tercer tipo argumento aborda el estado actual de la ES como un enfoque científico. Se concluye en primer lugar que la ética ambiental detrás del concepto fundamental forma un punto de contención (Jax et al., 2013). La mirada antropocéntrica del concepto SE podría ser utilizado para ampliar la argumentación en apoyo de la conservación y uso sostenible. Podría convencer a los oponentes de protección de la naturaleza, especialmente en las culturas occidentales. En segundo lugar, el concepto SE no socava el alcance o validez del paradigma de la biodiversidad como un foco en la conservación de la naturaleza. La biodiversidad es tanto directa e indirectamente incluida en varias categorías de SE, y por lo tanto conservación de la biodiversidad puede mejorar los SE disposición de estos. Por último, lo científico tiene un papel importante en la contribución del diseño de instrumentos de políticas adecuados. Una de las funciones de los científicos se encuentra en el desarrollo de variables biofísico y la generación de indicadores de valor socio-culturales de la cual los SE explican la relación entre los seres humanos y la naturaleza en una de manera integral.

Un reto importante en la gestión de los ecosistemas es la comprensión de cómo interactúan múltiples SE a través de diferentes escalas espaciales y para entregar soluciones de gestión que puede manejar SE en equilibrio (Raudsepp-Hearne et al., 2010). En este contexto, los sistemas de información geográfica (SIG) son una herramienta esencial para el análisis de los SE, porque permiten mapear los límites del sistema ecológico y humanos, donde operan los SE y debido a que ofrecen una multitud de técnicas de mapeo espacial aplicables a diferentes escalas (Klain et al., 2012).

Las herramientas de mapeo han evolucionado de manera impresionante en décadas recientes. Hemos sido testigos de una evolución tecnológica que ha facilitado la democratización de los sistemas de información geográfica (SIG). Estos avances han impactado múltiples disciplinas incluyendo el mapeo de los servicios ecosistémicos. La información que alimenta diferentes herramientas de mapeo es también cada vez más accesible y compleja (Burkhard & Maes, 2017).

Clasificación de los Servicios Ecosistémicos

Con el fin de poder identificar y cuantificar de mejor manera los SE, es que han surgido distintas instancias en donde se categoriza y describe a los SE. La clasificación de los SE aun representa un desafío a nivel gubernamental y académico. El problema de la clasificación todavía vale la pena trabajar y ciertamente todavía no es algo que se pueda dar por sentado. Entre las instancias de clasificación está la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MA) y Economía de los Ecosistemas y Biodiversidad (TEEB) y un número de evaluaciones internacionales, como las del Reino Unido, Alemania y España. El problema con ellos es que todas se acercan a la clasificación del problema en formas diferentes. Un intento de unificar estas dificultades se creó La Clasificación Internacional Común de Servicios Ecosistémicos (CICES) en el año 2009 y luego revisada en el 2013. CICES fue desarrollado originalmente como parte del Trabajo sobre el Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica Integrada (SEEA) y es dirigido por la División de Estadística de las Naciones Unidas (UNSD (Burkhard & Maes, 2017).

El marco conceptual por el cual se realiza esta clasificación es por medio de la “cascada de los servicios ecosistémicos” (Figura 7). La cascada de los servicios ecosistémicos conecta lógicamente y sucintamente las estructuras y procesos ecosistémicos con los elementos que afectan el bienestar humano a través de una especie de “cadena de producción”. De esta manera demuestra que se requiere de estructuras funcionales ecosistémicas para la generación de servicios ecosistémicos y de los consiguientes beneficios asociados a ellos (Potschin & Haines-Young, 2011). En otras palabras, la cascada revela que para obtener un flujo continuo de SE. se requiere proteger y conservar los ecosistemas y la biodiversidad que les dan sustento (MMA, 2016).

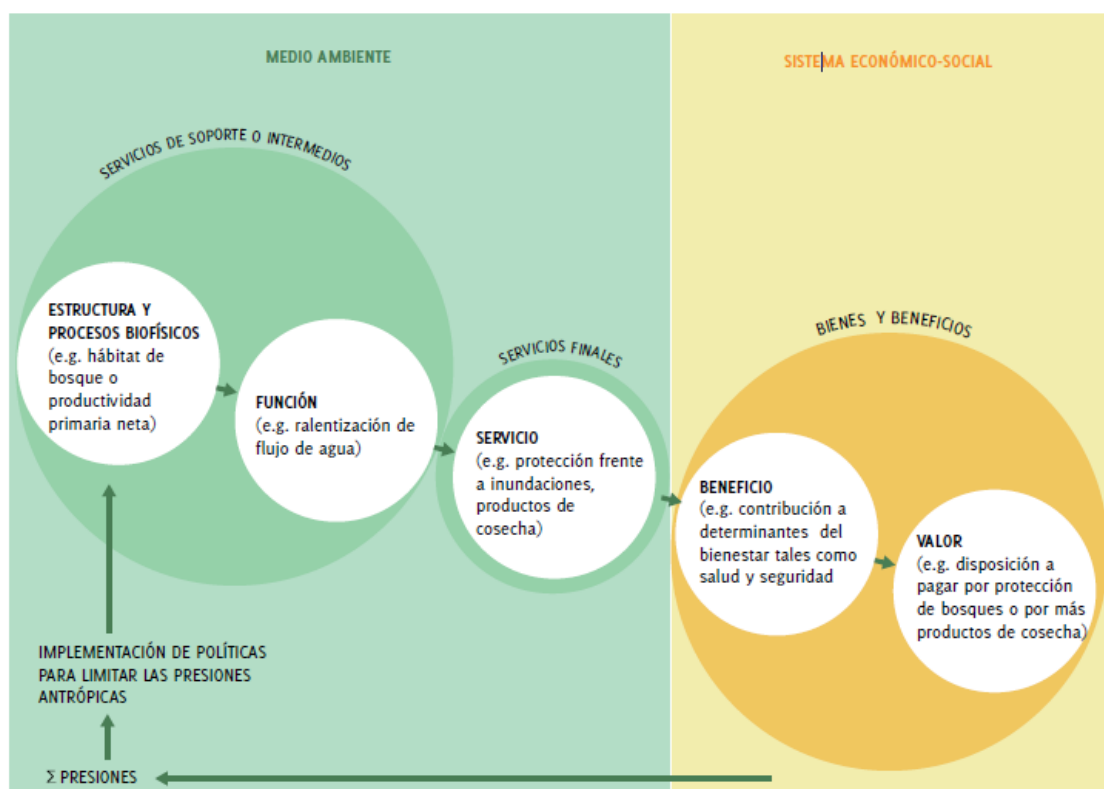


Figura 6: Cascada de los servicios ecosistémicos

Fuente: Haines-Young and Potschin (2012). Traducción libre en base a MMA (2016).

Para la clasificación se intentó utilizar tanto de la terminología que ya estaba ampliamente empleada y por lo tanto se utilizó la categorización de 'aprovisionamiento', servicios "reguladores" y "culturales" que fueron familiarizados por el MMA (Figura 8). En provisión encontramos los materiales, nutrición y energía de los ecosistemas de los cuales derivan bienes y productos. La categoría de regulación y mantenimiento se encuentran todas las formas en que los ecosistemas pueden mediar su entorno en el que viven o dependen las personas de alguna manera y por lo tanto se benefician de ello en términos de salud o seguridad, por ejemplo. Por último, la categoría cultural identificó todas las características no materiales de los ecosistemas que contribuyen o son importante para la salud mental o intelectual (Burkhard & Maes 2017).

Sección	División	Grupo
Provisión	Nutrición	Biomasa
		Agua
	Materiales	Biomasa, fibra
		Agua
Regulación y Mantenimiento	Mediación de residuos, sustancias tóxicas y otras molestias	Fuentes de energía de biomasa
		Energía mecánica
	Mediación de flujos	Mediación vía biota
		Mediación vía ecosistemas
		Flujos de masa
		Flujos líquidos
		Flujos gaseosos/aire
	Mantenimiento de las condiciones físicas, químicas, biológicas	Mantenimiento de ciclo de vida, hábitat y protección de material genético
		Control de plagas y enfermedades
		Composición y formación del suelo
		Condiciones del agua
Cultural	Interacciones físicas e intelectuales con los ecosistemas y paisajes terrestres/marinos [configuración ambiental]	Regulación del clima y la composición atmosférica
		Interacciones físicas y experienciales
	Interacciones de tipo espiritual, simbólica y otras con los ecosistemas y y paisajes terrestres/marinos [configuración ambiental]	Interacciones intelectuales y de representación
		Espiritual o emblemáticos
		Otros productos culturales

Figura 7: Clasificación de servicios ecosistémicos

Fuente: Haines-Young & Potschin (2012). Traducción libre MMA (2016).

Biodiversidad y provisión de Servicios ecosistémicos

Los cambios producidos por el hombre a los ecosistemas naturales constituyen la causa principal de la pérdida de biodiversidad (Pimm y Raven, 2000; Newbold et al., 2015), que representan una amenaza inminente a la provisión de servicios ecosistémicos (Foley et al., 2005; Harrison et al., 2014) y bienestar humano (Potschin & Haines-Young, 2011; Bax & Francesconi 2019). De acuerdo al último informe de IPBES (Plataforma Intergubernamental de Ciencia y Política sobre Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos) (2019), señala que las disminuciones en la biodiversidad, han sido y están siendo causadas por impulsores directos e indirectos. Los impulsores directos son el cambio de uso de suelo, explotación directa de organismos, cambio climático, contaminación y especies exóticas invasoras. Según se estima a partir de una revisión sistemática global de estudios publicados desde el 2005, los cambios en el uso de suelo y la explotación marina representan más de 50 % del impacto global en la tierra, agua dulce y en el mar. Todo esto trayendo como consecuencia la disminución de la biodiversidad y con ello la disminución de los servicios ecosistémico.

Es necesario por medio de investigaciones, seguir dando a conocer la importancia y relevancia de la biodiversidad. La estructura y área del hábitat, como proxies para la biodiversidad, han

demostrado ser cruciales para la entrega de servicios ecosistémicos como la pesca, polinización, depuración de aguas y la regulación de plagas (Harrison et al., 2014). Cuando se habla de la diversidad biológica a nivel de especies y poblaciones, esta está vinculando el funcionamiento que tenga el ecosistema y de acuerdo a como se encuentre este influye positivamente en la prestación de servicios ecosistémicos particulares a través de escalas (Cardinale et al., 2012; Lique et al., 2016). Es así, como la biodiversidad y el ecosistema están influenciados por las distintas interacciones que ocurren y estas dependen directamente de la disponibilidad y condiciones del hábitat (Lique et al., 2016).

De acuerdo al estudio de Harrison et al., (2014) en donde analiza la vinculación de la biodiversidad con los servicios ecosistémicos, destaca la importancia de la biodiversidad en la prestación de los servicios ecosistémicos y como en el último tiempo ha ido en amento la pérdida de la prestación de los servicios ecosistémicos debido a la pérdida de la biodiversidad. Entre sus conclusiones esta que las investigaciones futuras deben de tener en cuenta los efectos de los factores socioeconómicos en la pérdida de la biodiversidad, en donde es importante visualizar en un contexto más amplio la protección de especies y hábitats, este tipo de enfoque es útil para realizar una conservación más allá de áreas protegidas. Un enfoque sistémico por medio de los sistemas socioecológicos tiene la capacidad de mejorar considerablemente los efectos de la gestión de la conservación.

La gestión y la conservación de la biodiversidad, la de los ecosistemas, no se lleva a cabo en un vacío social, es importante la comprensión de los conductores sociales y las implicancias de estos en el ecosistema, es ahí un reto la para la investigación actual (Evers et al., 2018).

Servicios ecosistémicos, tipos de estudios

En la última década, han surgido distintos tipos de iniciativas gubernamentales y académicas, relacionadas con los servicios ecosistémicos. Encontramos la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA, 2005) y La Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad (TEEB, 2008), junto con el desarrollo de sistemas de clasificación como la Clasificación Internacional Común para el Ecosistema Servicios (CICES, Haines-Young & Potschin, 2010). Más de 118 países fueron asignados en la formación de la Comisión Intergubernamental de la Plataforma sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas (IPBES), cuya misión en el marco de las Naciones Unidas es evaluar el estado de los ecosistemas del planeta, la biodiversidad y los servicios asociados (Binder et al., 2017; McDonough et al., 2017).

La literatura académica sobre los servicios ecosistémicos es amplia, es posible identificar estudios a nivel ecológico y también económicos relacionados con funciones de producción ecológica y funciones de beneficios económicos. Un hallazgo entre las publicaciones es que la valoración económica de los SE y el análisis integral de los costos y beneficios son herramientas importantes para ayudar a los encargados de la toma de decisiones a manejar los ecosistemas (Binder et al., 2017).

De acuerdo al estudio realizado por McDonough et al., (2017), en donde analiza las tendencias de publicaciones en la investigación de los servicios ecosistémicos, estas han aumentado en

3.000 publicaciones por año en relación al tema. La Unión Europea lidera las publicaciones con un 42%, mientras que los Estados Unidos es responsable del 30% de las publicaciones. Entre las áreas temáticas más relevantes están medio ambiente (34%) y las ciencias biológicas (27%) que representan la mayoría de los artículos de revistas publicados entre 2005 y 2016, con Ciencias (10%) y economía (3%) que comprenden una proporción menor.

A la hora de resumir el estado actual de las investigaciones de los SE, en los últimos años una serie de estudios de diferentes escalas se han publicado con este propósito, como Seppelt et al., (2011) en la escala mundial, Molnar & Kubiszewski (2012) para los Estados Unidos y Canadá, Schuhmann & Mahon (2015) para el Caribe, Balvanera et al., (2012) para América Latina, Egoh et al., (2012) para África, Wei (2017) para China, Pittock et al., (2012) para Australia, Pérez-Verdin et al., (2016) para México, y Mastrangelo et al., (2015) para Argentina.

Es posible encontrar estudios relacionados con los SE culturales como el patrimonio cultural o el significado espiritual, que son difíciles de cuantificar y cuyo valor a menudo se piensa que es estético en consideración a los términos monetarios. Estos servicios culturales tienen valor por derecho propio y han desempeñado un papel importante en la motivación del apoyo público a la protección de los ecosistemas. Daniel et al., (2012) revisan la investigación sobre las relaciones entre las funciones ecológicas y los valores culturales, incluyendo la estética del paisaje, el patrimonio cultural, la recreación al aire libre y el significado espiritual. También encontramos SE provistos por bosques urbanos, humedales, lagos y áreas no desarrolladas (Mei-Hua et al., 2017). Se han desarrollado métodos para estimar el valor económico de los bosques urbanos basándose en sus efectos sobre la calidad del aire (Nowak et al., 2014), la cantidad de agua (Hobbie et al., 2014).

Binder et al., (2017), realiza una revisión en la evaluación y valoración económica de los servicios ecosistémicos de los ecosistemas forestales. Se exponen ejemplos con los servicios ecosistémicos asociados como producción de madera, secuestro de carbono, regulación de la calidad y cantidad de agua, provisión de servicios residenciales, recreativos y protección de especies amenazadas. Concluye que los bosques proporcionan una serie de beneficios que van más allá de los productos comercializable. La integración de modelos ecológicos y económicos para predecir los beneficios y los costos de alternativas de gestión u opciones de políticas pueden ayudar a los encargados de la toma de decisiones a manejar estos compromisos.

A nivel latinoamericano, de acuerdo a Balvanera et al., (2013), menciona que las investigaciones sobre la oferta de SE abarcan componentes del ecosistema y de los procesos que sustentan el flujo potencial de beneficios para las sociedades. Las investigaciones se han centrado en los SE de madera (Guariguata et al., 2009), suministro de agua (Blume et al., 2008), la polinización (Garibaldi et al., 2009). En una menor medida están los relacionados con el impacto de la conversión de los ecosistemas, cambios en el uso de suelo (Miranda et al., 2017) y flujo de agua y la calidad (Uriarte et al., 2011).

CONTEXTO NACIONAL

La socioecología en Chile

Los estudios Socioecológicos se han estudiado con mayor intensidad en Europa y América del Norte, sin embargo, ha existido un incipiente estudio de esos sistemas tanto a nivel latinoamericano y a nivel nacional desde el año 2010, siendo en la actualidad uno de los conceptos teóricos más utilizados para referirse a la interacción de elementos del medio ecológico y social.

De acuerdo al estudio de Anderson et al., (2015), visto desde como la ecología emplea el término de socioecología, en Chile y Argentina, se encontró que, en la última década, se continúa publicando más en el área de la ecología pura, pero aun así ha tenido un aumento a la tendencia los estudios relacionados con la ecología humana. El estudio hace hincapié en la necesidad de abordar el estudio de los sistemas sociológicos de forma interdisciplinaria en especial con las áreas de la geografía, ya que la geografía humana ha estudiado por mayor tiempo la interacción entre lo humano y la naturaleza.

A nivel nacional, una de las primeras investigaciones en esta área es la compuesta por la Red Chilena de Sitios de Estudios Socio-Ecológicos de Largo Plazo (LTSER-Chile), esta iniciativa nace, gracias a un cambio de paradigma en la disciplina de la ecología, que integró también la dimensión humana de los ecosistemas, llevándola a un marco conceptual de Investigación Socio-Ecológica a Largo Plazo (LTSER por sus siglas en inglés) para enfrentar los desafíos medio-ambientales del mundo actual. De acuerdo al estudio de Gaxiola et al., (2014), en donde presenta un análisis de las líneas de investigación desarrolladas en cada uno de los tres sitios y el contexto en el que se han establecido. Los tres sitios cubren desde los ecosistemas semiáridos, localizado al sur del desierto de Atacama (30° S), pasando por los bosques templados lluviosos y las turberas, en la Isla Grande de Chiloé (42° S), hasta la eco-región subantártica de Magallanes en el Parque Etnobotánico Omora (55° S), en la Reserva de la Biósfera Cabo de Hornos. De acuerdo a los resultados expuestos, en cada uno de estos sitios se ha desarrollado investigación hacia el sistema ecológico, considerando ellos mismos como desafío a futuro integrar otras áreas como las sociales para profundizar en los sistemas Socioecológicos.

Entre los estudios desde el 2014 en adelante encontramos, el de Parra & Moulaert, (2016) que discute la preocupación en ecología y ciencias sociales por restablecer la unidad entre naturaleza y cultura como una palanca para la gobernabilidad en los sistemas socio-ecológicos, centrándose en la gobernabilidad de San Pedro de Atacama. Outeiro & Villasante, (2013), que aborda el sistema Socioecológico de la salmonicultura en Chiloé, y como esta se complementa en el territorio. Además, encontramos el estudio de Yáñez et al., (2014), el cual presenta un análisis socio-ecológico del sistema pesquero artesanal de la Isla de Pascua, mediante la identificación e interacción de los actores sociales, como resultado principal se proponen programas de investigación y desarrollo que fomenten una serie de cambios en la situación de la pesca en la isla, para resolver los problemas y promover su desarrollo sustentable.

A partir del año 2018 en adelante se ve un interés en discutir temáticas relacionadas a los sistemas socioecológicos. Se destacan las publicaciones de Urrea & Ibarra, (2019), en donde estudia las huertas familiares como sistemas socio-ecológicos que cumplen un importante papel en la conservación de la agrobiodiversidad y de procesos socio-culturales locales. Campos-Medina (2018), presenta las narrativas del actor sobre la reestructuración del tiempo y el espacio para definir un método sensible para explorar las controversias socioecológicas producidas por la promulgación de una nueva institución ambiental a nivel nacional. En relación al uso de suelo, se encuentra el estudio de Manushevich et al, (2019), en donde estudia la dinámica de uso de suelo en el país bajo un análisis de sistema socioecológico, en donde repercuten temáticas sociales, ambientales y políticas.

Es evidente que últimamente esta temática está siendo abordada por distintas áreas de estudios de Chile. Es relevante que tanto los componentes ecológicos como humanos se sigan integrando por lo que se hace evidente la necesidad de generar investigaciones en sistemas Socioecológicos locales desde la mirada de la geografía.

Servicios ecosistémicos

El reciente interés de la ciencia en relación a los SE puede ser atribuido a la utilidad de estos como un concepto que vincula explícitamente a los ecosistemas y las necesidades humanas. Sin embargo, la aplicación específica, y el resultado del marco de investigación y de los SE no pueden interpretarse sin prestar atención a la forma en que se definen como enfoques, y al contexto histórico, geográfico y político en el que se desarrollan (Balvanera et al., 2012).

A nivel gubernamental en Chile el Ministerio de Medio Ambiente (MMA) ha generado la “Propuesta sobre marco conceptual, definición y clasificación de servicios ecosistémicos para el MMA” (2016), esto dado a las distintas instancias internacionales que se han creado, por ello, la División de Información y Economía Ambiental del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) ha elaborado una minuta con el fin de acordar, a nivel institucional, un marco conceptual, una definición y una clasificación actualizada y consensuada sobre servicios ecosistémicos. Esto permitirá al Ministerio contar con un marco de referencia común para eventuales discusiones sobre SE (MMA 2016). En dicho documento dan a conocer bajo qué conceptos se utilizara el término y bajo qué tipo de clasificación, considerando la clasificación internacional de servicios ecosistémicos, llamada CICES (The Common International Classification of Ecosystem Services; Haynes-Young & Potschin., 2013).

En el ámbito de las investigaciones, en Chile existe una variada gama de formas en cómo se estudian los SE, dependiendo del área geográfica, del método y de la finalidad del estudio.

De la Barrera et al., (2015) realiza una revisión sistemática de la investigación de servicios ecosistémicos en Chile, tiene como fin detectar qué y cómo se estudian los servicios ecosistémicos en el país. Sus resultados muestran un importante incremento en el desarrollo de la investigación científica a partir de 1994, concentrándose especialmente luego del 2005. Tras el análisis se observa que los estudios realizados en Chile han utilizado mayoritariamente herramientas de valoración económica por sobre otro tipo de herramientas y que son escasos los ejercicios de modelación y mapeo de servicios ecosistémicos.

A partir del año 2002 se ha producido un avance significativo en la investigación sobre los servicios ecosistémicos que proveen los bosques nativos en Chile. El Ministerio de Planificación, a través de la Iniciativa Científica Milenio, ha financiado una parte importante de la investigación realizada por el Núcleo Científico FORECOS de la Universidad Austral de Chile, entidad que ha aportado con significativos avances referidos a la cuantificación y valoración económica de estos servicios (Lara et al., 2009). El Ministerio de Agricultura y la Corporación de Fomento a la Producción (CORFO) también han financiado investigación sobre el tema, otorgando fondos al Instituto Forestal (INFOR) para investigar específicamente acerca de la factibilidad del pago por servicios ambientales referente a la producción de agua en la cuenca del Río Pudeto para la ciudad de Ancud en Chiloé (Lara et al., 2010).

Entre los estudios específicos, se pueden mencionar en el área de la ganadería (Root-Bernstein et al., 2017), en donde dan a conocer lo favorable de la trashumancia para la generación de servicios ecosistémicos. Barreta et al., (2014), analiza los SE culturales en la isla de Chiloé. Lara et al., (2010), cuantifica dos SE forestales nativos en el sur de Chile: suministro de agua y oportunidades de pesca recreativa. Delgado & Marín (2016), analiza la relación entre el bienestar humano y los servicios ecosistémicos en el humedal del río Cruces, se destaca que se analiza bajo el enfoque de sistema sociológico, y Betancourt & Nahuelhual, (2017) estudian el cómo se construye el bienestar en comunidades locales del sur de Chile a través de prácticas sociales relacionadas con el uso de productos de medicina natural local.

Además, encontramos artículos relacionados con los SE en las áreas costeras y marinas, como De Juan et al., (2017), en donde por medio de encuestas con pescadores, turistas y residentes permanentes dan valor a los SE existentes en las zonas costeras de Las Cruces, El Quisco, Quintay, Laguna Verde, Maitencillo y Los Molles. Nahuelhual et al., (2017) propone un marco metodológico que combina Sistemas de Información Geográfica y técnicas participativas para mapear el servicio ecosistémico de oportunidades recreativas, proporcionadas por ecosistemas marinos. Marín et al., (2014) utiliza el marco de los SE para comprender los impactos de las transformaciones abruptas, en un humedal costero de Tubul-Raqui, en el sur de Chile luego del terremoto 8.8 ocurrido el año 2010. Se concluye que el análisis de las transformaciones abruptas con un enfoque de SE proporciona un instrumento para el estudio del cambio ambiental y los impactos asociados en las comunidades locales.

Entre los estudios se destacan los que están relacionados con los SE en áreas urbanas y periurbanas, como el de Vásquez, (2016), en donde estudia el corredor verde ribereño en el río Mapocho ya que este puede contribuir a mejorar la provisión de servicios ecosistémicos evaluados y así constituir importante en un sistema de infraestructura verde en Santiago para mitigar y adaptarse al cambio climático. De la Barrera et al., (2016) analiza factores de preferencias por espacios verdes sobre otros espacios, el apego a la comunidad, la imagen de los espacios verdes, la cohesión social y las percepciones de seguridad en tres barrios socioeconómicamente diferenciados dentro del Área Metropolitana de Santiago.

Relacionado con la planificación territorial y gobernanza, se encuentra el estudio de Rozas-Vasquez et al., (2017), en donde integra los SE con la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE), analiza el entendimiento actual y las relaciones de red en múltiples actores como un primer paso hacia una integración exitosa de SE en Servicio evaluación Ambiental y planificación.

Relacionados con el mapeo de servicios ecosistémicos, encontramos el estudio de Esse et al., (2014), en donde proponen y aplican una metodología de análisis multicriterio, basado en herramientas SIG y unidades ambientales homogéneas (UAH) para el mapeo de servicios ecosistémicos en la subcuenca del río Quepe, concluyen que el método presenta la ventaja de otorgar facilidad y flexibilidad en la espacialización de datos, mientras que recoge de manera sencilla los valores perceptuales de los actores locales y cómo estos perciben el nivel de presencia de un determinado servicio en la subcuenca. Nahuelhual et al., (2014a), desarrolló y aplicó un marco metodológico basado en SIG para el patrimonio agrícola, el objetivo final del estudio fue proporcionar indicadores y sus beneficios, capaces para mostrar las áreas donde se encontraban tierras agrícolas de alto valor. Nahuelhual et al., (2014b) estudia la influencia de cambio de uso de suelo en las oportunidades de recreación y ecoturismo en tres décadas (1976, 1985, 1999 y 2007) en el sur de Chile, concluyendo que los cambios en el paisaje redujeron las oportunidades de ecoturismo, lo cual hace destacable que el impacto sustancial de cambio de uso de suelo refleja las pérdidas de biodiversidad en el área. Duran et al., (2013), documentan la efectividad del actual sistema de áreas protegidas chilenas y sus extensiones planificadas para representar tanto los SE (productividad vegetal, almacenamiento) y biodiversidad. Además, evalúan la efectividad de las áreas protegidas en base a sus respectivos objetivos de gestión. Se concluye la baja representación de los SE y los rangos de distribución de las especies por el actual sistema de áreas protegidas, esto se debe a que las áreas protegidas están fuertemente sesgadas hacia el sur de Chile, y contienen grandes extensiones de hielo y roca desnuda. Nahuelhual et al., (2013), analiza los SE culturales como la recreación y el ecoturismo en la Isla de Chiloé. La metodología demuestra un importante potencial identificando áreas de recreación para informar la toma de decisiones a nivel local con respecto a la planificación del uso de la tierra.

Por medio de lo expuesto anteriormente y de acuerdo a De la Barreta et al., (2015), hay una necesidad evidente de realizar estudios en ecosistemas desérticos (especialmente en aquellos costeros y alto andinos), en ecosistemas de montaña y glaciares, en ecosistemas antropizados de la zona centro-sur, siendo estos grandes demandantes de servicios ecosistémicos provistos por los ecosistemas naturales cercanos, y en ecosistemas marino-costeros e insulares.

Uso de suelo

Durante las últimas décadas, ha existido una tendencia al aumento en la modificación del uso del suelo esto principalmente por los cambios en las economías (Plieninger et al., 2016). Chile no ha estado ausente en estas estadísticas. De acuerdo a los últimos estudios relacionados en la temática, ha existido un acelerado cambio de uso de suelo desde la década del 70 en adelante, acrecentado principalmente por la incorporación de las plantaciones forestales en la zona centro-sur de Chile.

De acuerdo a Aguayo et al., (2009), en Chile, los primeros estudios sobre cambios de uso de suelo se realizaron en la zona central a fines de la década de los setenta como el de Fuentes & Hajek, (1979) en donde realiza un estudio de uso de suelo y su relación con las prácticas de la agricultura en Chile central. Durante la década de los ochenta, se desarrollan nuevos estudios

que aportaron al conocimiento de los cambios en el uso del suelo ocurridos en el centro y sur del país, entre ellos esta: Fuentes & Carrasco, (1984); Fuentes, (1988), Lara et al., (1989). En la década de los noventa, el gobierno de Chile, a través de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), realiza un esfuerzo para cuantificar los recursos vegetacionales nativos existentes en el país e inicia una serie de monitoreo para detectar los cambios de cobertura por medio del Catastro de Bosque Nativo.

Desde el año 2000 en adelante, se visualiza un aumento en las publicaciones relacionadas con el uso de suelo y sus efectos, esto se propicia por la disponibilidad de imágenes satelitales, que proporcionan una ventana temporal de análisis reconstituyendo paisajes de hace 30 años. Estas investigaciones dan cuenta de las transformaciones del paisaje a escala local y regional, y exploran sus consecuencias ecológicas y sociales.

Se destaca el trabajo realizado por Lara et al., (2012) que estima la vegetación y uso de suelo de la ecorregión del bosque valdiviano, antes de la colonización europea. A partir de un enfoque transdisciplinario integra información proveniente de documentos históricos, y sitios arqueológicos, y de la relación de estos registros, así como de la vegetación actual con variables ambientales, desarrolló la primera reconstrucción de la cobertura boscosa y de la vegetación de la ecorregión de los bosques valdivianos lluviosos en Chile hacia 1550, expresada cartográficamente a escala 1:500.000. Los resultados mostraron que, a la llegada de los españoles, los bosques nativos cubrían 11,3 millones de hectáreas, cifra que disminuyó en 2007 a 5,8 millones de hectáreas (51 % del área original). Dicha reducción se explica por el reemplazo del bosque nativo por praderas y matorrales, áreas agrícolas y, a partir de 1974, por plantaciones forestales.

Otras investigaciones que se destacan están la de Braun et al., (2014) y Braun & Koch (2016), en donde dan a conocer distintos métodos para el análisis del cambio de uso de suelo. Diaz et al., (2011b) identifica los impulsores del abandono de tierras en el sur de Chile por medio de un modelo estadístico espacialmente explícito, basado en un marco teórico económico. Pena - Cortes et al., (2006) analiza la dinámica del paisaje por medio de la fotointerpretación en 8 categorías de uso en la Cuenca del Lago Budi. Schulz et al., (2010) investiga los cambios en la cobertura utilizando imágenes de satélite multi-temporales tomadas en 1975, 1985, 1999 en la región de Valparaíso.

Estudios relacionados con el bosque Nativo, están el de Echeverría et al., (2006) que analiza tres mapas de cobertura terrestre (1975, 1990 y 2000) y se utilizan para observar patrones de deforestación y fragmentación de bosques en la zona central de Chile. Heilmayr et al., (2016) genera mapas de alta resolución del cambio de uso del suelo en Chile entre 1986, 2001 y 2011 enfocado a la transición forestal. Locher-Krause et al., (2017) realiza el mapeado de la composición de la cubierta terrestre y los cambios de configuración usando series de tiempo de Landsat TM / ETM + (1985-2011) en el Sur de Chile (región de Los Ríos) para comprender el proceso de transformación en la selva tropical templada y el hotspot de biodiversidad. Miranda et al., (2015) evaluó la tasa de cambio de uso de suelo en el tiempo, identificando los principales usos que reemplazaron el bosque nativo en la región de La Araucanía, y describió cómo los cambios han evolucionado en condiciones fisiográficas contrastantes a través de diferentes fases históricas del paisaje durante los últimos 40 años. Nahuelhual et al., (2012) analizó los

impulsores de la expansión de las plantaciones en el centro sur Chile. Se utilizaron imágenes de satélite de 1975, 1990 y 2007 para estimar regresiones. Zamorano-Elgueta et al., (2015) analiza la dinámica del cambio de cobertura para probar la hipótesis de que las plantaciones de árboles exóticos han causado una transformación forestal en el sur de Chile durante las últimas tres décadas. Se utilizaron tres imágenes de satélite Landsat tomadas en 1985 (TM), 1999 (ETM +), y 2011 (TM) para cuantificar el cambio de cobertura de tierra, junto con un conjunto de paisajes indicadores para describir la conFiguración espacial de la cubierta terrestre. Estos estudios se complementan con el realizado por Miranda et al., (2017) en donde realiza una revisión completa de los diferentes estudios que informaron los cambios en uso de suelo y análisis el conjunto de sus resultados relacionando la variación del cambio con latitud, el período de tiempo y la riqueza de las plantas vasculares. Los resultados demuestran la predominancia forestal en los últimos 40 años.

En relación a estudios con la modelación de usos de suelos, se encuentra el trabajo de Manuschevich & Beier, (2016), en donde se modela lo relacionado con las políticas públicas y el bosque nativo. Echeverría et al., (2008) estudia los impactos actuales y futuros de la fragmentación sobre la conFiguración espacial de los hábitats forestales a nivel del paisaje en el sur de Chile (isla de Chiloé). Para ello, identifica variables geofísicas ("conductores de patrones") que explican los patrones espaciales de pérdida y fragmentación de los bosques entre 1976 y 1999 utilizando modelo de cambio de uso de suelo basado en SIG (GEOMOD) y regresión logística espacialmente explícita. Luego proyecta dónde y cuánta fragmentación forestal se producirá en el futuro por extrapolación de la actual tasa de deforestación hasta 2010 y 2020. Marín et al., (2011) describe un modelo de simulación que representa los factores humanos y naturales más importantes que generan el uso de suelo y su cambio, en el sur de Chile. Evalúan el modelo examinando su capacidad para simular el cambio observado durante las últimas tres décadas, realizando un análisis de sensibilidad de tendencias simuladas a cambios en parámetros importantes del modelo, y utilizan el modelo para proyectar las transformaciones del paisaje probable en la próxima década "como siempre", "pesimista" y cuatro escenarios "optimistas". Otros estudios de modelo de uso de suelo se relacionan a áreas de urbanización, entre ellos se destacan el de Henríquez & Quense, (2010) en donde realizan una EMC/EMO para los usos/coberturas de la cuenca del río Chillán, ubicada en la Región del Biobío, con el fin de determinar los espacios más aptos para cuatro usos representativos: espacios de conservación, plantaciones forestales, usos agrícolas y áreas de expansión urbana. Además, se encuentra el de Henríquez (2008) en donde se dan a conocer las causantes de la expansión forestal y los factores de modelación en la cuenca de Chillan.

En temáticas relacionadas con el cambio de uso de suelo y los servicios ecosistémicos encontramos el estudio de Montoya et al., (2017), en donde estudia los cambios en el paisaje y su efecto en el suministro de servicios ecosistémicos en la región urbana de Santiago – Valparaíso, usando métodos de consulta de expertos y evaluación de cambio de uso de suelo. Entre sus resultados se destacan los cambios positivos y negativos en la generación de servicios ecosistémicos derivados de los usos de suelo. También el estudio de Rodríguez-Echeverría et al (2018), en donde se evaluó el uso de suelo, los cambios en los patrones espaciales de la diversidad de hábitat de bosque nativo y la influencia de estos impactos en la prestación de los servicios ecosistémicos como abastecimiento de agua, control de erosión y materia orgánica, desde 1986 hasta 2011.

CAPITULO III

ANTECEDENTES DEL ÁREA DE ESTUDIO Y METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN EN EL SISTEMA SOCIOECOLÓGICO DE LA COMUNA DE CONSTITUCIÓN.

ANTECEDENTES DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio corresponde a la comuna de Constitución ubicada en región del Maule, Chile (Figura 8). Tiene una superficie de 1.343 km², la Comuna de Constitución pertenece a la Provincia Talca de la Región de Maule y se ubica a 114 km de la capital regional. Delimita al norte con la Comuna de Curepto, al Este con Péncahue y San Javier, y al sur con las comunas de Chanco y Empedrado. Al Oeste limita con el Océano Pacífico (OP Ingeniera, 2016).

La Comuna se encuentra ubicada principalmente en una geomorfología que pertenece a la Cordillera de la Costa, con una zona de planicies fluvio-marinas en el sector norte. La cercanía al Océano Pacífico determina una influencia en el clima mediterráneo existente mediante la ausencia de heladas, baja oscilación térmica entre el día y la noche y una elevada humedad relativa. Las precipitaciones se concentran en los meses de invierno con entre el 70 al 75% del total anual entre mayo y agosto (OP Ingeniera, 2016).

El Río Maule divide la comuna en dos sectores característicos: al norte, zona de bosques y con un micro-sector agrícola (Valle de Putú), área de mayor aptitud agraria de la comuna y; al sur, zona de bosques y tierra de secano costero. Según el Censo de Población y Vivienda 2002 la Comuna de Constitución tiene una población de 46.081 habitantes, donde 22.692 son mujeres que representaba un (49,24%), y 23.389 son hombres, que representaba un (50,76%) de la población. Esta comuna, de acuerdo a las proyecciones de población, posee del orden de 55.700 habitantes el año 2013, lo que representa el 5,4% de la población proyectada para la región del Maule y 0,3% de la población proyectada en el país (OP Ingeniera, 2016).

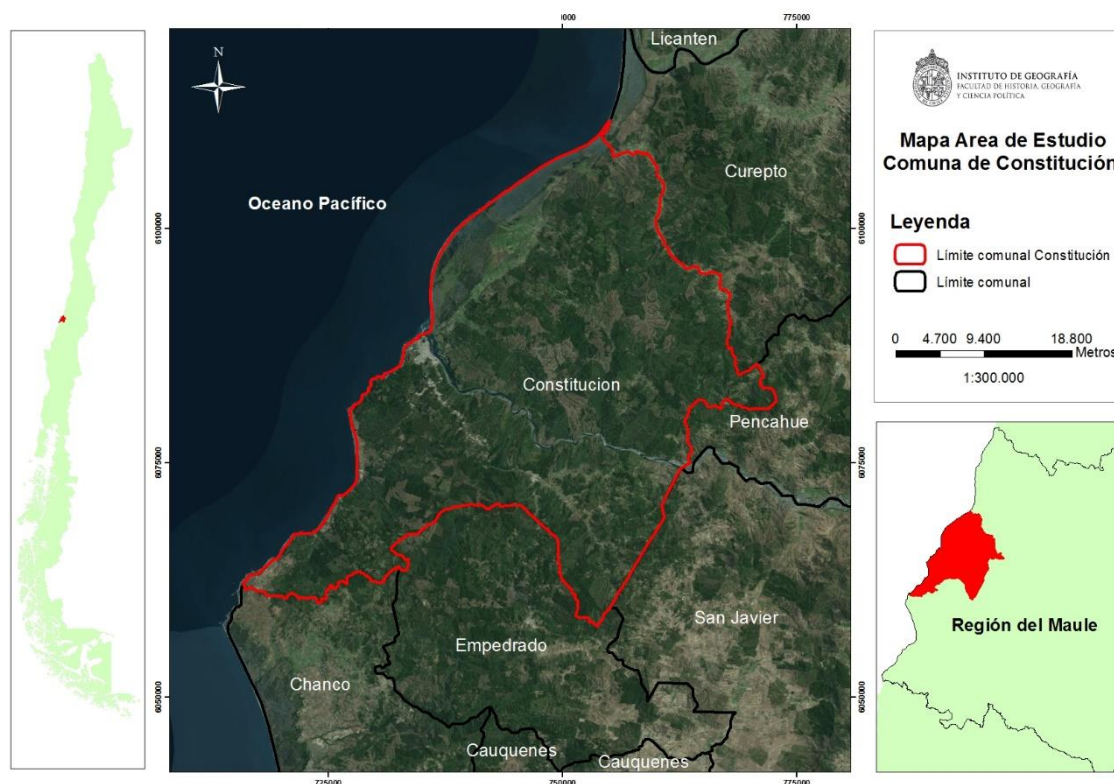


Figura 8: Área de estudio. Comuna de Constitución.
Fuente: elaborada por el autor.

METODOLOGÍA

Uso de suelo durante los últimos 60 años.

Se foto interpretaron fotografías aéreas, escala 1:70.000 del año 1955 en base a matriz de clasificación propuesta por el equipo de trabajo del proyecto Anillo (tabla 1). Luego se procedió a georreferenciar las fotografías aéreas, utilizando el programa ArcGis 10, en base a puntos de control proporcionados por el mapa desde ArcGis online, a continuación, se elaboró un mosaico digital. Posteriormente se realizó la digitalización de la información obtenida a través de la fotointerpretación y posteriormente editada en ArcGis 10 obteniéndose una carta de uso de suelo para el año de estudio. Para los años 1975, 1987, 1998, 2004 y 2014 se realizó el uso de suelo por medio de imágenes Landsat TM y ETM para los respectivos años. Las imágenes fueron geo rectificadas con información cartográfica proveniente del IGM (Instituto Geográfico Militar). Estas luego fueron reclasificadas de acuerdo a la matriz de clasificación propuesta por el equipo de trabajo (tabla 2).

Tabla 2: Cobertura de uso de suelo

	Cobertura de uso de suelo
1	Cuerpos de agua
2	Cultivos
3	Humedales
4	Matorrales
5	Bosque nativo
6	Plantaciones forestales
7	Praderas
8	Suelo desnudo
9	Urbano

Fuente: Proyecto Anillo Dinámicas naturales, espaciales y Socioculturales: Perspectivas sobre los conflictos Socio ambientales en territorios Forestales Chile, 1975-2014

La categorización de las coberturas de usos de suelo se realizó en base al catastro de bosque nativo (CONAF 2011), posteriormente estas categorías fueron reducidas y descritas de acuerdo a lo observado en el área de estudio, elaborándose una descripción de cada una de las categorías (tabla2), (Figura 10). Todas estas modificaciones se realizaron de acuerdo a los requerimientos del Proyecto Anillo Dinámicas naturales, espaciales y Socioculturales: Perspectivas sobre los conflictos Socio ambientales en territorios Forestales Chile, 1975-2014, en el cual se enmarca esta tesis.

A continuación, se describen cada una de las categorías de uso (tabla 3).

Tabla 3: Descripción de categorías de uso de suelo

Categorías de cobertura de uso de suelo	Descripción
Cuerpos de agua	Cuerpos de agua que incluyen lagos, ríos y océano.
Cultivos	Áreas que, en el momento de la adquisición de la imagen, se utilizaron para la producción de cultivos. Los cultivos incluyen cereales, horticultura y producción de frutas.
Humedales	Superficies cubiertas de agua, ya sean naturales o artificiales, permanentes o temporales, estancadas o fluidas, frescas, salobres o salado. Incluye áreas de agua marina donde la profundidad de la marea baja no supera los 6 metros. Incluye las siguientes categorías: vegetación herbácea inundada permanentemente a lo largo de los ríos, herbácea inundadas estacionalmente marismas junto al mar, turberas y humedales.

Matorrales	Las especies arbóreas cubren menos del 10 por ciento del área, los arbustos cubren entre 10 y 100 por ciento del área y las especies herbáceas cubren entre 0 y 100 por ciento del área. Incluye al matorral arborescente, que son especies de árboles cubren entre 10 y 25 por ciento del área, las especies de arbustos cubren entre 10 y 100 por ciento del área y las especies herbáceas cubren entre 0 y 100 por ciento del área.
Bosque nativo	Especies de árboles nativos con una altura mayor a 8 m y una cubierta de dosel superior al 25 por ciento del área. Los bosques adultos suelen ser heterogéneos en cuanto a la estructura vertical, la edad de los árboles y el tamaño del dosel. Bosques adultos típicamente tienen una capa de arbustos de densidad variable, así como una capa de regeneración de bosque. Incluye al renoval de bosque nativo, que corresponde a un bosque secundario originario de semillas y / o reproducción vegetativa después de una perturbación natural o humana (fuego, claro, avalancha). En general, los árboles son homogéneos en su edad, estructura vertical y diámetros. Árboles nativos con una altura superior a 2 metros que cubren más del 25% de la zona.
Plantaciones forestales	Plantación adulta, los árboles exóticos de más de 3 metros de altura cubren más del 25 por ciento del área. Las plantaciones están compuestas totalmente de pares de la misma edad, produciendo una plantación muy homogénea. Plantación joven es la plantación en las primeras etapas de desarrollo. Este uso del suelo corresponde a una capa forestal dominada (> 25% cobertura) por árboles exóticos de menos de 3 metros de altura. Tala rasa es el suelo desnudo expuesto después de la tala de la plantación.
Praderas	Las áreas donde predominan las especies herbáceas y los arbustos y árboles no cubren más del 10 por ciento del área.
Suelo desnudo	Áreas donde la cobertura total de todos los tipos de vegetación (arbustos de hierbas y árboles) es menor al 25%. Los suelos desnudos incluyen playas, dunas, afloramientos rocosos, lava corre, derrumbes aún no colonizados por la vegetación, salinas y riberas de los ríos.
Urbano	Áreas ocupadas por ciudades, instalaciones industriales o calles.

Fuente: en base a Heilmayr et al., (2016).

Posteriormente se realizó en terreno la validación de las categorías de uso, para el año 2014 específicamente. Se tomaron puntos de control en donde se utilizó la precisión geométrica de: polígonos con 5 ha de superficie como mínimo. Las coordenadas de los puntos se tomaron en el sistema geodésico de referencia WGS84, con proyección UTM sur. Para los puntos más alejados se usó la dirección y la distancia. Esta última se estimó mediante observación para luego ser corregidas en el computador, en ocasiones se utilizaba la dirección de avance del vehículo para dar dirección a la distancia. Los puntos de control fueron seleccionados al azar sobre los mapas de referencia (Figura 9 y 10).

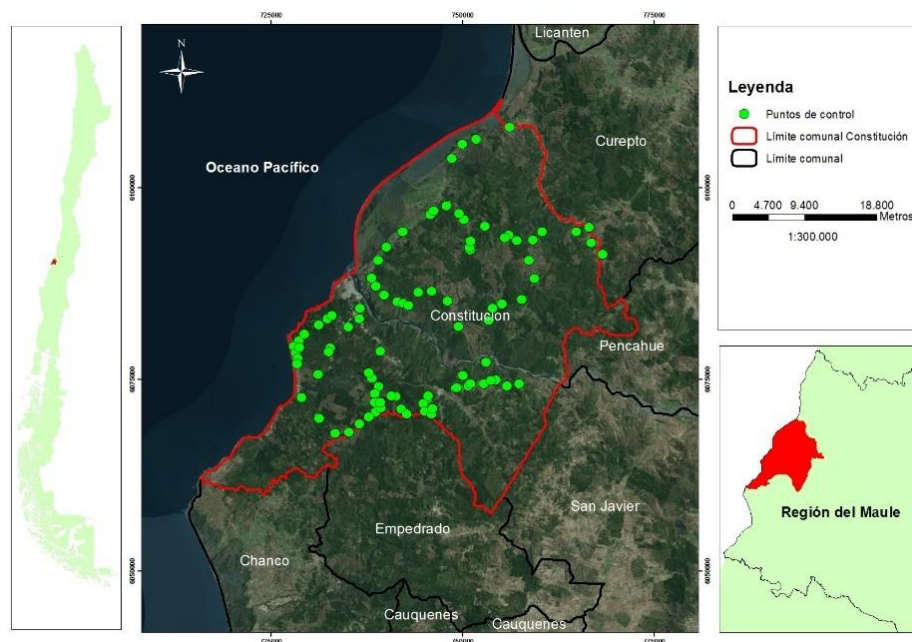


Figura 9. Distribución puntos de control comuna de Constitución.



Figura 10: Categorías de uso de suelo comuna de Constitución. (1) Bosque nativo (2) Plantaciones forestales, ambas verificadas en terreno por medio de los puntos de control.

Sistema Socioecológico: análisis uso de suelo, servicios ecosistémicos y ámbito social y económico.

A. Dinámica uso de suelo

Para la dinámica del uso de suelo, se analizará en base a una matriz de uso de suelo (tabla1) la evolución de los patrones de uso de suelo durante los años 1955, 1975, 1987, 1998, 2004 y 2014.

Dinámica de cambio:

Para observar la dinámica de cambio entre períodos se utilizará el módulo “Land Change Modeler” del programa Idrisi usando las coberturas en formato Ráster con un tamaño de pixel de 90 metros. Se calculará el cambio neto para cada período y la contribución de otras coberturas a la superficie de plantación forestal.

Caracterización de patrones espaciales

Se utilizarán métricas del paisaje por medio del programa FRAGSTATS. Es un programa de software diseñado para calcular una amplia variedad de métricas del paisaje. Se analizarán las métricas con la versión 4, que tiene esencialmente la misma funcionalidad que la versión 3, pero con una nueva interfaz de usuario que refleja el rediseño del modelo de arquitectura, soporte para los formatos de imagen adicionales, y una variedad de métodos de toma de muestras para el análisis de sub –paisajes (McGarigal et al., 2012).

Hay dos formas de evaluar la dinámica de los patrones espaciales, una por las métricas por clase y la otra por métricas del paisaje. Las métricas de clase miden las propiedades agregadas de los parches perteneciente a una sola clase o tipo de parche (tabla 4). Las métricas de paisaje miden las propiedades agregadas de mosaico de parche completo (tabla 5) (McGarigal et al., 2012).

Tabla 4: Métricas por clase

Métrica	Descripción	Unidad
CA Área total	CA es igual a la suma de las áreas (m2) de todos los parches del parche correspondiente tipo, dividido por 10,000 (para convertir a hectáreas); es decir, área de clase total.	Hectáreas
PLAND Porcentaje de paisaje	PLAND es igual a la suma de las áreas (m2) de todos los parches de los correspondientes tipos de parche, dividido por área de paisaje total (m2), multiplicado por 100 (para convertir a porcentaje); en otras palabras, PLAND es igual al porcentaje del paisaje compuesto por el tipo de parche correspondiente.	Porcentaje
NP Numero de parches	NP es igual al número de parches del tipo de parche correspondiente (clase).	Ninguna

TCA Área total del núcleo	TCA es igual a la suma de las áreas centrales de cada parche (m2) del correspondiente tipo de parche, dividido por 10.000 (para convertir a hectáreas).	Hectáreas
CPLAND Área central Porcentaje de paisaje	CPLAND es igual a la suma de las áreas centrales de cada parche (m2) del tipo de parche correspondiente, dividido por el área total del paisaje (m2), multiplicado por 100 (para convertir a un porcentaje); en otras palabras, CPLAND es igual al porcentaje del paisaje compuesto por el área del núcleo del tipo de parche correspondiente.	Porcentaje
NDCA Número de área núcleo disjunto	NDCA es igual a la suma de la cantidad de áreas centrales disjuntas contenidas dentro de cada parche del tipo de parche correspondiente; es decir, la cantidad de áreas centrales disjuntas contenido dentro del paisaje.	Ninguna

Fuente: en base a McGarigal et al., 2012, modificado por el autor.

Tabla 5: Métricas de paisaje

Métrica	Descripción	Unidad
TA Área total	TA es igual al área total (m2) del paisaje, dividido por 10,000 (para convertir a hectáreas).	Hectáreas
NP Numero de parches	NP es igual a la cantidad de parches en el paisaje.	Ninguno
PD Densidad de parches	PD equivale a la cantidad de parches en el paisaje, divididos por el área total del paisaje (m2), multiplicado por 10,000 y 100 (para convertir a 100 hectáreas).	Numero por 100 hectáreas
LPI Índice de parche más grande	LPI es igual al área (m2) del parche más grande en el paisaje dividido por total área de paisaje (m2), multiplicada por 100 (para convertir a un porcentaje); en otras palabras, LPI es igual al porcentaje del paisaje que comprende el parche más grande.	Porcentaje
TCA Área total del núcleo	TCA es igual a la suma de las áreas del núcleo de cada parche (m2), dividido por 10.000 (a convertir a hectáreas).	Hectáreas
NDCA Número de áreas principales disjuntas	NDCA es igual a la suma de la cantidad de áreas centrales disjuntas contenidas dentro de cada parche en el paisaje; es decir, la cantidad de áreas centrales disjuntas contenidas en el paisaje.	Ninguna

DCAD Densidad de área núcleo, disjuntas.	DCAD es igual a la suma de la cantidad de áreas centrales disjuntas contenidas dentro de cada parche, dividido por el área del paisaje total (m ²), multiplicado por 10.000 y 100 (a convertir a 100 hectáreas).	Numero por 100 hectáreas
ENN_MD Distribución de distancia del vecino euclidiano	ENN es igual a la distancia (m) al parche vecino más cercano del mismo tipo, basado en la distancia más corta de borde a borde	Metros
DIVISION Índice de la División de Paisaje	DIVISIÓN es igual a 1 menos la suma del área de parche (m ²) dividida por el paisaje total área (m ²), cantidad al cuadrado, sumada en todos los parches del paisaje.	Proporción
(SHDI) Shannon's Diversity Index	Valora la diversidad del paisaje (heterogeneidad, a partir de la diversidad de parches). Su valor absoluto no es muy significativo, pero es útil para comparar distintos paisajes o un mismo paisaje en fechas distintas. Es más sensible a la presencia de parches "raros" (poco frecuentes) que Simpson.	Ninguna
(SIDI) Simpson's Diversity Index.	El valor representa la probabilidad que dos elementos seleccionados de forma aleatoria puedan ser diferentes. A mayor valor, mayor es la diversidad del paisaje (o su heterogeneidad).	Ninguno

Fuente: en base a McGarigal et al., 2012, modificado por el autor.

B. Servicios ecosistémicos

Se desarrolló la evaluación de servicios ecosistémicos. El servicio ecosistémico a analizar es Biodiversidad. Para el análisis se utiliza el programa InVEST desarrollado por el Proyecto de Capital Natural (Nelson et al., 2009), que utiliza Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Biodiversidad:

InVEST modela la calidad de hábitat y rareza como sustitutos de la biodiversidad. Realiza una estimación de los tipos de hábitats y de la vegetación a través del paisaje, y su estado de degradación.

El módulo de calidad del hábitat (HQ) de InVEST funciona en base a cuatro factores: el impacto relativo de cada amenaza, la sensibilidad relativa de cada tipo de hábitat a cada amenaza, la distancia entre los hábitats y las fuentes de amenazas, y el grado en que la tierra está legalmente

protegida. El modelo asume que la protección legal de la tierra es efectiva y que todas las amenazas a un paisaje son aditivas. (Sharp et al., 2018). HQ se expresa:

$$Q_{xj} = H_j \left(1 - \frac{D_{xj}^z}{D_{xj}^z + K^z} \right)$$

Donde Q_{xj} es la calidad del hábitat en la cuadrícula x del uso de la tierra y la cobertura; D_{xj} es el factor de estrés en la cuadrícula x del uso de la tierra y la cobertura; k es la constante de media saturación, tomando siempre la mitad del máximo; H_j es la adaptabilidad del hábitat del uso de la tierra y la cobertura; y z es la constante de normalización, que siempre tiene un valor de 2,5 (Dai et al 2017; Sharp et al. 2018). Las categorías de uso de suelo se utilizaron para los años 1955 y 2014 (tabla 6). Las plantaciones forestales, la agricultura, los asentamientos, las carreteras y los caminos de ripio se consideraron amenazas. El peso, la sensibilidad de los factores de estrés, la distancia entre el hábitat y los factores de estrés se basaron en referencias científicas (Nelson et al. 2009; Sharp et al. 2018).

Tabla 6: Amenazas

AMENAZA	MAX_DIST	PESO	DECAY
Plantaciones	5	1	Linear
Agricultura	3	0,8	Linear
Asentamientos	4	0,7	Exponential
Carretera	2	0,5	Exponential
Ripio	1	0,3	Linear

C. Ámbito social y económico

Para el análisis de la dinámica social y económica se analiza por medio de fuentes de datos secundarias.

La principal fuente de datos corresponde a la base de datos digital de la Población y Censo de Vivienda, del Instituto Nacional de Estadística (INE), que serán recuperados y procesados mediante el programa REDATAM + SP, según corresponda (CELADE, 2004). Los años a analizar serán censos históricos y actuales: 1952, 1970, 1982, 1992, 2002, 2017.

La división geográfica del censo en Chile contiene los siguientes niveles jerárquicos: región, provincia, comuna, distrito, área, zona, bloque urbano/entidad rural y sector censal. Para este estudio se analizará a niveles de comuna, distrito y área urbano/área rural.

- **Distritos censales:** constituye la división del territorio comunal que permite organizar el trabajo censal. Estos distritos pueden ser de carácter urbano, rural y también mixto, lo que se define por medio del Límite Urbano Censal (LUC). Se dividen según el número de viviendas en el área urbana, y de acuerdo con la superficie en el área rural. Cada distrito censal posee un nombre propio, el cual es característico del territorio que representa (INE 2018).
- **Área rural:** se entiende como entidad rural un asentamiento humano con población menor o igual a 1.000 habitantes, o entre 1.001 y 2.000 habitantes donde más del 50% de la población que declara haber trabajado se dedica a actividades primarias. Además, se define como rural a un conjunto menor de entidades que reúnen los criterios de población para ser definidas como urbanas, pero no los requisitos de amanzanamiento, continuidad o concentración de construcciones (INE 2018).
- **Área urbana:** se entiende como entidad urbana un asentamiento humano con continuidad y concentración de construcciones en un amanzanamiento regular con población mayor a 2.000 habitantes, o entre 1.001 y 2.000 habitantes, donde menos del 50% de la población que declara haber trabajado se dedica a actividades primarias.

Las entidades que no cumplen con alguno de los criterios descritos son definidas como rurales (INE 2018).

Las variables a analizar son:

1. Población total
2. Población urbana y rural
3. Población por rango de edad: menos de 15 años, entre 15 y 65 años y mayor a 65 años.
4. Densidad de población
5. Fuerza de trabajo (económicamente activa)
6. Ocupados por sectores económicos
7. Desplazamiento

Además, se revisó la base de datos proporcionada por SII (Servicio de Impuestos Internos), relacionados con empresa y trabajadores en la comuna.

Para un análisis de las variables, se realizaron los siguientes indicadores:

Relación de dependencia:

Es un indicador de dependencia económica potencial; mide la población en edades "teóricamente" inactivas en relación a la población en edades "teóricamente" activas. Su cálculo es el total de población de 0 a 14 años más la población de 65 y más, dividido por el total de población de 15 a 64 años, multiplicado por 100 (CELADE 2018).

Clases sociales:

En base a los datos de ocupación de los censos de los años 1982, 1992 y 2002, se utilizó el análisis de clases sociales propuesto por Florencia Torche y Guillermo Wormald (2004), donde se adapta el esquema de clases según la clasificación de Erikson y Goldthorpe (1993), lo que queda sistematizado en ocho clases. A continuación, se presenta este esquema para los datos anteriormente señalados:

Tabla 7: Clases o categorías Sociales.

	Clase o categoría social	Categorías que incluye
I	Clase de servicio	Directivos, administradores, profesionales y propietarios de grandes y medianas empresas. Profesionales bajos, técnicos superiores, supervisores de trabajadores no manuales y administradores de empresas pequeñas.
II	Clase de Rutina No Manual	Trabajadores no manuales en administración, ventas y servicios.
III	Pequeña Burguesía	Propietarios empresas chicas (menos de 10 trabajadores) no agrícolas.
IV	Trabajadores Independientes	Trabajadores por cuenta propia.
V	Trabajadores Manuales Calificados	Técnicos bajos, supervisores de trabajadores manuales y trabajadores manuales cualificados.
VI	Trabajadores Manuales No Calificados	Trabajadores manuales semi y no cualificados.
VII	Pequeños Propietarios Agrícolas	Pequeños propietarios agrícolas.
VIII	Trabajadores Agrícolas	Trabajadores y peones agrícolas.

Fuente: Torche & Wormald 2004.

En el análisis se debe considerar que al no poder conocer datos respecto a si los sujetos son o no son propietarios de sus medios de producción, no se pueden asignar las ocupaciones a las clases de “pequeña burguesía” y “pequeños propietarios agrícolas”. Además, esta es una aproximación a un análisis de clases, donde prima una metodología cualitativa que categoriza las clases en relación a la definición de estas mismas y el cómo las ocupaciones se asocian a estas de manera subjetiva.

En el análisis siguiente, las categorías sociales serán representadas por su número respectivo:

Tabla 8: Representación de Categorías por número respectivo.

Número	Clase o categoría social
I	Clase de servicio
II	Clase de Rutina No Manual
IV	Trabajadores Independientes
V	Trabajadores Manuales Calificados
VI	Trabajadores Manuales No Calificados
VIII	Trabajadores Agrícolas

Modelación uso de suelo usando Dyna-CLUE

El modelo Dyna-CLUE (Verburg et al., 2013) se utiliza para proyectar las transiciones del uso del suelo para diferentes escenarios, en este caso desde el año 1955 al 2014. Se ha utilizado y validado en más de un estudio y ha demostrado ser capaz de simular el uso del suelo en regiones como el sudeste asiático, Europa, entre otros. (Verburg et al., 2006). El modelo requiere cuatro entradas que juntos crean un conjunto de condiciones y posibilidades de que el modelo calcula la mejor solución por un iterativo procedimiento: (1) los requisitos de uso de la tierra (la demanda), (2) las características de la ubicación, (3) las políticas y restricciones espaciales, y (4) la configuración de conversión de tipo específico del uso del suelo.

Los requisitos de uso de suelo y las políticas espaciales son escenarios específicos, mientras que las características de ubicación y configuración de conversión se supone igual para todos los escenarios (Verburg et al., 2013).

A. Preparación de Datos

Lo primero fue la simplificación de las coberturas de uso de suelo para la comuna de Constitución para facilitar el proceso de simulación de los cambios de cobertura de suelo considerando solo las clases de mayor interés, y que abarcan una mayor superficie. De esta manera se realizó la siguiente reclasificación

Tabla 9: Simplificación de cobertura de uso de suelo

	Cobertura de suelo Constitución		Cobertura de suelo simplificada Constitución
0	Agua	5	Otros
1	Cultivos	0	Cultivos
2	Humedales	5	Otros
3	Matorrales	1	Matorrales
4	Bosque Nativo	2	Bosque Nativo
5	Plantaciones	3	Plantaciones
6	Praderas	4	Praderas
7	Suelo desnudo	5	Otros
8	Urbano	5	Otros
9	Fondo	6	Fondo

Luego de acuerdo a lo establecido por el modelo Dyna-CLUE, este requiere de cuatro entradas.

Los requisitos de uso de la tierra (la demanda)

La demanda en hectáreas de cada uso/cobertura en cada año fue estimada considerando la variación de cada uso/cobertura entre los años 1955 y 1975. Así el incremento anual fue calculado como el cambio neto de cada uso/cobertura dividida por el número de años, en este caso 20 (figura 11).

Archivo	Edición	Formato	Ver	Ayuda
20				
4562.5	32050	58718.75	7000	18893.75
4338.157895	32371.05263	56793.09211	9274.671053	12718.75
4113.815789	32692.10526	54867.43421	11549.34211	18448.02632
3889.473684	33013.15789	52941.77632	13824.01316	12718.75
3665.131579	33334.21053	51016.11842	16098.68421	17556.57895
3440.789474	33655.26316	49090.46053	18373.35526	12718.75
3216.447368	33976.31579	47164.80263	20648.02632	17110.85526
2992.105263	34297.36842	45239.14474	22922.69737	12718.75
2767.763158	34618.42105	43313.48684	25197.36842	16665.13158
2543.421053	34939.47368	41387.82895	27472.03947	12718.75
2319.078947	35260.52632	39462.17105	29746.71053	14436.51316
2094.736842	35581.57895	37536.51316	32021.38158	12718.75
1870.394737	35902.63158	35610.85526	34296.05263	13990.78947
1646.052632	36223.68421	33685.19737	36570.72368	12718.75
1421.710526	36544.73684	31759.53947	38845.39474	13545.06579
1197.368421	36865.78947	29833.88158	41120.06579	13099.34211
973.0263158	37186.84211	27908.22368	43394.73684	12718.75
748.6842105	37507.89474	25982.56579	45669.40789	12653.61842
524.3421053	37828.94737	24056.90789	47944.07895	12718.75
300	38150	22131.25	50218.75	10870.72368
			10425	12718.75
				173856.25

Figura 11: Demanda de uso de suelo

Las características de la ubicación

Para esto se utilizará la capa de uso de suelo derivada de fotointerpretación de 1955 como año base para la simulación. Adicionalmente, se eligieron un conjunto de variables independientes que se relacionaron con la localización del uso de suelo presente en la comuna de Constitución desde el año 1955 (tabla 10).

Tabla 10: Características de la Ubicación. Tipos de variables.

Variables independientes	Fuente
Uso de suelos	Fotointerpretación
Distancia a plantaciones previamente establecida	Fotointerpretación
Pendiente	Derivado de datos SRTM
Altitud	Derivado de datos SRTM
Distancia caminos	Capa de caminos disponible en IDE CHILE
Distancia cursos de agua	Capa de red hidrográfica disponible IDE CHILE
Distancia línea de costa	A partir de los límites regionales obtenida en INE Chile
Distancia centros urbanos	A partir de los centros urbanos identificados por fotointerpretación
Distancia celulosa	Identificada por fotointerpretación
Distancia línea férrea	Capa de las líneas de tren de Chile (https://www.amigosdeltren.cl/)
Distancia puerto	Identificada a través de fotointerpretación
Distancia ruta fluvial	Calculada a partir del cauce principal del río Maule digitalizado por fotointerpretación
Capacidad uso de suelo	Disponible en la página del centro de información de recursos naturales (CIREN)

Variables independientes	Fuente
Densidad poblacional	Cálculo a partir de los datos del censo, y representado espacialmente interpolando los puntos de la ubicación aproximada de los distritos
Clima	Los datos climáticos fueron obtenidos en http://chelsa-climate.org/

Las propiedades espaciales de estas capas fueron estandarizadas, igualando el número de filas, columnas, extensión espacial y resolución. La extensión espacial fue tomada de la capa de uso de la comuna de Constitución 1955, el sistema de coordenadas fue definido en UTM 18s y la resolución espacial a 250 metros. Esto fue realizado usando el software R, por medio del Package Raster. Para requerimientos del software Dyna-Clue estas fueron exportadas como archivos formato ASCII, con extensión asc.

Las políticas y restricciones espaciales

La definición de restricciones permite determinar espacios donde se restringe el cambio de uso/cobertura de suelo debido al efecto en el espacio de políticas o leyes, por ejemplo, la designación de espacios como áreas silvestres protegidas. En este caso se creó una capa que permite los cambios dentro de toda la comuna. Estos archivos fueron preparados en R siguiendo las instrucciones sugeridas en la documentación de Dyna-clue, en donde se definen los lugares de NO DATA como -9999, lugares en donde se permite el cambio con valor 0, y lugares donde el cambio es restringido con valor -9998. Los archivos fueron exportados y renombrados como region2.fil para cumplir los requerimientos del programa.

La configuración de conversión de tipo específico del uso del suelo

Se requieren dos conjuntos de parámetros para caracterizar individualmente el tipo de uso de suelo: la elasticidad de conversión y la conversión de la matriz de uso del suelo.

B. Calibración y validación del modelo

La validación de las simulaciones de modelos de cambio de uso/cobertura de suelo generalmente se realizan por medio de la comparación de un periodo simulado con información de cambio real para ese mismo periodo (Pontius et al., 2008, Vliet et al., 2016). En este caso, la simulación de cambio de uso/cobertura de suelo se realizó a partir del uso/cobertura de suelo del año 1955 para la comuna de Constitución. Se utilizó el software Dyna-Clue para la simulación del uso/cobertura de suelo al año 1975 (20 años). Para la simulación se definió la cantidad de cambio por cobertura, otorgando una demanda a cada uso/cobertura de suelo, obtenidas a partir de las cantidades de cambio real ocurridas en cada una de las categorías durante estos 20 años.

Existen diversos parámetros que pueden afectar la calidad de las simulaciones realizadas por medio de Dyna-Clue. El ajuste de estos parámetros constituye la fase de calibración del modelo. De esta manera, los parámetros fueron analizados de forma ordenada para ver la potencialidad que cada uno de ellos tiene para mejorar las simulaciones logradas anteriormente.

1. Ajuste de parámetros internos de Dyna-Clue:
 - Calibración de elasticidades
 - Transiciones permitidas
 - Nivel de error permitido por categoría.
2. Ajuste de los modelos logísticos
 - Selección de variables
 - Muestreo

Consecutivamente, la localización de los usos/coberturas fueron estimadas a partir de un modelo logístico para cada uso/cobertura. Los modelos logísticos estiman las localizaciones más probables de una cobertura a partir de su relación con un conjunto de variables ambientales, y sociales (Verburg et al., 2004). Otros elementos de calibración complementarios son la definición de las elasticidades o resistencia al cambio de cada uso/cobertura, y las transiciones posibles entre usos/coberturas. Esta validación del modelo se realizó de acuerdo al Índice Kappa.

1. Simulación

Los resultados de validación de las primeras simulaciones de uso/cobertura de suelo mostraron una baja correspondencia entre la localización de los usos/cobertura de suelo y el mapa real de uso/cobertura del año 1975.

Estas simulaciones lograron un kappa 0.237 (C) y de 0.239 (D) (figura 12).

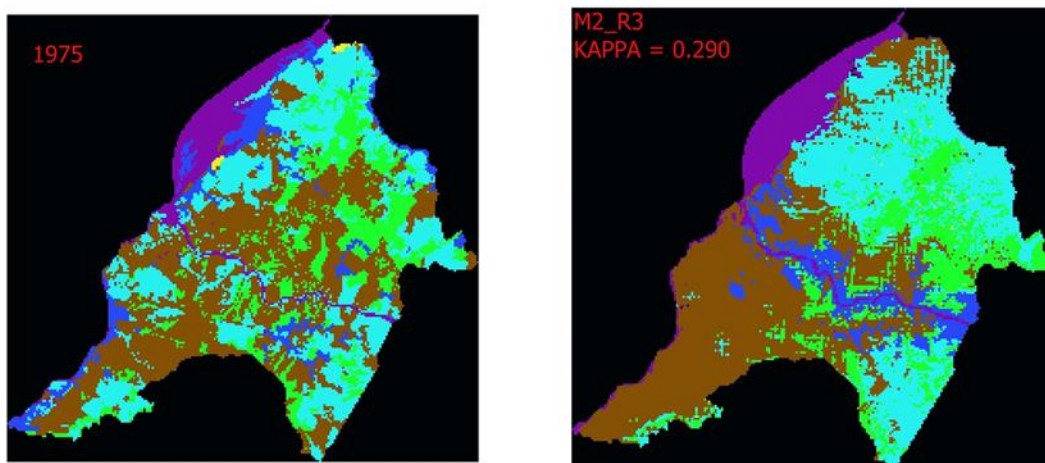


Figura 12: Simulación escenario y su Kappa respectivo.

2. Estrategias para mejorar las simulaciones

Existen diversos parámetros que pueden afectar la calidad de las simulaciones realizadas por medio de Dyna-Clue. El ajuste de estos parámetros constituye la fase de calibración del modelo. De esta manera, los parámetros fueron analizados de forma ordenada para ver la potencialidad que cada uno de ellos tiene para mejorar las simulaciones logradas anteriormente.

a) Ajuste de parámetros internos de Dyna-Clue:

Se realizaron calibraciones de elasticidades, transiciones permitidas, nivel de error permitido por categoría. Las elasticidades fueron modificadas para representar la resistencia al cambio real observado por un pixel de cada categoría. Esto fue calculado obteniendo el número de pixeles perdidos de la categoría (X_{perdidos}), dividido por la cantidad inicial de pixeles de esa categoría (X_{inicial}). De esta manera, $C = (X_{\text{perdidos}}/X_{\text{inicial}}) * 100$ representa el porcentaje de pérdida de esa categoría en 20 años. Asimismo, $(1-C = C)$ representa la elasticidad de la categoría X (o porcentaje de estabilidad). Los resultados de estos ajustes no hicieron variar el Kappa.

Luego se probaron cambios a la matriz de conversión, en esta matriz se puede restringir los cambios posibles entre coberturas. Se probaron una serie de combinaciones, y su efecto en las simulaciones lo cual siguió dando un Kapa no aceptado.

b) Ajuste de los modelos logísticos, selección de variables, muestreo.

El ajuste de los modelos logísticos se puede mejorar por medio de:

- Una mejor selección de variable.
- Evaluar de mejor forma las correlaciones, y multicolinealidades.
- Evaluar la correlación espacial de la muestra.

En este trabajo realizamos 3 análisis:

- Cálculo de las multicolinealidad entre variables usando el Variance Inflation Factor (VIF).
- Evaluar la contribución de cada variable a la explicación de la varianza por medio de un análisis de partición jerárquica.
- Eliminar variables gruesas como la densidad poblacional, y la capacidad de uso forestal.

Todos estos procedimientos no dieron una kappa aceptable.

c) Localización específica LOCSPEC

Los bajos valores del índice kappa alcanzado por las distintas simulaciones indican que las variables independientes utilizadas para describir las localizaciones de las coberturas en el momento inicial, no permiten por sí solas proyectar con exactitud las localizaciones de las coberturas 20 años después. Esto puede ser resultado en parte de la carencia de algunas variables que permitan relacionar de mejor forma los cambios en las coberturas, por lo que una opción es encontrar variables que eventualmente podrían mejorar la capacidad predictiva del modelo, sin embargo, se han utilizado las variables más utilizadas a nivel global, y que son extraídas desde datos libres a nivel nacional e internacional.

Por otro lado, es necesario tener en cuenta que se está simulando cambios de uso/cobertura del suelo en un área de estudio que presenta un cambio total sobre el 60%. Lo que hace difícil la simulación correcta de los cambios. En la literatura generalmente se encuentran índices de kappa sobre 0.5 en área que tienen una mayor estabilidad, debido a que simular la estabilidad es más simple, y generalmente aumenta el kappa general, como ocurre en este caso con la categoría número 5 (OTROS), que es la que tiene el valor de kappa más alto.

Una forma de forzar que la simulación favorezca áreas específicas es utilizando las definiciones de LOCSPEC. Los archivos LOCSPEC permiten aumentar la probabilidad de que una cobertura se encuentre en un área específica. Existen publicaciones que solo han alcanzado niveles altos de kappa por medio de la definición de LOCSPEC DYNA-CLUE usando los locspec (Pontius et al., 2014).

En este caso se ha creado una capa locspec para la cobertura de plantaciones, con el objetivo de aumentar la probabilidad de que las plantaciones se localicen en las áreas donde se ha producido el cambio real. Las áreas de cambio desde cualquier tipo de cobertura a plantación fueron identificadas y se les asignó el valor 1. Por el contrario, las áreas que no cambiaron a plantación se les asignó el valor 0. Los pixeles 1, tendrán un aumento en la probabilidad de ser plantación de 0.5, valor que hemos definido en la línea 19 de archivo MAIN.txt (figura 13).

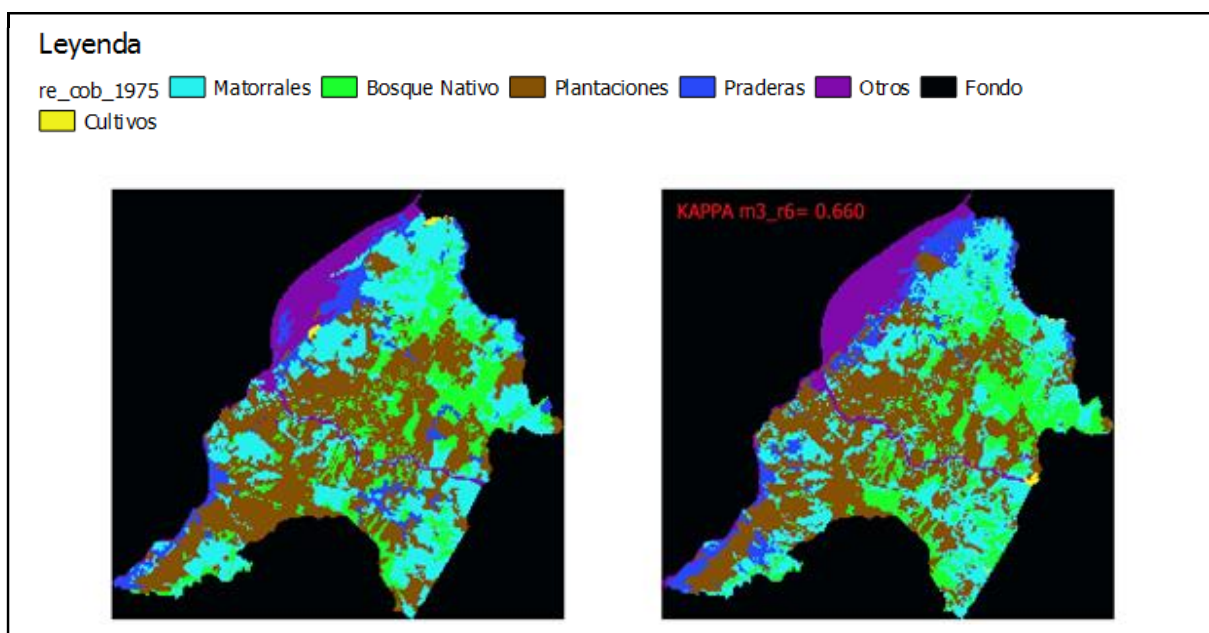


Figura 13: Resultado simulación LOCSPEC. Kappa 0.660.

C. Escenarios de Simulación

Escenario tendencial con incentivos.

Se entenderá como aquel escenario que existe actualmente, el cual estuvo regulado por las políticas neoliberales.

Comenzando con la ley de bosque de 1931 la cual contemplaba la exención de impuestos sobre los terrenos plantados con especies forestales, además consideraba la prohibición de aplicar roces a fuego en terrenos forestales y de cortar los bosques cerca de manantiales y la creación de reservas y parques nacionales. Uno de los principales argumentos de la reforestación es que esta se haría en los lugares de suelos degradados. Con el propósito de modelar en uso de suelo, se consideró la reforestación primeramente de las praderas erosionadas, posteriormente áreas de cultivo y la sustitución de matorrales y bosque nativo. Este modelamiento se sustentó posteriormente con la aplicación del DL 701 que fue en 1974, el cual establece una bonificación del 75% de los costos netos de forestación, incluyendo también actividades de manejo, estabilización de dunas y gastos de administración. Además, exime del impuesto territorial a los terrenos forestados haciendo uso de los beneficios de esta ley, los que tampoco se incluirán en el cálculo del impuesto global complementario ni de la renta presunta. También establece una exención parcial del impuesto a las utilidades obtenidas con la explotación del bosque y declara que los terrenos incluidos en el plan de manejo de forestación serán inexpropiables (Cabaña 2011). Este decreto ley está en vigencia hasta el año 2012. Adicionalmente durante la década del 90 y 2000 se generaron en Chile distintos tratados de libre comercio que generaron el aumento de las exportaciones de la industria forestal. A futuro se sigue privilegiando los mercados privados.

Escenario de conservación y regulación

Este escenario tiene relación a que hubiese ocurrido si desde un comienzo hubiese existido regulación de conservación en el cambio de uso de suelo.

Para este escenario se contempla desde un inicio la ley de bosque de 1931, pero esta mejorada y considerada que existiendo una regulación y fiscalización de las acciones que ocurrían en el territorio, por lo tanto, se sustituyeron las praderas y suelos erosionados por plantaciones forestales, pero manteniendo las áreas de bosque nativo y de matorrales. Durante los años venideros no se implementa el DL 701 y no existe incentivos futuros para la sustitución de bosque nativo. Pero se considera una ley de bosque nativo como la que se realizó desde el año 2008.

Tabla 11: Variables escenario de conservación y regulación.

Variables	Unidad	Descripción
Clasificación de uso de suelo y restricciones espaciales.		
Cultivo	Binario (0-1)	Se espera que las plantaciones forestales no se establezcan en cultivos, pues se prioriza la producción de alimento
Pradera	Binario (0-1)	Se espera que las plantaciones debieran establecerse preferentemente en suelos agrícolas, con el objetivo de proteger los suelos contra la erosión.
Forestal	Binario (0-1)	Se espera que las plantaciones se establezcan en suelos de menor fertilidad clasificados de acuerdo a la normativa chilena como de aptitud forestal (VI- VII)
Bosque Nativo	Binario (0-1)	El bosque nativo no debiese ser sustituido por plantaciones forestales de acuerdo a la ley 20.283
Matorral	Binario (0-1)	Los matorrales de acuerdo a normativa vigente podrían ser sustituidos por plantaciones en la medida que no constituya bosque (ley 20.283).
Variables espaciales predictivas		
Distancia a plantaciones previamente establecida	m	Las plantaciones podrían establecerse preferentemente en zonas cercanas a plantaciones previamente establecida, para disminuir sus costos de producción (Nahuelhual et al., 2012).
Pendiente	m	Terrenos en baja y moderada pendiente serían de uso preferente agropecuario, y no son prioritarios para subsidios de nuevas plantaciones
Altitud	m	Se espera que las plantaciones forestales se establezcan en los suelos de mayor altitud, debido a que estas tienen una aptitud de tipo forestal y mayor probabilidad de recibir subsidios
Distancia caminos	m	Las plantaciones podrían establecerse preferentemente cerca de la red vial, para disminuir sus costos de producción (Nahuelhual et al., 2012)
Distancia cursos de agua	m	Las plantaciones no deberían establecerse a menos de 400 metros de cursos de agua (Romero, Cozano, Gangas & Naulin , 2014).
Distancia centros urbanos	m	Las plantaciones podrían establecerse preferentemente cerca a sitios urbanos, lo que podría disminuir sus costos de producción (Nahuelhual et al., 2012)
Distancia celulosa	m	Las plantaciones podrían establecerse preferentemente cercana a la planta de celulosa para disminuir costos de producción (Nahuelhual et al., 2012)

Variables	Unidad	Descripción
Capacidad uso de suelo		Las plantaciones podrían establecerse preferentemente en suelos de capacidad V - VI - VII - VIII (CIREN)
Densidad poblacional		Las plantaciones podrían establecerse preferentemente en áreas de mayor densidad poblacional
Clima		Las plantaciones podrían establecerse preferentemente en zonas con mayores precipitaciones debido a los requerimientos de las especies

Modelación de servicio ecosistémico: Calidad de hábitat y rareza.

Por medio de InVEST se desarrolló el análisis de los servicios ecosistémicos

Como se describe con anterioridad, el modelo de calidad de hábitat y rareza realiza una estimación de los tipos de hábitats y de la vegetación a través del paisaje, y su estado de degradación. Este modelo se aplicará para cada uno de los escenarios de uso de suelo propuestos. Para el Escenario tendencial con incentivos y regulaciones (1955 y 2014) para el Escenario de conservación (1955 – 2014) y para el escenario de conservación y regulación (1955 y 2014).

CAPITULO IV

DINAMICA DE USO DE SUELO

TRANSICIONES DE USO DE SUELO, LA INSTAURACION DE LAS PLANTACIONES FORESTALES.

Dinámica de cambio de uso

Los estudios realizados en Chile relacionados con las transformaciones de uso de suelo comienzan con el análisis de la dinámica durante 1975, con la obtención de las primeras imágenes satelitales disponibles. Resulta interesante evidenciar la composición del uso de suelo en 1955 dado que, para esa fecha, ya existían grandes extensiones de suelo degradados producto de los usos intensivos de la agricultura. Estas tierras habrían sufrido un proceso de agotamiento y erosión, y una reducción de los recursos hídricos disponibles, lo que habría provocado una reducción progresiva de los rendimientos de cultivos (Camus, 2000), orientando la generación de planes de acción para la recuperación de estos suelos. Desde el año 1955 a la actualidad la comuna de Constitución ha tenido una dinámica en su uso de suelo, la cual se evidencia en el siguiente análisis de acuerdo a las transiciones de tiempo.

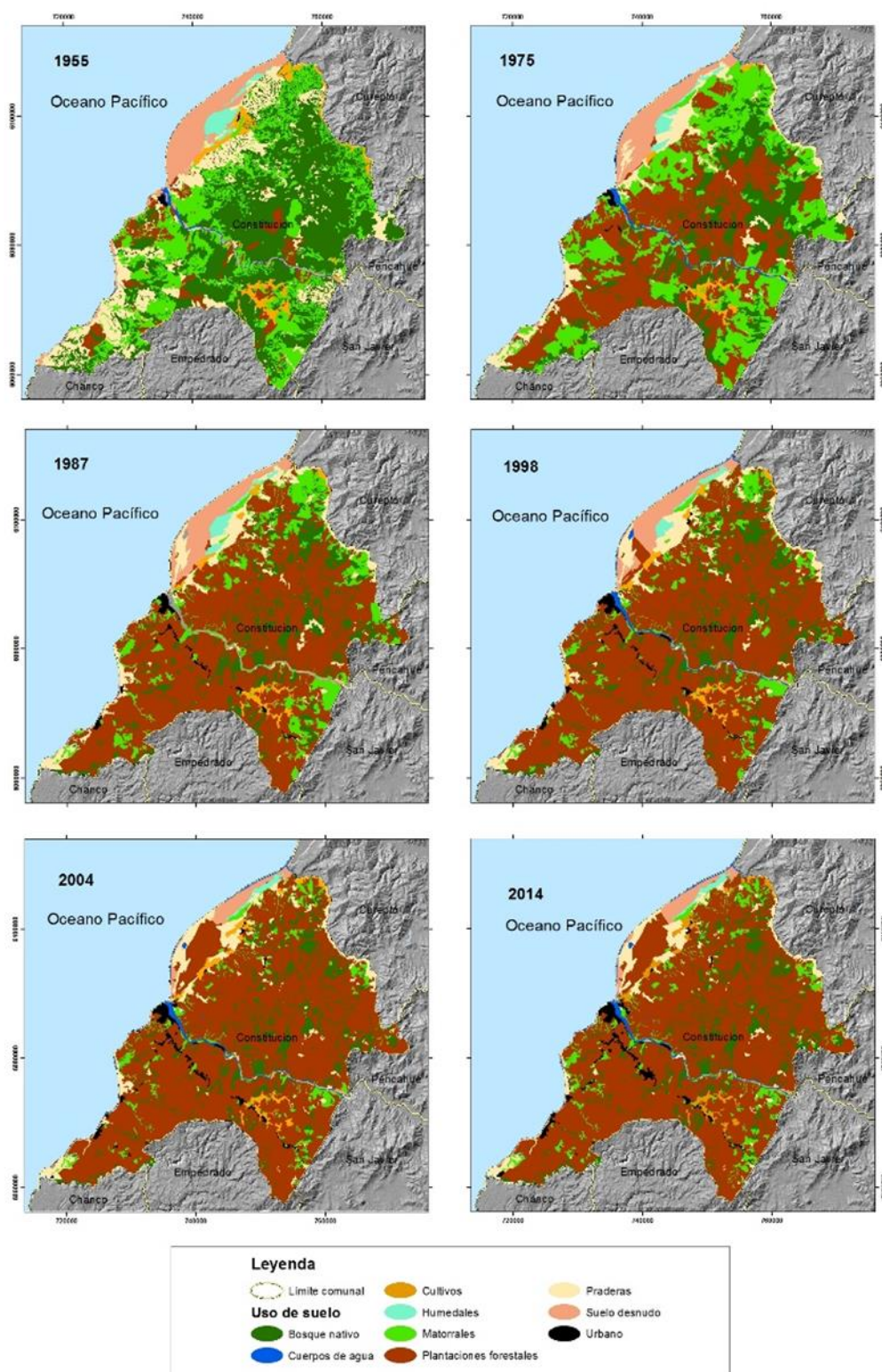


Figura 14: Dinámica de uso de suelo años 1955 – 2014

La dinámica de cambio de uso de suelo es notoria. Desde 1955, con una superficie de bosque nativo del 42% esta disminuye al 2014 al 9,44%, las plantaciones forestales aumentan desde un 5% a un 72% de la superficie de la comuna (Tabla 12 y Figura 14).

Tabla 12: Superficie (ha) de uso de suelo, años 1955 – 2014.

Uso de suelo	1955	%	1975	%	1987	%	1998	%	2004	%	2014	%
Bosque nativo	57.551,08	42,93	22.093,09	16,48	15.827,95	11,81	13.511,59	10,08	12.300,78	9,18	12.652,20	9,44
Cuerpos de agua	1.011,71	0,75	1.394,81	1,04	1.289,21	0,96	1.444,98	1,08	1.434,10	1,07	1.441,95	1,08
Cultivos	4.492,91	3,35	1.647,93	1,23	2.057,57	1,53	2.348,40	1,75	2.472,91	1,84	2.599,21	1,94
Humedales	2.016,50	1,50	1.362,26	1,02	1.487,77	1,11	1.094,71	0,82	646,79	0,48	675,80	0,50
Matorrales	31.895,05	23,79	36.796,52	27,45	15.604,50	11,64	10.058,81	7,50	7.053,74	5,26	8.215,92	6,13
Plantaciones forestales	7.729,46	5,77	54.124,27	40,38	81.116,52	60,51	90.122,69	67,23	97.324,33	72,61	96.371,62	71,89
Praderas	19.641,09	14,65	9.065,34	6,76	8.799,16	6,56	8.150,72	6,08	7.584,49	5,66	6.414,72	4,79
Suelo desnudo	9.495,51	7,08	7.156,24	5,34	6.661,86	4,97	5.740,44	4,28	3.127,99	2,33	3.023,92	2,26
Urbano	211,45	0,16	404,95	0,30	1.200,75	0,90	1.572,89	1,17	2.100,27	1,57	2.650,03	1,98
TOTAL	134.044,76	100,00	134.045,41	100,00	134.045,29	100,00	134.045,23	100,00	134.045,39	100,00	134.045,38	100,00

Fuente: Elaboración propia

Con relación a las tasas de cambio entre periodos, se observa el mayor cambio para el periodo 1955-1975 en el uso de bosque nativo y plantaciones forestales (Tabla 13).

Tabla 13: Tasas de cambio

Años	1955 - 1975		1975 - 1987		1987 - 1998		1998 - 2004		2004 - 2014	
Uso de suelo	Superficie (ha)	% cambio	Superficie (ha)	% cambio	Superficie (ha)	% cambio	Superficie (ha)	% cambio	Superficie (ha)	% cambio
Cuerpos de agua	389	27,87	-103	-7,96	152	10,54	-14	-0,96	6	0,39
Cultivos	-2858	-173,88	404	19,74	292	12,47	120	4,87	131	5,07
Humedales	-659	-48,6	126	8,53	-390	-35,78	-449	-69,86	28	4,23
Matorrales	4913	13,34	-21211	-135,8	-5555	-55,2	-2985	-42,16	1168	14,16
Bosque nativo	-35506	-161,06	-6265	-39,7	-2322	-17,26	-1214	-9,92	331	2,63
Plantaciones forestales	46415	85,76	27026	33,3	9027	10,01	7189	7,38	-945	-0,98
Praderas	-10553	-116,1	-274	-3,11	-650	-7,95	-572	-7,53	-1172	-18,25
Suelo desnudo	-2330	-32,52	-505	-7,58	-924	-16,11	-2614	-83,71	-98	-3,24
Urbano	191	47,39	802	66,53	371	23,54	539	25,47	551	20,66

Fuente: Elaboración propia

La dinámica de uso de suelo, entre 1955 y 2014 se incrementa la superficie en plantaciones forestales y la disminución de bosque nativo, además las mayores contribuciones hacia las plantaciones forestales se realizaron desde el tipo de uso de bosque nativo y matorrales (Figura 15 y 14).

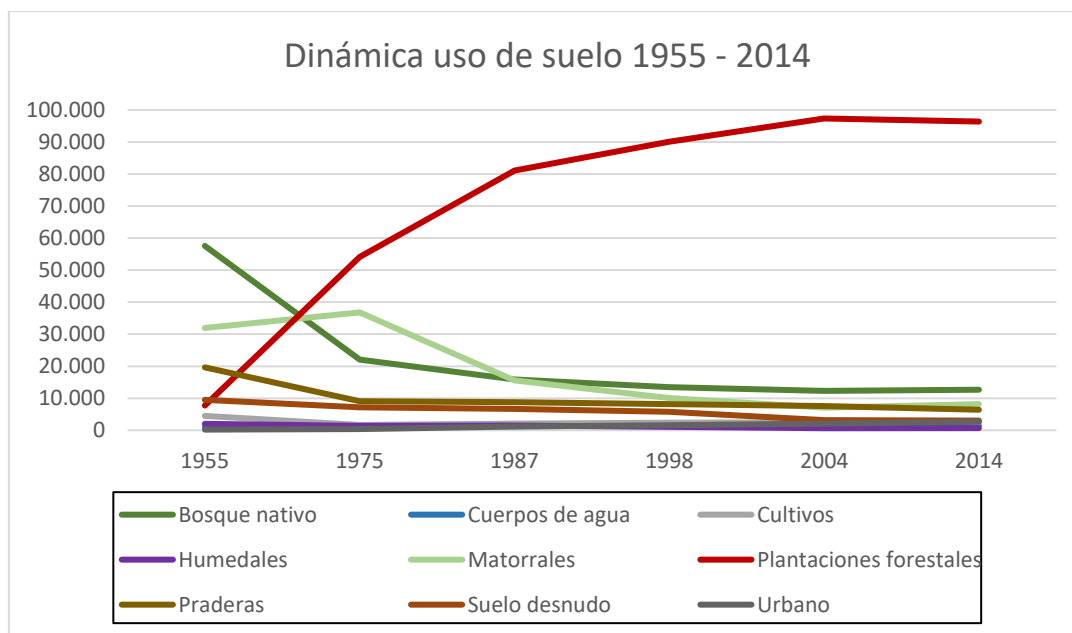


Figura 15: Dinámica uso de suelo 1955 – 2014.

Fuente: Elaboración propia.

Transición 1955 – 1975

Durante este periodo se observa la mayor tasa de cambio relacionada con la disminución del bosque nativo, de cultivos y praderas (Tabla 6). En este periodo se instala, además, la Ley de Bosque de 1931. Como se menciona con anterioridad, desde 1931 comienza la reforestación de áreas degradadas por parte del Estado. Durante el gobierno del presidente Eduardo Frei Montalva (1964-1970) la política forestal adquiere una dinámica al incorporarse el Estado en el esfuerzo de forestación. En este tiempo se genera el “Plan Colchagua”, primer programa de la Corporación de Reforestación, el cual fue el punto de partida de las plantaciones masivas realizadas principalmente en terrenos erosionados de la Cordillera de la Costa en las regiones de O’Higgins y Maule (Prado, 2016). Así, junto con el inicio de un proceso de reforestación en áreas abiertas y degradadas, se crearon empresas del Estado en el área forestal, como por ejemplo Forestal Arauco, Celulosa Arauco y Celulosa Constitución, todas iniciativas de CORFO (Otero, 2006).

Las áreas degradadas serían las que se reforestaban, de acuerdo a nuestros resultados queda en evidencia que esto no fue así, dado que, los mayores aportes a plantaciones forestales son desde

la eliminación de superficie de bosque nativo, luego de matorrales y en tercer lugar las áreas que deberían ser reforestadas que eran las praderas degradadas (Figura 16).

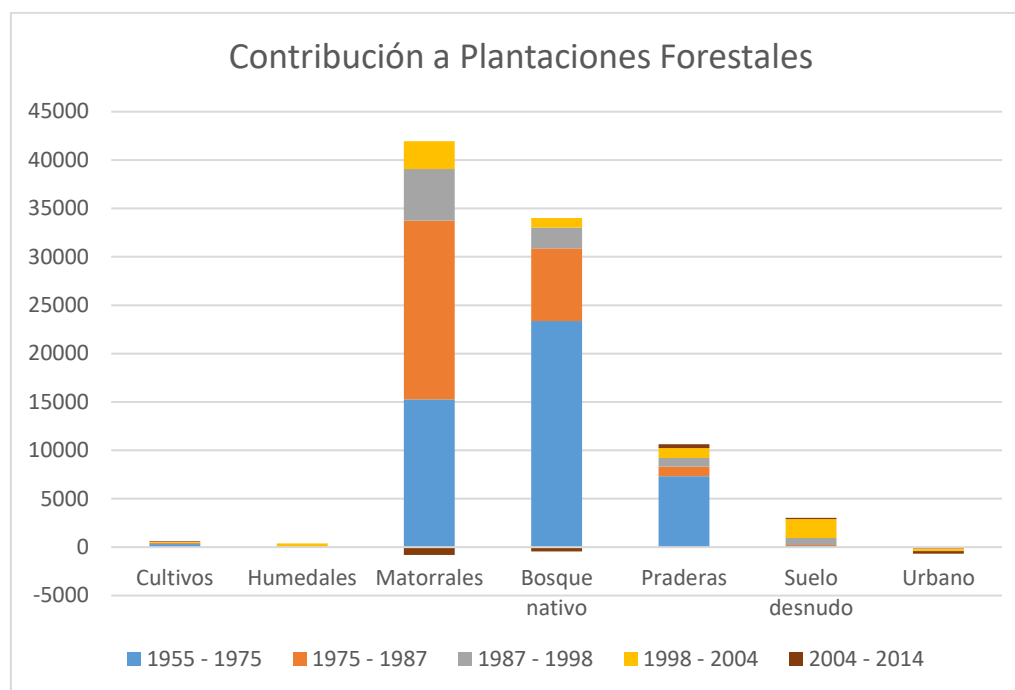


Figura 16: Contribución a plantaciones forestales
Fuente: Elaboración propia.

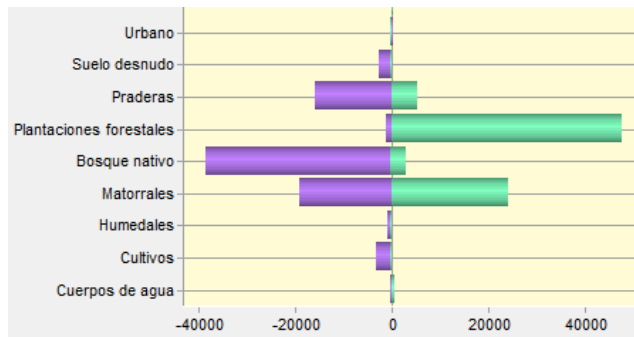
Transición 1975 – 1987

Al analizar la variación y dinámicas hacia 1987, se observa el considerable aumento en las plantaciones forestales con un 40% de superficie, la disminución del bosque nativo con un 16% de superficie, y una no menor disminución en las praderas, con un 6% de superficie. Para comprender este aumento en las plantaciones forestales es importante contextualizar el momento económico y social chileno para esos años. En 1974, el gobierno militar en fases aún de ensayo del modelo neoliberal, reconoció al sector forestal como estratégico en el desarrollo económico del país (Vergara, 1984; Cabaña, 2011) creándose para tales efectos el Decreto Ley N°701 como instrumento para potenciar la forestación y el desarrollo del sector, en donde establece una bonificación del 75% de los costos netos de forestación, incluyendo también actividades de manejo, estabilización de dunas y gastos de administración. El sector privado reaccionó favorablemente al estímulo que significó la promulgación del D.L. 701 y comenzó rápidamente a sustituir la labor de forestación que realizaba el Estado. En los primeros años de aplicación del D.L. 70 se bonificaban los denominados “roce fuerte” y “roce muy fuerte”, fomentando la eliminación de miles de hectáreas de bosque nativo, especialmente de renoales (Prado 2016).

Otra variación importante es la relacionada con el aumento de las áreas urbanas. Durante este periodo se concentra la mayor tasa de cambio de los usos de suelo con un 66% de aumento hacia lo urbano. Se puede inferir de acuerdo a estos resultados que es en este periodo en donde

se organizan los primeros villorrios relacionados con la actividad forestal en la comuna como lo es Santa Olga (figura 17).

1955 – 1975



1975 - 1987

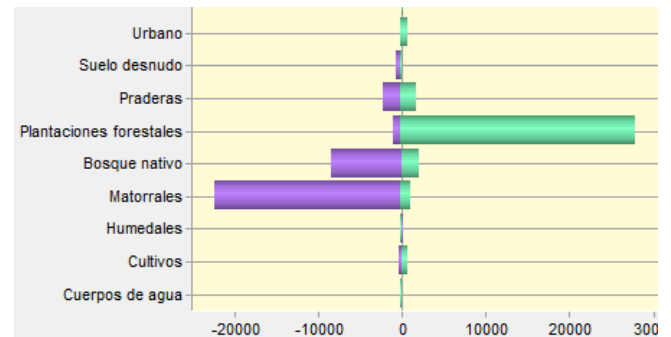


Figura 17: Contribución a plantaciones forestales

Fuente: Elaboración propia.

Transición 1987 – 1998

Durante este periodo se advierte la considerable disminución de los humedales, alcanzando una tasa del 35%; luego, un retroceso área del bosque nativo en 17%. Bajo este panorama, el aumento de plantaciones forestales y áreas urbanas resulta evidente e irreversible

Esta época representa los impactos iniciales del D.L.701 y el ingreso en su etapa de consolidación dentro del modelo de explotación forestal subsidiario. De acuerdo a un estudio realizado por CONAF en 1998, 24 años después del inicio del D.L. 701 se habían establecido y bonificado 78.049 hectáreas de plantaciones en terrenos que necesitaron un “roce fuerte” y “roce muy fuerte”, lo cual es una indicación de sustitución de vegetación nativa densa, que incluía bosques (Prado 2016), propiciándose una industria forestal de mayor alcance.

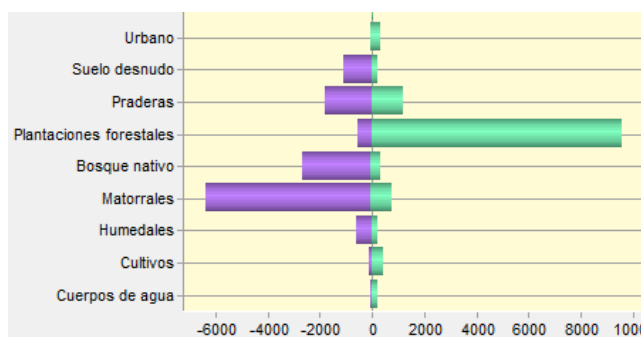
Transición 1998 – 2004

La mayor agresividad en los cambios detectados acontece durante este periodo. Se registran, además, alzas en las tasas de cambio, observables en la disminución de humedales con un 70%, el suelo desnudo con un 83% y luego los matorrales con un 42% (figura 18).

Este nuevo panorama de tasas de cambio puede explicarse a partir del nuevo panorama relacionado con las políticas públicas vigente para tales fechas.

En 1998 se dicta la Ley 19.561 que modifica el Decreto Ley 701, incentivando la plantación forestal en terrenos de pequeños propietarios, recuperación de suelos y forestación en terrenos con suelos frágiles y degradados (Frene & Nuñez 2010). Esta modificación se realizó principalmente para apoyar a los pequeños propietarios con relación a las bonificaciones. Sin embargo, de acuerdo a AGRARIA (2005), durante el periodo 1998-2004 solo el 38% del total plantado (227.491 hectáreas) fue forestado por pequeños propietarios y el 62% por medianos y grandes propietarios bajo el componente recuperación de suelos degradados.

1987 – 1998



1998 - 2004

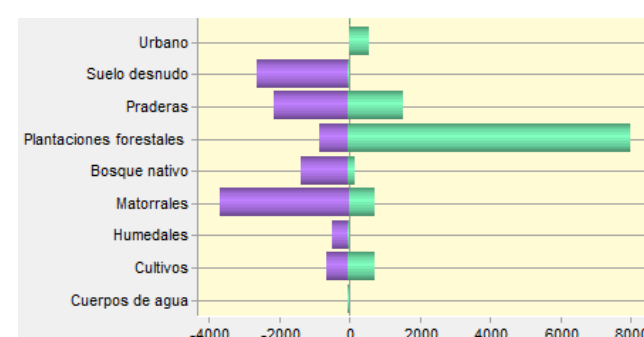


Figura 18: Contribución a plantaciones forestales
Fuente: Elaboración propia.

Transición 2004 – 2014

Durante esta última ventana de tiempo estudiada la variación se reduce. Este periodo advierte el aumento de los usos urbanos en un 20%, matorrales a 14%, humedales en 4%, y bosque nativo con 2%, siendo por primera vez en 60 años que se visualiza una pequeña disminución en las plantaciones forestales con un 1% (figura 19).

Este nuevo panorama se puede justificar de acuerdo con Heilmayr et al (2016) en donde evidencia que a partir del año 2001 al 2011 ha comenzado una disminución de la presión de las plantaciones forestales sobre el bosque nativo, principalmente debido a cambios en las políticas forestales.

2004 – 2014

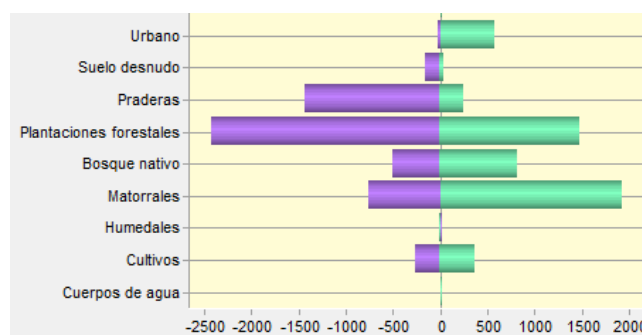


Figura 19: Ganancia y pérdida (ha) por uso de suelo durante los años 1955 al 2014.
Fuente: Elaboración propia.

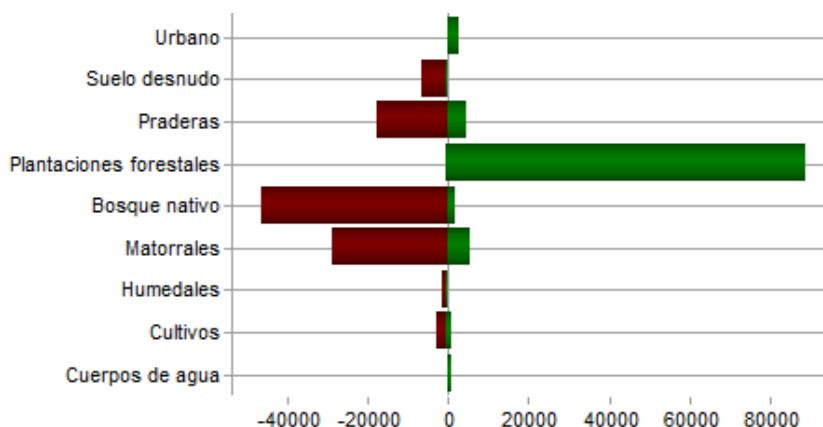


Figura 20: pérdida y ganancia (ha) 1955 – 2014

Fuente: Elaboración propia.

Por medio de los resultados obtenidos se observa una dinámica de cambio marcada por la transformación de un entorno natural hacia un paisaje antropizado (figura 20). Estos resultados nos reafirman los últimos estudios realizados en Chile con las dinámicas de uso. El estudio de Echeverría et al (2006) para el periodo 1975-2000, con relación a la modificación del paisaje en Chile propone, entre sus principales resultados, que ha existido un fuerte aumento de la superficie de plantaciones exóticas, ocasionando una alta pérdida de bosque nativo, generando cambios en el patrón ¿cuál?; que, a su vez, ha generado un aumento de la fragmentación del bosque nativo. En el transcurso de estos años, de acuerdo a los últimos estudios (Miranda *et al.*, 2016; Zamorano-Elgueta *et al.*, 2015), corroboran el aumento en las plantaciones exóticas lo cual ha llevado a la modificación de la matriz de uso en la zona centro sur de Chile, generando así una modificación del paisaje, provocando una disminución en especial de bosque nativo y en el matorral, además disminuyendo las superficies de terrenos agrícolas.

Caracterización de patrones espaciales en Constitución

En relación a la dinámica del paisaje en la comuna de Constitución, se evidencia una fragmentación del paisaje, y en el aumento de parches por parte del bosque nativo y matorrales. Estos efectos sobre el paisaje se evidencian en la alteración de la biodiversidad de la comuna, generando transformaciones en la pérdida o fragmentación de ecosistemas únicos. De acuerdo a Pliscoff (2015), la zona donde se concentran los ecosistemas que han sufrido una mayor pérdida de superficie natural coincide con el área que ha presentado la mayor dinámica de la cobertura natural y antrópica, siendo esta la zona Central de Chile. Igualmente, es en esta área donde se encuentran los tipos de ecosistemas más amenazados, siendo sus pérdidas recientes y asociadas a la dinámica del sector forestal.

Tabla 14: Area total por clase

	CA Total (Class) Area					
	1955	1975	1987	1998	2004	2014
Cuerpos de agua	10.060.200	13.948.200	12.919.500	14.442.300	14.304.600	14.361.300
Cultivos	45.011.700	16.434.900	20.476.800	23.392.800	24.591.600	25.903.800
Humedales	20.136.600	13.551.300	14.814.900	10.910.700	6.423.300	6.706.800
Matorrales	319.180.500	368.307.000	156.192.300	100.642.500	70.794.000	82.474.200
Bosque nativo	575.521.200	220.457.700	157.804.200	134.581.500	122.439.600	125.752.500
Plantaciones forestales	77.071.500	541.217.700	811.474.200	901.740.600	973.628.100	964.175.400
Praderas	196.433.100	90.898.200	88.160.400	81.664.200	75.945.600	64.224.900
Suelo desnudo	94.956.300	71.652.600	66.606.300	57.364.200	31.225.500	30.245.400
Urbano	2.122.200	4.033.800	12.052.800	15.762.600	21.149.100	26.657.100

Fuente: elaboración propia

Tabla 15: Porcentaje de paisaje por clase cuál clase

	PLAND Percentage of Landscape					
	1955	1975	1987	1998	2004	2014
Cuerpos de agua	0.7505	10.405	0.9638	10.774	10.671	10.713
Cultivos	33.578	12.260	15.275	17.451	18.345	19.324
Humedales	15.022	10.109	11.052	0.8139	0.4792	0.5003
Matorrales	238.107	274.753	116.518	75.078	52.812	61.525
Bosque nativo	429.335	164.459	117.720	100.396	91.339	93.810
Plantaciones forestales	57.495	403.743	605.351	672.689	726.316	719.265
Praderas	146.538	67.809	65.767	60.921	56.655	47.911
Suelo desnudo	70.837	53.452	49.688	42.793	23.294	22.563
Urbano	0.1583	0.3009	0.8991	11.759	15.777	19.886

Fuente: elaboración propia

Con relación a los números de parches por clase se observa una disminución considerable del uso de praderas desde 1955 a 2014. Además, todos los otros usos no tienen diferencias significativas en los años de estudio (Tabla 14).

Tabla 16: Numero de parches por clase cuál

	NP Number of Patches					
	1955	1975	1987	1998	2004	2014
Cuerpos de agua	1.230.000	900.000	1.150.000	870.000	840.000	870.000
Cultivos	670.000	150.000	260.000	340.000	490.000	590.000
Humedales	240.000	90.000	90.000	130.000	120.000	130.000
Matorrales	8.640.000	4.840.000	6.310.000	6.630.000	6.740.000	7.630.000
Bosque nativo	16.500.000	8.770.000	14.820.000	15.810.000	16.550.000	16.930.000
Plantaciones forestales	1.320.000	1.770.000	1.850.000	1.770.000	1.710.000	1.930.000
Praderas	4.610.000	910.000	1.410.000	1.350.000	1.550.000	1.350.000
Suelo desnudo	930.000	830.000	1.060.000	1.030.000	1.090.000	1.010.000
Urbano	40.000	60.000	310.000	480.000	640.000	680.000

Fuente: elaboración propia

Las tablas 16 y 17 nos indica el área total del área núcleo por clase en donde se destaca la variación del uso de matorrales, la disminución de bosque nativo y el aumento de las plantaciones forestales.

Tabla 17: Área total del núcleo por clase cuál

	TCA Total Core Area					
	1955	1975	1987	1998	2004	2014
Cuerpos de agua	1.887.300	4.779.000	4.098.600	4.414.500	4.098.600	4.098.600
Cultivos	25.587.900	9.047.700	11.526.300	13.186.800	13.494.600	13.778.100
Humedales	15.341.400	9.136.800	10.627.200	7.597.800	3.855.600	3.928.500
Matorrales	165.661.200	260.998.200	86.346.000	46.801.800	26.551.800	32.100.300
Bosque nativo	393.635.700	134.994.600	70.097.400	51.305.400	41.010.300	40.864.500
Plantaciones forestales	42.695.100	411.844.500	633.808.800	715.918.500	780.143.400	764.113.500
Praderas	106.944.300	58.093.200	53.775.900	50.584.500	45.117.000	38.726.100
Suelo desnudo	76.310.100	58.887.000	52.698.600	44.039.700	20.460.600	19.723.500
Urbano	1.320.300	2.154.600	6.285.600	8.302.500	10.538.100	13.794.300

Fuente: elaboración propia

Tabla 18: Área central Porcentaje de paisaje (antropizado, natural, metabolizado, transformado)

	CPLAND Core Area Percentage					
	1955	1975	1987	1998	2004	2014
Cuerpos de agua	0.1408	0.3565	0.3058	0.3293	0.3058	0.3058
Cultivos	19.088	0.6749	0.8598	0.9837	10.067	10.278
Humedales	11.445	0.6816	0.7928	0.5668	0.2876	0.2931
Matorrales	123.582	194.702	64.413	34.914	19.807	23.946
Bosque nativo	293.650	100.705	52.292	38.273	30.593	30.484
Plantaciones forestales	31.850	307.232	472.815	534.068	581.979	570.021
Praderas	79.780	43.337	40.116	37.736	33.657	28.889
Suelo desnudo	56.927	43.929	39.313	32.853	15.263	14.714
Urbano	0.0985	0.1607	0.4689	0.6194	0.7861	10.290

Fuente: elaboración propia

La cantidad de áreas centrales disjuntas contenido dentro del paisaje demuestra que este vario significativamente en el uso Matorral, luego en el uso bosque nativo, plantaciones forestales y praderas (Tabla 19).

Tabla 19: Número de área núcleo disjunto

	NDCA Number of Disjunct Core Area					
	1955	1975	1987	1998	2004	2014
Cuerpos de agua	270.000	760.000	570.000	670.000	650.000	650.000
Cultivos	960.000	380.000	440.000	490.000	510.000	600.000
Humedales	200.000	230.000	190.000	160.000	150.000	160.000
Matorrales	10.250.000	3.970.000	3.960.000	3.060.000	2.340.000	2.660.000
Bosque nativo	7.620.000	3.390.000	3.550.000	3.670.000	3.670.000	4.000.000
Plantaciones forestales	1.910.000	4.050.000	4.990.000	4.970.000	5.360.000	5.540.000
Praderas	4.750.000	1.550.000	1.870.000	1.780.000	1.840.000	1.550.000
Suelo desnudo	920.000	530.000	560.000	680.000	540.000	490.000
Urbano	30.000	130.000	420.000	500.000	780.000	860.000

Fuente: elaboración propia

Caracterización de patrones espaciales en el paisaje cuál paisaje

En relación con la dinámica del paisaje a nivel general se destaca la variación de los números de parches de un aumento a una disminución con relación a la densidad de estos. De la misma forma, se observa una mayor densidad en el año 1955 disminuyendo con el pasar de los años. En relación con el índice de Shannon, se observa una mayor diversidad del paisaje en 1975, disminuyendo con el paso de los años esto igualmente queda demostrado con el índice de Simpsons (Tabla 20).

Tabla 20: patrones espaciales del paisaje

nombre	1955	1975	1987	1998	2004	2014
TA	1.340.493.300	1.340.501.400	1.340.501.400	1.340.501.400	1.340.501.400	1.340.501.400
NP	34.180.000	18.320.000	27.260.000	28.410.000	29.730.000	31.120.000
PD	25.498	13.667	20.336	21.194	22.178	23.215
LPI	233.430	159.982	281.684	325.547	358.508	357.560
TCA	829.383.300	949.935.600	929.264.400	942.151.500	945.270.000	931.127.400
NDCA	26.910.000	14.990.000	16.550.000	15.980.000	15.840.000	16.510.000
DCAD	20.075	11.182	12.346	11.921	11.816	12.316
ENN_MD	1.272.792	1.272.792	1.272.792	1.272.792	1.272.792	1.272.792
DIVISION	0.9353	0.9450	0.8689	0.7935	0.7672	0.7740
SHDI	15.618	15.224	13.351	12.081	10.692	10.910
SIDI	0.7278	0.7266	0.5988	0.5256	0.4569	0.4664

Fuente: elaboración propia

Categorías: (TA)Total Area, (NP) Number of Patches, (PD) Patch Density, (LPI) Largest Patch Index (PAFRAC) Perimeter-Area Fractal Dimension (TCA) Total Core Area (NDCA) Number of Disjunct Core Areas (DCAD) Disjunct Core Area Density (ENN_MD) Euclidean Nearest Neighbor Distance Distribution (DIVISION) Landscape Division Index (SHDI) Shannon's Diversity Index (SIDI) Simpson's Diversity Index

CONSIDERACIONES FINALES

Nuestro estudio extendió el análisis desde 1955, lo que nos permitió mostrar que, en 1955, las plantaciones forestales ya estaban presentes en la comuna Constitución; sin embargo, cubrieron solo el 7% del área total. En oposición, los bosques y matorrales nativos abarcaron aproximadamente el 60% del área del territorio. Luego, la plantación forestal aumentó enormemente entre 1955 y 1975 (619%); pocos estudios han tenido en cuenta los cambios en este período (antes de 1975) y, por lo tanto, este aumento apenas se ha documentado. De ahí que la mayoría de los estudios identifiquen al decreto ley 701 (1974) y modificaciones (Ley 19651, 1998) como el principal impulsor de la expansión de la plantación forestal (Peña-cortés et al., 2021, Heilmayer et al., 2020). Sin embargo, nuestros resultados muestran que un aumento masivo de plantaciones forestales también ocurrió entre 1955-1975 en la comuna de Constitución debido a los efectos de la ley forestal de 1931.

El 34% del reemplazo del bosque nativo en 1978 se produjo por sustitución directa (plantaciones forestales), donde solo el 2% de este cambio está relacionado con el bosque nativo presente en 1955. En el período 1955-1978, la disminución del bosque nativo, 9, El 6% del 98,5% fue por sustitución directa (plantaciones forestales). Estos resultados dieron cuenta del impacto de las plantaciones forestales sobre la cubierta de vegetación natural en Chile, lo que respalda la relevancia de un modelo forestal basado en estándares de sostenibilidad y se centra en la restauración de la cubierta de vegetación natural (McFadden & Dirzo 2018).

El cambio de uso / cobertura de suelo produjo una pérdida continua de hábitat y una fragmentación del paisaje, lo que disminuyó el área media del parche y el área central total de bosques nativos, matorrales y pastizales. Estos patrones también se han reportado en otras regiones del centro-sur de Chile (Echeverría et al., 2008, Heilmayer et al., 2016). La fragmentación y la pérdida de hábitat tienen impactos considerables en la vida silvestre, lo que contribuye a la pérdida de la riqueza de especies y las funciones del ecosistema (Hadaad et al., 2015). En Chile, los estudios mostraron que la pérdida y fragmentación del hábitat tienen implicaciones sobre la reproducción y dispersión de la vegetación, por ejemplo, Gomortega keule (Lander et al., 2019), impactos en aves especialistas en bosques (Carvajal et al., 2016).

De acuerdo a lo observado en el área de estudio, el cambio de uso de suelo, el reemplazo de bosque nativo por plantaciones forestales, todas estas consecuencias de las actividades antrópicas le debemos de agregar la incertidumbre actual en relación a las condiciones climáticas, todo esto generado por el cambio global. Hoy en el Antropoceno se debe de considerar estas modificaciones en los cambios de uso de suelo, ya que ellas tienen como consecuencia el aumento de los gases de efecto invernadero, siendo el cambio de uso de suelo el segundo causante (IPCC 2014). Estas transformaciones climáticas seguirán ocasionando impactos a nivel mundial (Stocker et al., 2013). Hoy en día es crucial entender qué efectos generarán estos impactos a nivel mundial y local para apoyar la planificación en muchos sectores (Xie et al., 2018), en especial de áreas con biodiversidad y con presión de usos por las distintas actividades económicas.

CAPITULO V

DINAMICA SISTEMA SOCIOECOLÓGICO COMUNA DE COSNTITUCION.

La propuesta de estudio del sistema socioecológico de la comuna de Constitución es en base al enfoque “eco céntrico”, es decir, que pone su énfasis en cómo la sociedad ha afectado al medio ambiente, comenzando por la sociedad y llegando a la evaluación de los impactos de la transformación del ambiente (Binder et al., 2013). Bajo este enfoque se analiza el sistema socioecológico local, en donde se deben de considerar elementos del sistema ecológico y del sistema social. Para graficar esta dinámica en la comuna de Constitución se generó el análisis de la provisión de servicios ecosistémicos, (calidad de hábitat), como una respuesta del sistema ecológico hacia el sistema social, y en segundo lugar por medio de uso de suelo, como una respuesta de las interacciones sociales que están presente en el sistema y como estos influyen en el sistema ecológico, todo esto de acuerdo a Díaz et al., (2011a). En relacion al sistema social se analizaron componentes como la dinamica poblacional en los años de estudio.

Tabla 21: Políticas que influenciaron en el sistema socioecológico de la comuna de Constitución.

Año	Política o Programa	Descripción
1931	Ley de Bosque	Se crea la primera Ley de Bosque que norma el uso del fuego como mecanismo de control de inventarios y proporcionar incentivos a la reforestación para evitar el déficit proyectado en la disponibilidad futura de la madera.
1939	Creación de Corporación de Fomento de la producción	Financió el establecimiento de importantes emprendimientos forestales asociándose con particulares
1970	Creación de corporación de Reforestación (COREF)	El denominado “Plan Colchagua”, primer programa de la Corporación de Reforestación fue el punto de partida de las plantaciones masivas realizadas principalmente en terrenos erosionados y en desuso de la Cordillera de la Costa en las regiones de O’Higgins y Maule
1974	Decreto Ley 701	Bonificación de 75% a plantaciones forestales de Pino y Eucaliptus.
1974	Decreto Ley 600	Estatuto de la Inversión Extranjera
1977	Decreto 471	Fija el texto refundido, coordinado y sistematizado de la Ley sobre comercio de Exportación y de Importación y de Operaciones de cambios internacionales
1994	FTA	Tratado de Libre Comercio de América del Norte
1996	Mercosur	Firma de tratados de libre comercio
1998	Ley 19.561	Prorroga por 15 años del D.L N°701 incorporando un tramo retroactivo desde 1996.
2008	Ley 20.283 Ley de Bosque Nativo	Regular la protección, la recuperación y el mejoramiento de los bosques nativos.
2010	Ley 20.488	Renovación del D.L N°701 por 2 años mas
2012		Término del D.L N°701, pero existe en la prórroga en el congreso.
2016	Ley 20.780	Artículo 9 derogación del DL 600 de 1974, Estatuto de la Inversión Extranjera a contar del 1 de enero del 2016. Desde esa fecha el Comité de Inversiones Extranjeras no podrá celebrar nuevos contratos de inversión extranjera”.

Año	Política o Programa	Descripción
2017	Plan CORFO	Plan de 13 millones de dólares para reactivar la economía en el área afectada por el incendio forestal. En este caso, la plantación no se haría a través de DL 701 sino como contratación directa a través de la CONAF.
2018	CORFO	CORFO lanza una plataforma para el sector forestal y maderero. Esta plataforma se basaría en inversiones privadas y públicas, donde el Estado chileno, a través de CORFO, sumaría dos tercios del fondo por 30 años.

Fuente: Elaboración propia

Un análisis de estas distintas instancias de creación de políticas y programas relacionadas con la actividad forestal en Chile, incentivaron a la modificación del sistema socioecológico de la comuna de Constitución. Distintos estudios como Niklitschek (2006), Carrasco (2014), demuestran en sus análisis las implicancias de estas acciones en la transformación de la macro zona centro-sur de Chile. Manushevich (2018), destaca que el "éxito" de la política de forestación fue principalmente el resultado de los mayores cambios arraigados en eventos específicos de la historia política y social de Chile. Todas estas políticas forestales trajeron consigo una dinámica del territorio tanto en el ámbito social y como sus consecuencias en el ámbito ecológico – ambiental.

Para graficar de mejor forma estas transformaciones, se analizan las dinámicas de la actividad económica de comuna de Constitución.

Actividad económica en la comuna de Constitución

De acuerdo a el análisis de las ocupaciones desde el año 1982 a el año 2017 y las respectivas clases sociales predominantes podemos describir lo siguiente.

Clases sociales – Ocupaciones

Análisis de clases sociales aplicado por Censo 1982

Al realizar las agrupaciones de clase social de manera subjetiva, el criterio para esto es conceptual, por ejemplo, la ocupación “Gerentes/administrativos/categorías directivas” se encasilla en la categoría social de “Clase de servicio”, debido a que esta corresponde a los “directivos, administradores, profesionales y propietarios de grandes y medianas empresas. Profesionales bajos, técnicos superiores, supervisores de trabajadores no manuales y administradores de empresas pequeñas” (Torche & Wormald, 2004). Pese a los sesgos que puede tener este análisis en términos estadísticos y respecto de los otros estudios de clases sociales (Atria, 2004; Barozet & Fierro, 2011; Pérez-Ahumada, 2018; Sémbler, 2006; MacClure et al, 2018), se considera un esfuerzo y una alternativa metodológica para generar un acercamiento a la comprensión de la distribución de clases sociales.

En el Censo del año 1982, la distribución de ocupaciones es la siguiente:

Tabla 22: Distribución de ocupaciones año 1982

	Clase o categoría social	Categorías que incluye
I	Clase de servicio	Gerentes/administrativos/categorías directivas
II	Clase de Rutina No Manual	Empleados de oficina/ocupaciones a fines Vendedores/ocupaciones a fines Profesionales/técnicos/ocupaciones a fines
III	Pequeña Burguesía	
IV	Trabajadores Independientes	Servicios personales/ocupaciones a fines
V	Trabajadores Manuales Calificados	Conductores transporte Artesanos/operarios (mecánica, construcciones, etc.)
VI	Trabajadores Manuales No Calificados	Obreros y jornaleros NEOC Otros artesanos y operarios
VII	Pequeños Propietarios Agrícolas	
VIII	Trabajadores Agrícolas	Agricultores/ganaderos/pescadores/cazadores/madereros

Fuente: Elaboración propia

Para un mayor detalle de la distribución de las clases sociales, estas se segregaron por distritos censales (Figura 22).

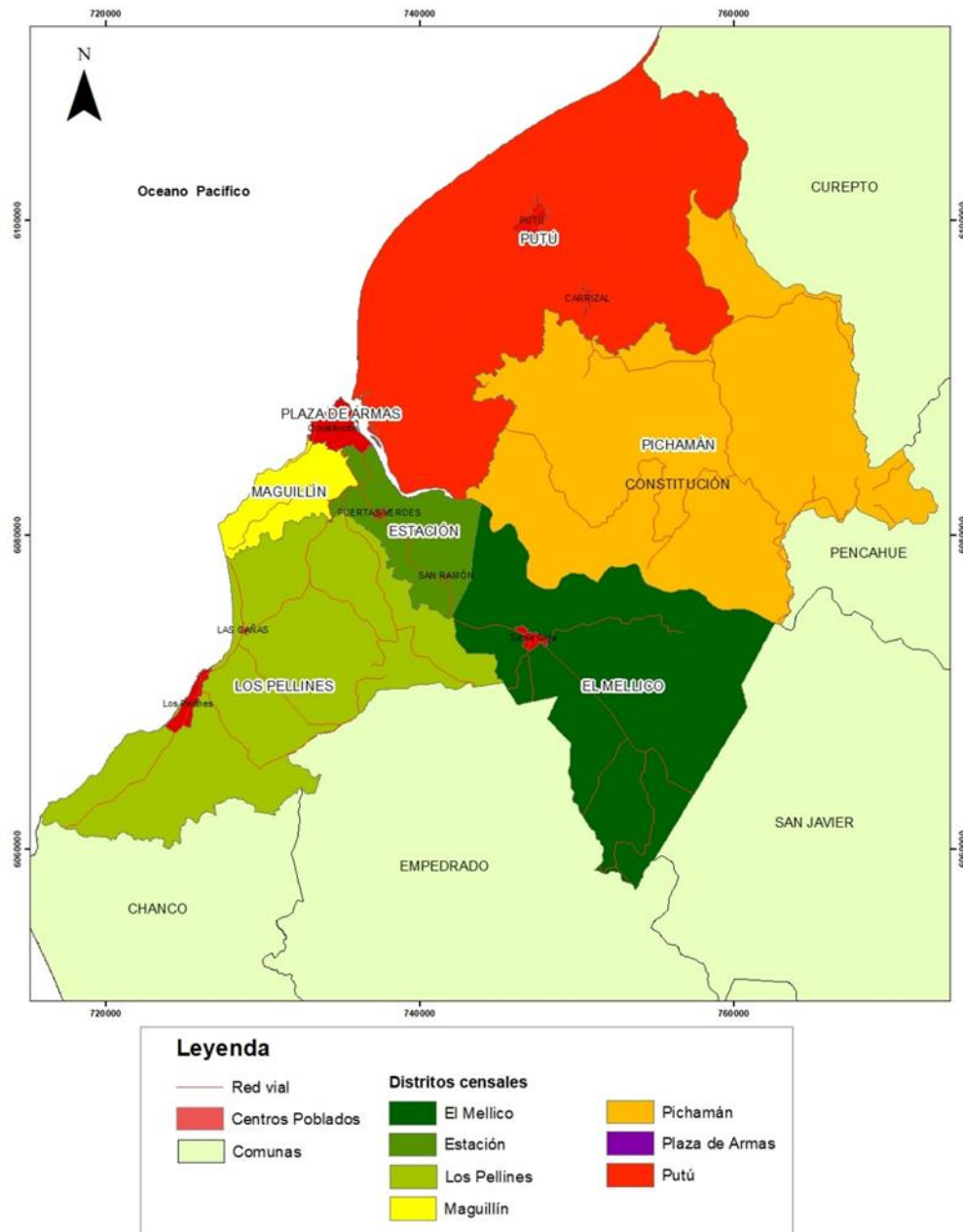


Figura 22: Mapa censal comuna Constitución año 2017.

Tala 23: Distribución por distrito censal año 1982

Clase o categoría social	Plaza de Armas	Maguillin	Estación	Putú	Pichamán	El Mollico	Los Pellins	Total
I	293	118	54	19	1	9	12	506
II	5.422	7.552	3.890	2.210	1.354	2.617	927	23.972
IV	392	303	168	52	24	36	21	996
V	513	965	521	121	136	331	164	2.751
VI	184	370	226	45	12	123	28	988
VIII	275	403	252	491	332	447	178	2.378
Total	7.079	9.711	5.111	2.938	1.859	3.563	1.330	31.591

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar que la categoría social “clase de rutina no manual” (II) es la predominante respecto a cantidad de personas que se encuentran en esta, por el otro lado, la que menos personas representa es la “clase de servicio” (I). Al observar la tabla de acuerdo a la distribución por distrito censal, se observa que el distrito de Plaza de Armas es en donde se encuentra la mayor cantidad de la clase social II, ellas corresponden principalmente a la clase que ofrece ocupaciones referentes a los centros urbanos. Un 76% de la población de los distritos se encuentra en la “Clase de rutina no manual”, siguiendo a esta un 9% de “Trabajadores manuales calificados” y con un 8% “Trabajadores agrícolas” (figura 23).

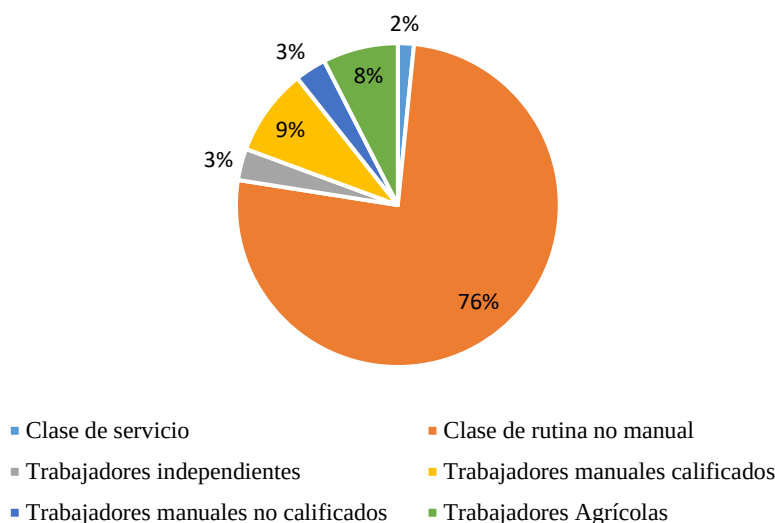


Figura 23: Distribución por clases sociales Censo 1982

Fuente: Elaboración propia

Análisis de clases sociales aplicado por Censo 1992

Debido a modificaciones en las categorías de las preguntas sobre ocupación en el CENSO de 1992, aumentó la tipología de ocupaciones respecto del CENSO de 1982. Lo que se expresa de la siguiente manera:

Tabla 24: Distribución de ocupaciones año 1992.

	Clase o categoría social	Categorías que incluye
I	Clase de servicio	Miembros poderes ejecutivos y legislativos y directivos de la administración pública Directores y gerentes de pequeñas empresas
II	Clase de Rutina No Manual	Oficinistas Empleados en trato directo con el público Modelos vendedores y demostradores Profesionales de las CS FCAS, QCAS Y MAT. IGN Profesionales de las CS Biológicas, MED y Salud Profesionales de la enseñanza Otros profesionales científicos e intelectuales Técnicos y profesionales CS FCAS, QCAS, MAT, IGN Técnicos y profesionales CS Biológicas, MED y Salud
III	Pequeña Burguesía	
IV	Trabajadores Independientes	Maestros e instructores técnicos Servicios personales, protección y seguridad
V	Trabajadores Manuales Calificados	Otros técnicos Oficiales operarios de las industrias extractivas Oficiales y operadores de la metalurgia, construcción y afines
VI	Trabajadores Manuales No Calificados	Mecánicos de precisión, artesanos y artes gráficas Otros oficiales, operarios y artesanos Operadores de instalaciones fijas y afines Operadores de máquina y montadores Conductores de vehículos y operarios de equipos pesados Trabajadores no calificados de ventas y servicios Peones minería y construcción
VII	Pequeños Propietarios Agrícolas	
VIII	Trabajadores Agrícolas	Agricultores y trabajadores calificados de exportaciones agropecuarias Agropecuarios y pesqueros de subsistencia Peones agropecuarios forestales pesquero y afines

Fuente: Elaboración propia

Tala 25: Distribución por distrito censal año 1992.

Clase o categoría social	Plaza de Armas	Maguillin	Estación	Putú	Pichamán	El Mollico	Los Pellines	Total
I	452	1054	658	115	41	141	73	2534
II	1726	2585	1514	526	276	640	223	7490
IV	91	128	111	47	5	34	36	452
V	192	433	283	185	92	261	144	1590
VI	25	114	69	39	21	29	18	315
VIII	55	83	48	6	0	4	4	200
Total	2541	4397	2683	918	435	1109	498	12581

Estadísticamente esto se observa así:

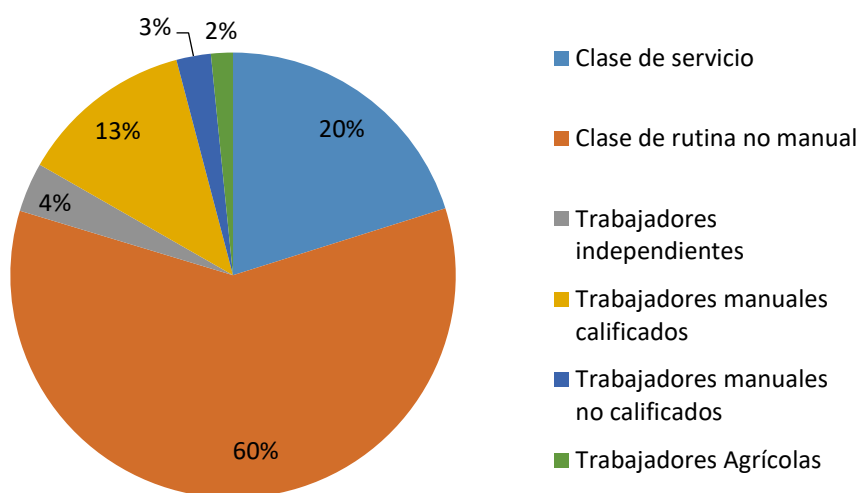


Figura 24: Distribución por clases sociales Censo 1992
Fuente: Elaboración propia

En el gráfico anterior, se observa que la clase de rutina no manual sigue predominando en el año 1992, con un 60%, seguido de “clase de servicio” con un 20% y los “trabajadores manuales calificados” con un 13% (figura 24).

Análisis de clases sociales aplicado por Censo 2002.

En el año 2002, la distribución de clases sociales se mantiene igual que en el año 1992, pero se presentan cambios en la distribución porcentual que llaman bastante la atención.

Tabla 26: Distribución de ocupaciones año 2002.

	Clase o categoría social	Categorías que incluye
I	Clase de servicio	Miembros poderes ejecutivos y legislativos y directivos de la administración pública Directores y gerentes de pequeñas empresas
II	Clase de Rutina No Manual	Oficinistas Empleados en trato directo con el público Profesionales de las CS FCAS, QCAS Y MAT. IGN Profesionales de las CS Biológicas, MED y Salud Profesionales de la enseñanza Otros profesionales científicos e intelectuales Técnicos y profesionales CS FCAS, QCAS, MAT, IGN Técnicos y profesionales CS Biológicas, MED y Salud Modelos vendedores y demostradores Maestros e instructores técnicos
III	Pequeña Burguesía	
IV	Trabajadores Independientes	Servicios personales, protección y seguridad
V	Trabajadores Manuales Calificados	Otros técnicos Oficiales operarios de las industrias extractivas Oficiales y operadores de la metalurgia, construcción y afines
VI	Trabajadores Manuales No Calificados	Mecánicos de precisión, artesanos y artes gráficas Otros oficiales, operarios y artesanos Operadores de instalaciones fijas y afines Operadores de máquina y montadores Conductores de vehículos y operarios de equipos pesados Trabajadores no calificados de ventas y servicios Peones minería y construcción
VII	Pequeños Propietarios Agrícolas	
VIII	Trabajadores Agrícolas	Agricultores y trabajadores calificados de exportaciones agropecuarias Agropecuarios y pesqueros de subsistencia Peones agropecuarios forestales pesquero y afines

Fuente: Elaboración propia

Tala 27: Distribución por distrito censal año 2002.

Clase o categoría social	Plaza de Armas	Maguillin	Estación	Putú	Pichamán	El Mollico	Los Pellins	Total
I	286	396	265	45	4	34	20	1061
II	762	1578	667	128	18	80	31	3304
IV	99	287	173	36	16	60	18	700
V	332	932	528	52	7	62	36	1961
VI	576	2509	1721	191	88	562	152	5852
VIII	212	800	646	566	200	339	197	3007
Total	2267	6502	4000	1018	333	1137	454	15885

Fuente: Elaboración propia

Estadísticamente esto se observa así:

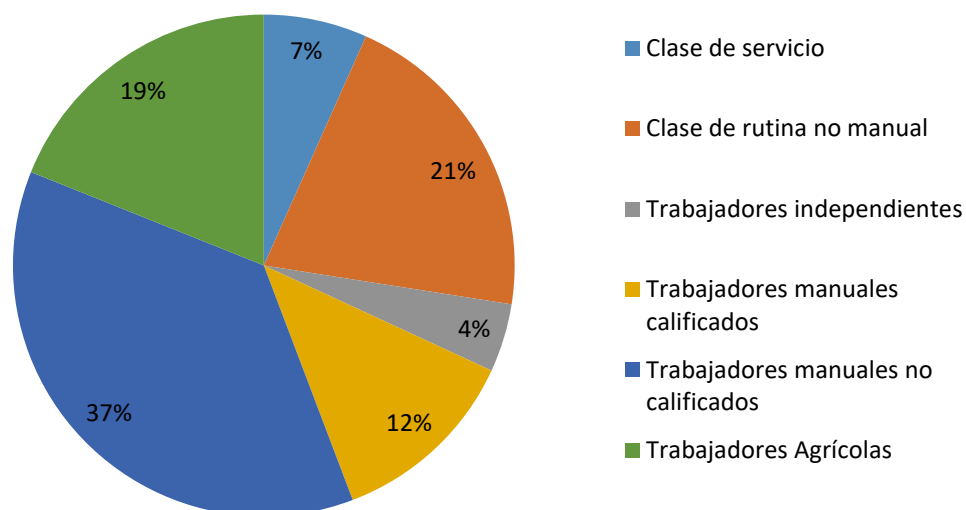


Figura 25: Distribución por clases sociales Censo 2002

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico anterior, un dato que llama la atención es que los “trabajadores manuales no calificados”, llegan a un 37%, cuando en el año 1992 solo alcanzaban un 3%, la “clase de rutina no manual” pasa de un 60% en el año 1992 a un 21% en el año 2002, siendo también relevante el aumento de los “trabajadores agrícolas y agropecuarios” (figura 25).

De acuerdo al análisis establecido, se destaca que, de acuerdo al transcurso del tiempo, desde los años 1982 al 1992 la clase que predominaba era la de Rutina No Manual, en donde se concentran los empleos predominantes en las áreas urbanas y concentrándose en la zona urbana de la ciudad de Constitución. En relación al ámbito rural, durante esos dos años predomina la misma categoría social, pero se destaca que en el año 1982 predominaba la categoría social de

trabajadores agrícolas, siendo esta modificada en el año 1992 por la categoría de trabajadores manuales no calificados. Esta variación en 10 años de acuerdo al empleo ratifica la consolidación de las áreas rurales cercanas a la red vial de conexión de la capital regional a la capital comunal, por zonas de trabajo dedicadas a ya faenas forestales y teniendo un cambio en los modos de empleabilidad y de actividad económica, pasando de la actividad agrícola a la actividad forestal. Para el año 2002, se aprecia una transición respecto a las ocupaciones, con un aumento notorio de los “Trabajadores manuales no calificados”, generando una reestructuración productiva en los distritos censales. Esto también se justifica con la disminución de las personas en la categoría “Clase de servicio”, pasando de un 20% en 1992, a un 7% en 2002.

Una manera de ratificar estos análisis es determinando la fuerza de trabajo en el transcurso de los años de estudio. Se observa que dependiendo de su ubicación geográfica esta se ha modificado. Se destaca el distrito censal de Maguillín como ha aumentado su fuerza de trabajo desde el año 1982 con 4.893 a 14.022 habitantes, en donde se establece hoy la ciudad de Constitución. En el ámbito rural, se ve un pequeño descenso en los distritos de El Mollico, características por su actividad forestal (tabla 28).

Tabla 28: Dinámica de fuerza de trabajo comuna de constitución por distritos censales, censos 1952, 1970, 1982, 1992, 2002 y 2017

Distritos Censales	Fuerza de Trabajo				
	1952	1970	1982	1992	2017
Plaza de armas	-	-	3.937	4.679	2.514
Maguillín	-	-	4.893	7.837	14.022
Estación	-	-	2.647	4.798	7.597
Putú	-	-	1.412	1.635	2.503
Pichaman	-	-	889	772	280
El Mollico	-	-	1.710	1.898	1.372
Los Pellines	-	-	662	881	1.165
TOTAL	-	6.550	16.150	22.500	29.453

Fuente: INE 2017

Relación de dependencia

Al medir la población en edades inactivas en relación a la población, se pudo afirmar que en el año 1982 por cada 100 personas en edad de trabajar había 80 personas de edades inactivas en Putu, siendo el menor número de 60 personas en el distrito de Plaza de armas. En el año 1992 por cada 100 personas en edad de trabajar había 70 personas de edades inactivas en Putu, siendo el menor número de 50 personas en el distrito de Plaza de armas. En el año 2002 por cada 100 personas en edad de trabajar había 60 personas de edades inactivas en Putu, siendo el menor número de 50 personas en el distrito de Pichaman. En el año 2017 por cada 100 personas en edad de trabajar había 60 personas de edades inactivas en Pichaman, siendo el menor número de 40 personas en el distrito El Mellico (figura 26).

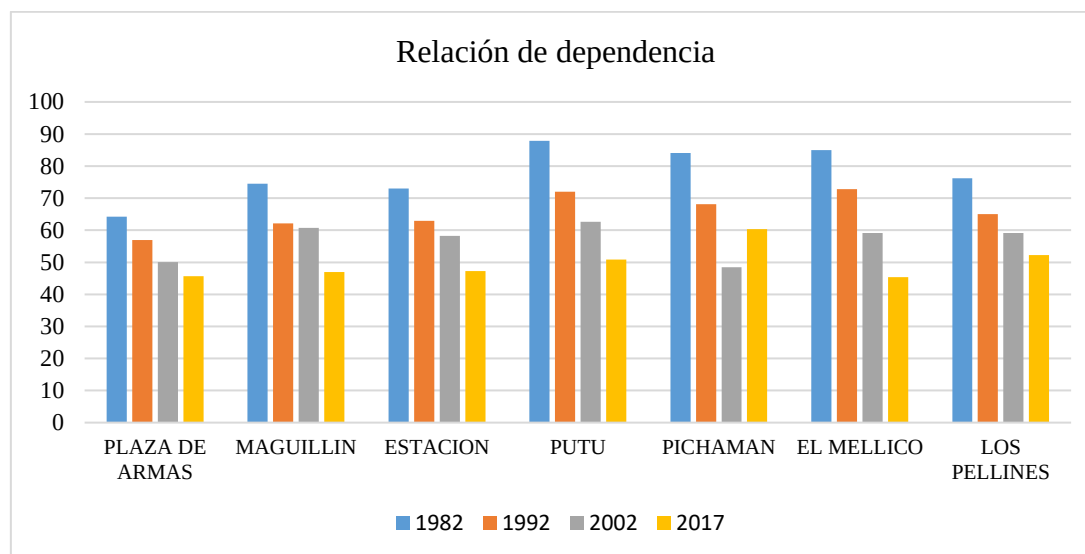


Figura 26: Relación de dependencia

Fuente: Elaboración propia

De este análisis se destaca como ha ido en disminución la población en edades inactivas en los distritos rurales de El Mellico y Los Pellines en el transcurso de los años. Por último, para establecer qué tipo de empresas se encontraban operando en la comuna durante los años en estudio, se procedió a verificar el número por tipo de empresa y además el número de trabajadores por atipo de actividad productiva. De acuerdo a los indicadores económicos proporcionados por el SII (servicio de impuestos internos), desde el año 2009, las mayores empresas son del área del comercio, luego transporte y en tercer lugar agricultura, ganadería, caza y silvicultura (tabla 29).

Tabla 29: Número de empresas por rama de actividad 2009-2011-2013

Origen	Comuna		
	2009	2011	2013
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	295	264	254
Pesca	41	34	25
Explotación de minas y canteras	13	15	15
Industrias manufactureras no metálicas	166	171	200
Industrias manufactureras metálicas	87	108	123
Suministro de electricidad, gas y agua	11	12	12
Construcción	106	129	149
Comercio al por mayor y menor, repuestos, vehículos, automotores/enseres domésticos	1.072	1.021	1.026
Hoteles y restaurantes	170	182	208
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	356	358	343
Intermediación financiera	15	17	18
Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	192	172	153

Origen	Comuna		
	2009	2011	2013
Adm. pública y defensa, planes de seg. social afiliación obligatoria	1	1	1
Enseñanza	17	17	19
Servicios sociales y de salud	7	12	17
Otras actividades de servicios comunitarios, sociales y personales	86	80	100
Consejo de administración de edificios y condominios	0	0	0
Organizaciones y órganos extraterritoriales	0	0	0
Sin información	3	3	2
Total	2.638	2.596	2.66

Fuente: SII 2018

En relación al número de trabajadores por actividad, los mayores trabajadores se encuentran en las áreas de agricultura, ganadería, caza y silvicultura, luego las actividades inmobiliarias y en tercer lugar las manufactureras no metálicas (tabla 30).

Tabla 30: Número de trabajadores por rama de actividad 2009-2011-2013

Origen	Comuna		
	2009	2011	2013
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	3.444	3.523	3.345
Pesca	10	12	19
Explotación de minas y canteras	18	46	64
Industrias manufactureras no metálicas	2.043	2.959	3.071
Industrias manufactureras metálicas	403	455	536
Suministro de electricidad, gas y agua	30	27	38
Construcción	672	603	696
Comercio al por mayor y menor, repuestos, vehículos, automotores/enseres domésticos	1.228	1.340	1.517
Hoteles y restaurantes	268	421	840
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	768	983	1.122
Intermediación financiera	33	31	26
Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	2.337	2.021	1.116
Adm. pública y defensa, planes de seg. social afiliación obligatoria	1.160	1.015	1.273
Enseñanza	407	372	422
Servicios sociales y de salud	20	21	33
Otras actividades de servicios comunitarios, sociales y personales	102	94	103
Consejo de administración de edificios y condominios	0	0	0
Organizaciones y órganos extraterritoriales	0	0	0
Sin información	0	0	0
Total	12.943	13.923	14.221

Fuente: SII 2018

De acuerdo a los datos obtenidos, el mayor número de empresas se refieren a las de prestación de servicios y luego a las relacionadas con la agricultura, ganadería, caza y silvicultura. Un elemento que se destaca es que de esas empresas las que proveen la mayor cantidad de empleos son las relacionadas a la agricultura, ganadería, caza y silvicultura.

Otro elemento a analizar en relación al ámbito socioeconómico es lo que se refiere a los desplazamientos dentro de la comuna, esto para entender la movilidad de las personas y como esto también repercute en la dinámica de empleo y trabajo.

Desplazamientos

En relación a la dinámica de la población, se analizan los desplazamientos, teniendo información desde el censo de 1982 en adelante para la comuna y distritos censales. Al analizar los años desde 1982 al 2017 se observa que los distritos que han tenidos mayores cantidades de habitantes y de variaciones son los de Maguillin, Plaza de armas y Estación. Durante 1982 la mayor cantidad de la población vivía en anterioridad en Maguillin con 7.434 y Plaza de armas con 5.052 habitantes (tabla 31).

Tabla 31: Desplazamiento comuna de Constitución año 1982.

Distritos	Desplazamiento		
	Nació en la comuna	Viv comuna año 77'	Diferencia
Plaza de armas	3.714	5.052	1.338
Maguillin	6.209	7.434	1.225
Estación	3.335	3.851	516
Putu	2.633	2.446	-187
Pichaman	1.590	1.507	-83
El Mollico	2.065	2.115	50
Los Pellines	855	909	54
TOTAL	20.401	23.314	2.913

Fuente: INE 1982

Durante el año 1992, sigue la dinámica que el distrito de Maguillin es el que presenta las mayores cantidades de habitantes tanto como los nacidos y los que vivían desde 1987 (tabla 31).

Tabla 32: Desplazamiento comuna de Constitución año 1992.

Distritos	Desplazamiento		
	Nacidos en la comuna	Viv comuna año 87	Diferencia
Plaza de armas	4.627	5.754	1.127
Maguillin	9.076	10.762	1.686
Estación	5.504	6.370	866
Putu	2.654	2.476	-178
Pichaman	1.253	1.179	74
El Mollico	2.208	2.692	484
Los Pellines	1.015	1.111	96
TOTAL	26.337	30.344	4.155

Para el año 2002 sigue la dinámica de los distritos censales de Maguillin, Estación y plaza de armas las que presentan mayores cantidades de habitantes de nacidos y llegados. Sin embargo, cabe destacar el distrito de El Mellico que presenta un aumento en la cantidad de habitantes que llegó a la comuna con 1.651 personas. Cabe destacar que en este distrito censal se encuentra localizado el poblado de Santa Olga (tabla 33).

Tabla 33: Desplazamiento comuna de Constitución año 2002.

Distritos	Desplazamiento	
	Nació en la comuna	Llegó a la comuna
Plaza de armas	3.127	2.614
Maguillin	9.794	6.580
Estación	6.749	3.896
Putu	2.463	556
Pichaman	698	218
El Mellico	1.923	1.651
Los Pellines	855	576
Rezagados	232	133
TOTAL	25.841	16.224

Fuente: INE 2002

Para el año 2017, se refleja la dinámica que mayoritariamente llegaron a la comuna al distrito de Maguillin, luego a Estación y Plaza de armas. Se destaca en este año el distrito censal de Putu que presente un alza en los llegados a la comuna con 1.180 habitantes (tabla 34).

Tabla 34: Desplazamiento comuna de Constitución año 2017.

Distritos	Desplazamiento	
	Nació en la comuna	Llego a la comuna
Plaza de armas	1.772	1.918
Maguillin	12.299	8.798
Estación	6.514	4.542
Putu	2.616	1.180
Pichaman	353	74
El Mellico	1.216	772
Los Pellines	896	872
Rezagados	34	40
TOTAL	25.700	18.196

Fuente: INE 2017

Al analizar los desplazamientos de la comuna se observa la tendencia que los distritos en donde ocurren las mayores variaciones están en concordancia con los distritos de las zonas urbanas de la comuna como son Maguillin, Plaza de armas y Estación. En el año 2002 el distrito del Mellico que presenta un aumento en la cantidad de habitantes que llego a la comuna con 1.651 personas, se infiere que esto se puede deber a la cantidad de personas que llegaron relacionadas con la actividad forestal y al crecimiento de la localidad de Santa Olga. También en el año 2017 se visualiza otra dinámica que el distrito de Putu que presente un alza en los llegados a la comuna con 1.180 habitantes (figura 27).

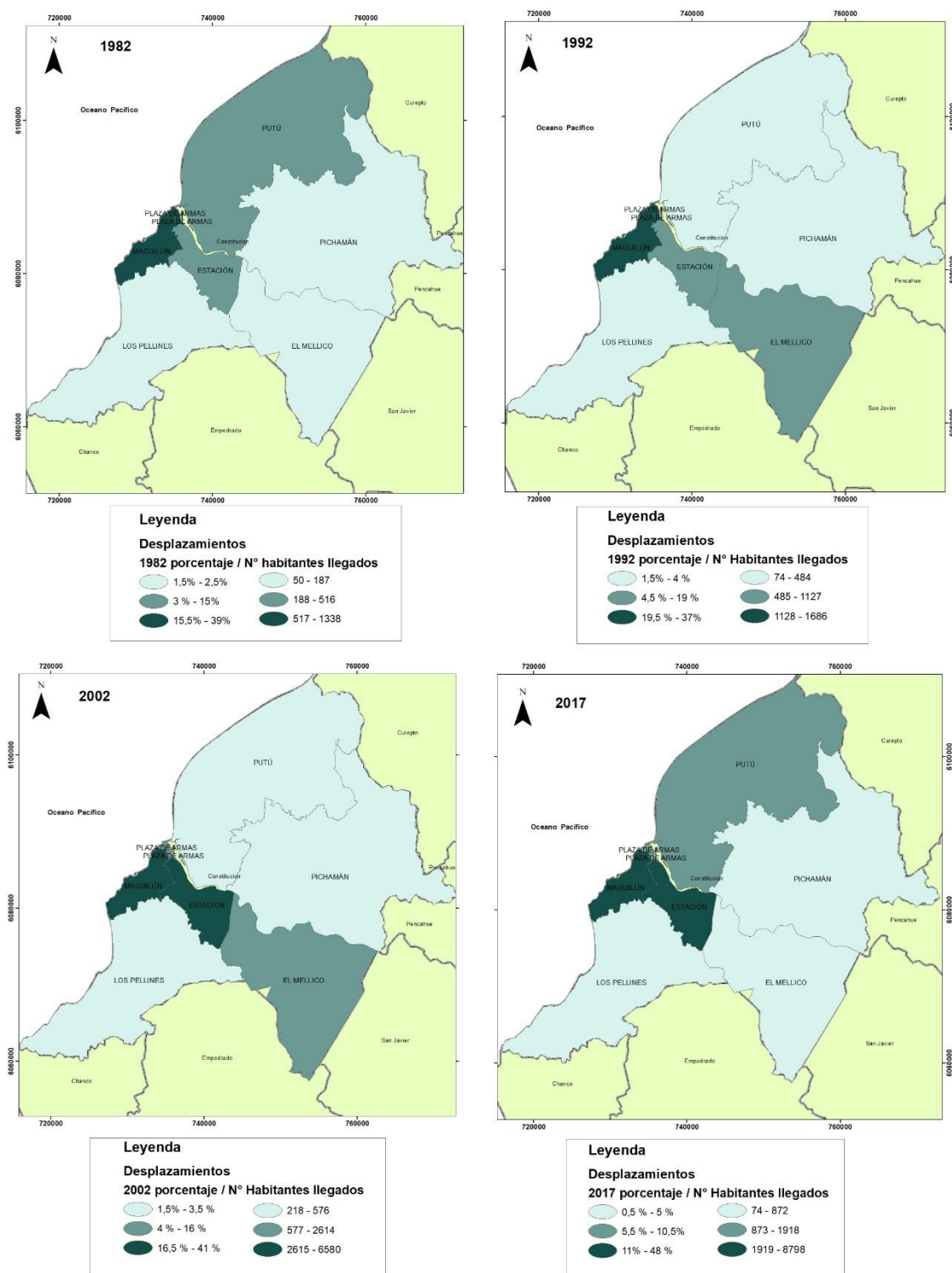


Figura 27: Desplazamientos por distrito; años 1982, 1992, 2002 y 2017.

Fuente: INE 1982, 1992, 2002 y 2017

Síntesis Ámbito socioeconómico

Los elementos que se destacan de los resultados obtenidos en el ámbito socioeconómico son:

- En lo referente a la Política Forestal, un análisis de estas distintas instancias de creación de políticas y programas relacionadas con la actividad forestal en Chile, incentivaron a la modificación del sistema socioecológico de la comuna de Constitución. Distintos estudios como Niklitschek (2006), Carrasco (2012), demuestran en sus análisis las implicancias de estas acciones en la transformación de la macro zona centro-sur de Chile. Manushevich (2018), destaca que el "éxito" de la política de forestación fue principalmente el resultado de los mayores cambios arraigados en eventos específicos de la historia política y social de Chile.
- En lo referente a la actividad económica, se destaca que, desde los años 1982 al 1992 la clase que predominaba era la de *Rutina No Manual*, en donde se concentran los empleos predominantes en las áreas urbanas y concentrándose en la zona urbana de la ciudad de Constitución. En relación al ámbito rural, durante esos dos años predomina la misma categoría social, pero se destaca que en el año 1982 predominaba la categoría social de *trabajadores agrícolas*, siendo esta modificada en el año 1992 por la categoría de *trabajadores manuales no calificados*. Esta variación en 10 años de acuerdo al empleo ratifica la consolidación de las áreas rurales cercanas a la red vial de conexión de la capital regional a la capital comunal, por zonas de trabajo dedicadas a ya faenas forestales y teniendo un cambio en los modos de empleabilidad y de actividad económica, pasando de la actividad agrícola a la actividad forestal. Para el año 2002, se aprecia una transición respecto a las ocupaciones, con un aumento notorio de los "Trabajadores manuales no calificados", generando una reestructuración productiva en los distritos censales. Esto también se justifica con la disminución de las personas en la categoría "Clase de servicio", pasando de un 20% en 1992, a un 7% en 2002.
- La fuerza de trabajo, se observa que dependiendo de su ubicación geográfica esta se ha modificado. El distrito censal de Maguillín ha aumentado su fuerza de trabajo desde el año 1982 con 4.893 a 14.022 habitantes, en donde se establece hoy la ciudad de Constitución. En el ámbito rural, se ve un pequeño descenso en los distritos de El Mellico, características por su actividad forestal. De este análisis se destaca como ha ido en disminución la población en edades inactivas en los distritos rurales de El Mellico y Los Pellines en el transcurso de los años.
- En lo que refiere a las empresas, el mayor número de empresas se refieren a las de prestación de servicios y luego a las relacionadas con la agricultura, ganadería, caza y silvicultura. Un elemento que se destaca es que de esas empresas las que proveen la mayor cantidad de empleos son las relacionadas a la agricultura, ganadería, caza y silvicultura.
- Desplazamientos, se observa la tendencia que los distritos en donde ocurren las mayores variaciones están en concordancia con los distritos de las zonas urbanas de la comuna como son Maguillín, Plaza de armas y Estación. En el año 2002 el distrito del Mellico que presenta un aumento en la cantidad de habitantes que llegó a la comuna con 1.651 personas, se infiere que esto se puede deber a la cantidad de personas que llegaron relacionadas con la actividad forestal y al crecimiento de la localidad de Santa Olga.

También en el año 2017 se visualiza otra dinámica que el distrito de Putu que presente un alza en los llegados a la comuna con 1.1.80 habitantes.

AMBITO BIO-FISICO-AMBIENTAL

Como otro ámbito externo que influye en el sistema socioecológico es el ámbito bio-físico-ambiental. Este se define como los elementos propios del medio físico en donde se encuentra inserta comuna de Constitución. Encontramos los elementos del tipo de clima, tipologías de suelos, su flora y fauna presente entre otros.

Clima

Clima mediterráneo, dado la existencia de periodos fríos y húmedos en invierno y de períodos calurosos y secos en verano. La temperatura media anual es de 14°C, la mínima de julio es de 6,0°C y la máxima de enero es de 24,4°C. La precipitación promedio anual es inferior a 900 mm, con muy baja precipitación (32 mm) entre diciembre y febrero (Del Pozo, et al., 1999).

Geología y Geomorfología

Según R. Börgel, 1983, la comuna de Constitución participa de tres geoformas. El extremo oriental corresponde a la Cordillera de la Costa, en dos secciones (norte y sur), Cortadas por los Llanos de sedimentación fluvial y/o aluvional. El sector occidental de la comuna, participa de la mayoritaria Planicie marina y/o fluviomarina. La intrusión de la cordillera de la costa hasta el litoral mismo en el área de Constitución conforma serranías con alturas medias en cuyas laderas han tendido a asentarse los centros poblados. A excepción de Putú – que ocupa la planicie litoral formada por dunas – los otros tres centros poblados en estudio ocupan las laderas con menores pendientes. En el caso de la ciudad de Constitución ya se encuentra prácticamente ocupado la totalidad del suelo de pendientes suaves cercano a su centro, obligando a los nuevos proyectos inmobiliarios a pensar en ocupar – a mayor costo - zonas de mayores pendientes hacia la periferia (CIREN 2015).

Hidrografía

La comuna de Constitución presenta su superficie recorrida y disectada por cinco sistemas hidrológicos, los cuales se pueden dividir en 3 zonas principales: andino, costero y litoral. El sistema andino, corresponde a la sección inferior del Río Maule; sin embargo, en su tránsito por la comuna, este río recibe algunos afluentes menores de origen costero. Los sistemas costeros corresponden a aquellas redes de drenaje que nacen en la Cordillera de la Costa y que en forma parcial forman parte de la comuna. Estos sistemas costeros corresponden a los siguiente:

- Río Huenchullami: tanto en su eje, ya que constituye el límite Norte de esta unidad administrativa, como por los afluentes que recibe desde la vertiente Sur Oeste de su hoya.
- Río Purapel: en su sección superior, organismo hidrológico que a diferencia del resto de los sistemas drena en dirección oriental.
- Río Loanco: constituye el límite Sur de la comuna, primero por su eje en la mitad inferior de su trazado, y luego por la divisoria topográfica septentrional de su cuenca en la mitad superior, línea dipluvial que es compartida con el límite sur de la sección superior de la cuenca del Río Purapel.

Por último, se encuentran los sistemas litorales, los cuales, corresponden a áreas drenadas por conjuntos de esteros menores y de diversas dimensiones que nacen al pie occidental de la Cordillera de la Costa o directamente en las planicies litorales. (CIREN 2015).

Fauna

La fauna silvestre regional se encuentra representada por especies típicas de la zona centro-sur del país, las cuales ocupan ambientes tan variados como costa y cordillera, y ambientes naturales ó fuertemente intervenidos.

Tipos de suelo

Los suelos de la Región del Maule están conformados principalmente por alfisoles, molisoles, vertisoles, inceptisoles y andisoles. Según el informe elaborado por CIREN en 2010, la comuna de Constitución, presenta extensas superficies con algún nivel de erosión.

Los suelos presentan escasa aptitud agrícola y frutícola, más bien dominan aquellos de aptitud forestal (Clases de capacidad de Uso VII, preferentemente, los suelos de clase VII de Constitución 64,8% de la superficie total comunal. Según CIREN (1996), corresponden a suelos con limitaciones muy severas que los hacen inadecuados para los cultivos, por lo que su uso fundamental es pastoreo y forestal. Las restricciones de suelos son más severas debido a que presentan las siguientes limitaciones: pendientes muy pronunciadas, erosión, suelo delgado, piedras, humedad, sales o sodio, clima no favorable, etc.

Síntesis Ámbito bio-físico-ambiental

Los elementos que se destacan de los resultados obtenidos en el ámbito socioeconómico son:

- La comuna presenta un tipo de relieve que se caracteriza por cordones montañosos y ríos los cuales forman valles en donde es propicio las distintas actividades económicas.
- Las condiciones físicas del territorio permitieron las características propias de un territorio singular en flora y fauna, esto propiciado por su tipo de clima.

SISTEMA SOCIAL

Para entender el contexto en el cual el medio social influye en la generación de cambios en el uso de suelo es importante conocer la dinámica social del territorio en el transcurso de los años en estudio. Se analiza la dinámica social generada por la dinámica poblacional de la comuna y además como producto de ellos la generación de asentamientos urbanos y la expansión de estos (figura 28).



Figura 28: Sistema Socioecológico de la Comuna de Constitución. Adaptado en base al modelo de (Díaz et al., 2011)

Dinámica poblacional.

Los resultados relacionados con la dinámica poblacional, nos indican que durante los años 1952 al 2017 ha existido un aumento en la población a nivel comunal desde 18.834 a 46.068 habitantes. En relación a lo urbano se observa un aumento siendo el año 1952 de 8.770 y en el 2017 37.273 habitante (Figura 29) (tabla 35).

Tabla 35: Dinámica poblacional comuna de Constitución, censos 1952, 1970, 1982, 1992, 2002 y 2017.

	Años Censos					
	1952	1970	1982	1992	2002	2017
Población total	18.834	23.855	31.597	40.340	46.081	46.068
Hombres	9.079	12.008	15.811	20.568	23.389	23.005
Mujeres	9.755	11.804	15.786	19.772	22.692	23.063
Población urbana	8.770	12.207	21.436	31.055	37.202	37.273
Población rural	10.064	10.892	10.161	9.285	8.878	8.795
Densidad de población	12,13	17,76	23,52	32,05	34,31	34,3

Fuente: INE 2017

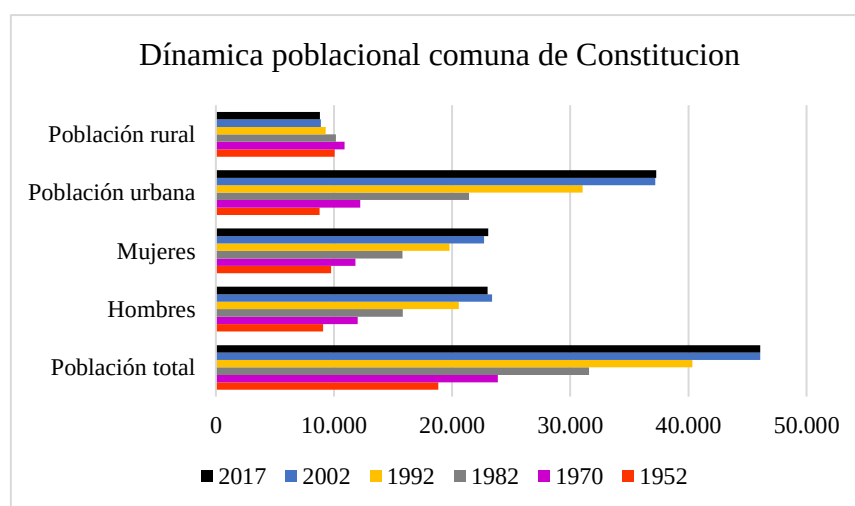


Figura 29: Gráfico dinámica poblacional comuna de Constitución

Fuente: INE 2017

El sistema urbano comunal se define espacialmente por la trama vial y comprende la ciudad de Constitución y las localidades de Putú, Los Pellines, Las Cañas, Costa Blanca en el eje de la costa; el sector de Viñales, San Ramón y Santa Olga principalmente en el eje transversal interior y al menos otras 8 localidades menores distribuidas en los ejes secundarios ya mencionados (PRC 2012).

Durante los años 1952 y 1970 existen 27 distritos censales, luego estos distritos se unieron y forman 7 distritos desde el año 1982 en adelante. (Figura. 30).

Tabla 36: Población total por distrito censal, comuna de Constitución año 1982, 1992, 2002 y 2017.

Distritos Censales	Censos					
	1952	1970	1982	1992	2002	2017
Plaza de Armas	3.971	4.800	7.080	8.025	6.114	3.813
Maguillin	2.794	4.837	9.716	14.107	18.099	22.024
Estación	-	2.855	5.111	8.589	11.683	11.746
Putú	3.031	2.950	2.939	3.029	3.297	3.994
Pichaman	2.584	2.858	1.859	1.411	971	457
El Mellico	1.254	2.418	3.563	3.608	3.944	2.105
Los Pellines	-	1.844	1.330	1.571	1.582	1.854
Rezagados	-	-	-	-	391	75
TOTAL	18.834	23.855	31.597	40.340	46.081	46.068

Fuente: INE 2017

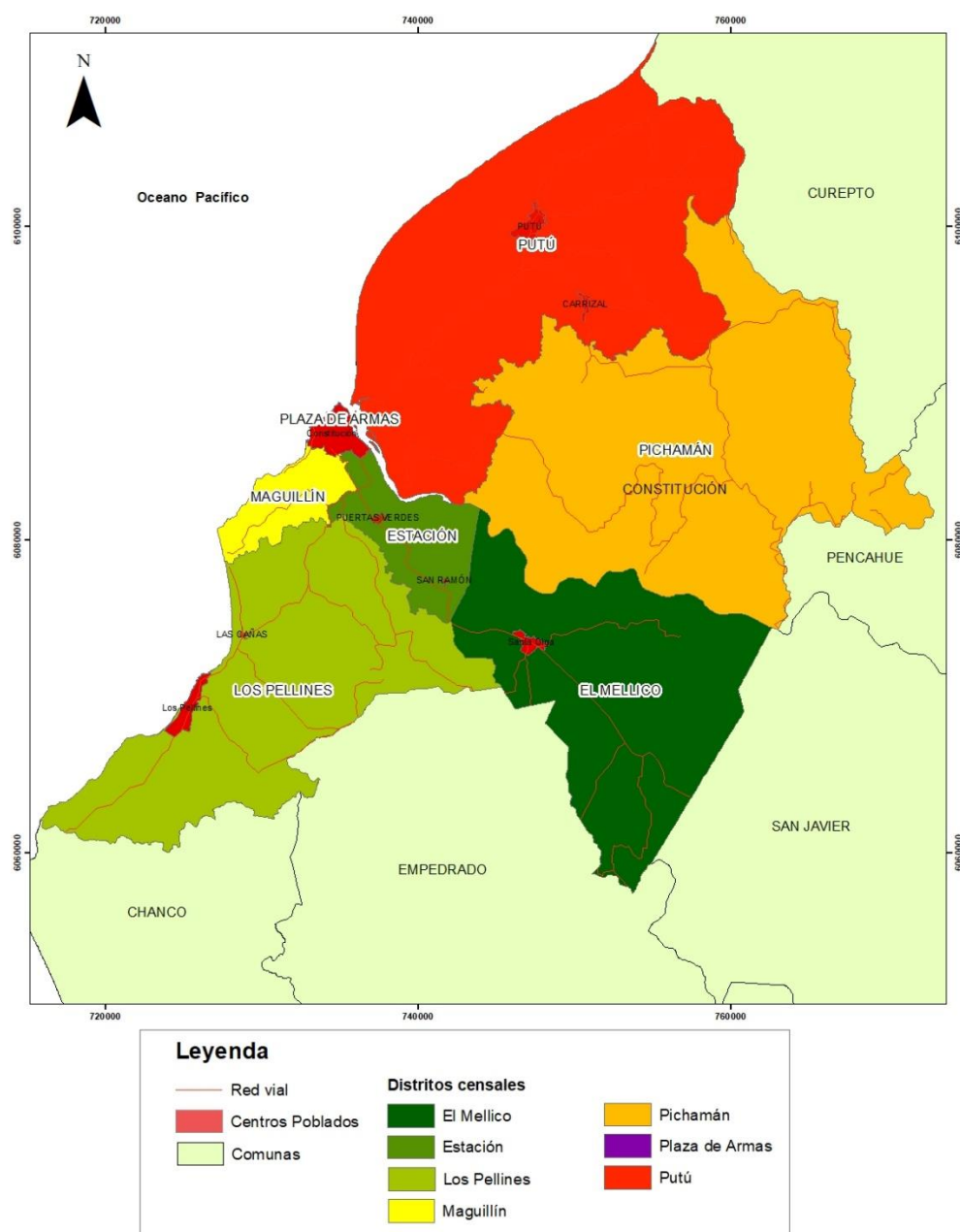


Figura 30: Mapa censal comuna Constitución año 2017.

Fuente: INE 2017

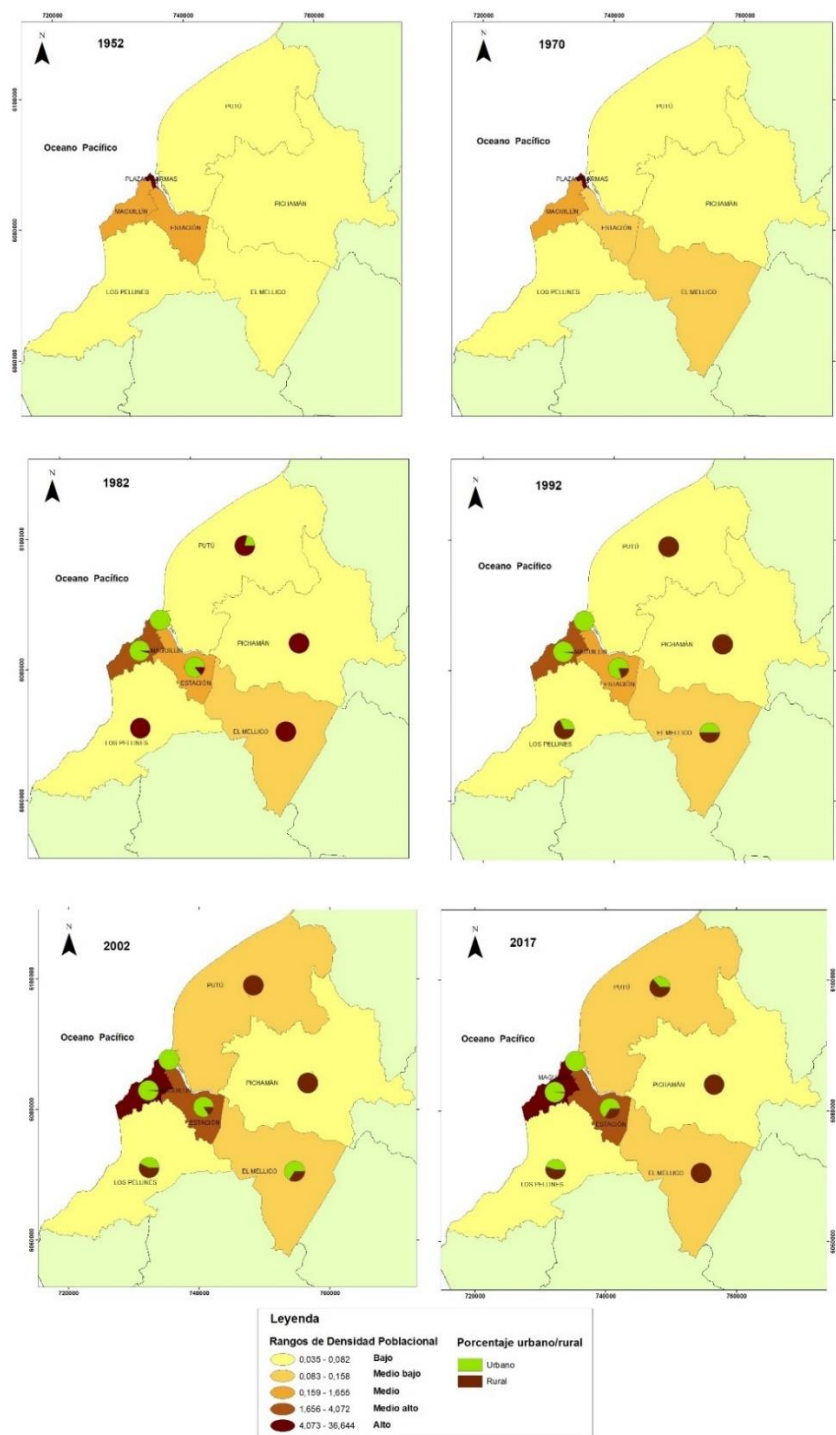


Figura 31: Rangos de densidad poblacional por distrito censal y urbano – rural; años 1952,1970, 1982, 1992, 2002 y 2017.

Al referirnos a la dinámica de la población en detalle, la ubicación por distritos censales esta es variada (figura 31).

Censo 1982

Para el censo de 1982, la comuna se dividió en 7 distritos censales. Plaza de armas, Maguillin, Estación, Putú, Pichaman, El Mellico, Los Pellines. El distrito que presentaba mayor cantidad de hombres era Maguillin, de mujeres Maguillin. En relación al área urbana y rural, la que presentaba mayor área urbana era Maguillin, y El Mellico la de mayor área rural. En relación a los rangos de edad, la población activa y joven se encontraba en mayor cantidad en Maguillin y los adultos mayores en Plaza de armas (tabla 37).

Tabla 37: Población por distrito censal, comuna de Constitución año 1982

Distritos	Población total					Población por rango de edad			
	Hombre	Mujer	Población Total	Población Urbano	Población Rural	0 - 14	15 - 44	45 - 64	65 +
Plaza de Armas	3.252	3.827	7.080	7.080	-	2.213	3.351	959	557
Maguillin	4.773	4.943	9.716	9.366	350	3.776	4.550	1.018	372
Estación	2.503	2.608	5.111	4.378	733	1.901	2.359	596	255
Putú	1.591	1.347	2.939	612	2.326	1.102	1.080	484	272
Pichaman	1.018	841	1.859	-	1.859	721	780	230	128
El Mellico	1.928	1.635	3.563	-	3.563	1.465	1.500	426	172
Los Pellines	745	585	1.330	-	1.330	536	585	170	39
TOTAL	15.811	15.786	31.597	21.436	10.161	11.714	14.205	3.883	1.795

Fuente: INE 1982

Censo 1992

La comuna de constitución se dividía en 7 distritos censales, Plaza de armas, Maguillin, Estación, Putú, Pichaman, El Mellico, Los Pellines. El distrito que presentaba mayor cantidad de hombres era Maguillun, mujeres Maguillun. En relación al área urbana y rural, la mayor cantidad de población en área urbana era Maguillin y la rural Putu. La población joven mayoritariamente en Maguillin y los adultos mayores igualmente en Maguillin (tabla 38).

Tabla 38: Población por distrito censal y fuerza de trabajo, comuna de Constitución año 1992

Distritos	Población Total					Población por rango de edad				
	Hombres	Mujeres	Población Total	Población Urbana	Población Rural	0 - 14	15 - 29	30 - 44	45 - 64	65 +
Plaza de armas	3.936	4.089	8.025	8.025	-	2.355	2.145	1.870	1.098	557
Maguillin	7.128	6.979	14.107	13.642	465	4.789	4.136	2.970	1.593	611
Estación	4.314	4.275	8.589	7.081	1.508	2.965	2.492	1.787	992	353
Putú	1.609	1.420	3.029	-	3.029	1.009	749	544	468	259
Pichaman	807	604	1.411	-	1.411	441	331	269	244	134
El Mollico	1.930	1.678	3.608	1.800	1.808	1.314	954	695	439	206
Los Pellines	844	727	1.571	507	1.064	545	467	265	220	74
TOTAL	20.568	19.772	40.340	31.055	9.285	13.418	11.274	8.400	5.054	2.194

Fuente: INE 1992

Censo 2002

La comuna de constitución se dividía en 7 distritos censales, Plaza de armas, Maguillin, Estación, Putú, Pichaman, El Mellico, Los Pellines. En relación a la cantidad de hombres y mujeres esta es mayor en el distrito de Maguillin. En relación al área urbana y rural, la urbana es mayor en Maguillin y la rural en Putu. Y mayoritariamente la población activa se encuentra en el distrito de Maguillin y Estación (tabla 39).

Tabla 39: Población por distrito censal y fuerza de trabajo, comuna de Constitución año 2002

Distritos	Población Total					Población por rango de edad			
	Hombres	Mujeres	Población total	Población Urbana	Población Rural	0 - 14	15 - 44	45 - 64	65 O +
Plaza de armas	2.975	3.139	6.114	6.114	-	1.444	2.807	1.267	596
Maguillin	9.083	9.016	18.099	17.653	446	5.686	8.290	2.580	913
Estación	5.937	5.746	11.683	9.759	1.924	3.752	5.600	1.784	547
Putú	1.714	1.583	3.297	-	3.297	937	1.483	545	332
Pichaman	588	383	971	-	971	201	414	240	116
El Mollico	2.506	1.888	3.944	2.612	1.332	1.238	1.890	588	228
Los Pellines	830	752	1.582	676	906	482	739	255	106
Rezagados	206	185	391	388	3	100	194	84	13
TOTAL	23.389	22.692	46.081	37.202	8.878	13.840	22.047	7.343	2.851

Fuente: INE 2002

Censo 2017

La comuna de constitución se dividía en 7 distritos censales, Plaza de armas, Maguillin, Estación, Putú, Pichaman, El Mellico, Los Pellines. En relación a la cantidad de hombres y mujeres es mayor en el distrito de Maguillin y luego Estación. La cantidad de personas en el área urbana es mayor en Maguillin y la rural en Estación. Y a población joven y activa y adultos mayores es en primer lugar en Maguillin y luego en Estación (tabla 40).

Tabla 40: Población por distrito censal y fuerza de trabajo, comuna de Constitución año 2017

Distritos	Población Total					Población por rango de edad			
	Hombres	Mujeres	Población Total	Población Urbana	Población Rural	0 - 14	15 - 44	45 - 64	65 O +
Plaza de armas	1.921	1.892	3.813	3.813	-	592	1.552	1.065	604
Maguillin	10.756	11.268	22.024	21.646	378	5.178	9.792	5.198	1.856
Estación	5.953	5.793	11.746	8.563	3.183	2.692	4.966	3.010	1.078
Putú	2.003	1.991	3.994	2.083	1.911	824	1.583	1.065	522
Pichaman	256	201	457	-	457	54	127	158	118
El Mollico	1.144	961	2.105	-	2.105	440	895	553	217
Los Pellines	929	925	1.854	1.093	761	377	733	485	259
Rezagados	43	32	75	75	-	9	25	31	10
TOTAL	23.005	23.063	46.068	37.273	8.795	10.166	19.673	11.565	4.664

Fuente: INE 2017

Se observa la que desde el año 1952 y 1970 los distritos que presentan mayor población son los urbanos, en donde se encuentra localizada la ciudad de Constitución. Luego desde el año 1982 al 2017 se ve aumentada la población. En relación a la población rural y urbana se producen dinámicas interesantes de analizar. Cabe mencionar que actualmente en la comuna se encuentra el PRC vigente de 1987 en el contempla solo la ciudad de Constitución con una ordenanza vigente, para el próximo PRC se asocian los demás centros poblados de mayor densidad poblacional, como lo son Putu, Los Pellines y Santa Olga.

El distrito de Plaza de armas en el año 1982 al 1992 aumento en población (945 habitantes), pero posteriormente el año 2002 y 2017 se produce una drástica disminución de habitantes (50%), la fuerte disminución desde el año 2002 al año 2017 se infiere que es debido al terremoto y posterior tsunami de 2010, dado que es en este distrito en donde se producen los mayores efectos del evento.

El distrito de Maguillin es en donde se ubica la mayor parte de la ciudad de Constitución, aumentando su población total y por sobre todo la población urbana y manteniéndose con muy poca variabilidad la población rural.

El distrito de Estación encontramos a los centros urbanos de San Ramon y Puertas Verdes, además las localidades de Los Viñales, Los Castaños entre otros. La población urbana y rural durante 1982 y 1992 aumento, desde 1992 a 2002 aumento considerablemente en ambas áreas, y desde 2002 al 2017 aumento en el área rural y disminuyo en el área urbana. Se destaca que es por este distrito en donde se encuentra la trama vial desde la capital regional a la ciudad de Constitución. Además los años 1992 y 2002 la localidad de San Ramon presento un crecimiento intercensal de hasta un 67,3% (PRC 2012).

En el distrito de Putu se encuentran los centros poblados de Carrizal y Putu. En este distrito se observa el aumento de la población total.

En el distrito de Pichaman se encuentra solamente localidades rurales, como Corrales y Coipue. Es en este distrito donde se visualiza la drástica disminución de la población, desde 1859 en 1982 a 457 personas en el 2017. Es en este sector de predominancia de pendientes, de acuerdo a nuestro análisis, en donde se encuentra la mayor cantidad de plantaciones forestales. Se infiere que uno de los motivos de esta migración de la población se debería a esta causa.

El distrito de Los Pellines se ve el aumento de la población. En este distrito encontramos el centro poblado de Los Pellines y las localidades de Carranza, Las Cañas, y San Pedro entre otras. Durante la variación de la población en las áreas rurales y urbanas, se visualiza el fenómeno de cómo durante los años fue disminuyendo su población rural y aumentando la urbana.

El Mollico presenta un aumento de la población desde 1982 al 2002 y posteriormente una disminución de su población para el año 2017. Es en este distrito donde se encuentra el centro poblado de Santa Olga y las localidades rurales de Santa Estela, Pantanillo entre otros. La variación de la población se infiere que puede ser debido a lo sucedido en el verano del 2017 en

donde la Santa Olga se ve afectada por el incendio y toda su población migra a distintos lugares de la comuna o fuera de ella.

Dinámica de asentamientos

De acuerdo a lo descrito anteriormente, como una de las consecuencias de las dinámicas poblacionales es la generación de nuevos asentamientos en la comuna a lo largo de los años en estudio. Si se observa al detalle la dinámica de ocupación del territorio, se visualiza la generación de centros poblados en los principales ejes viales a la ciudad de Constitución (figura 32).

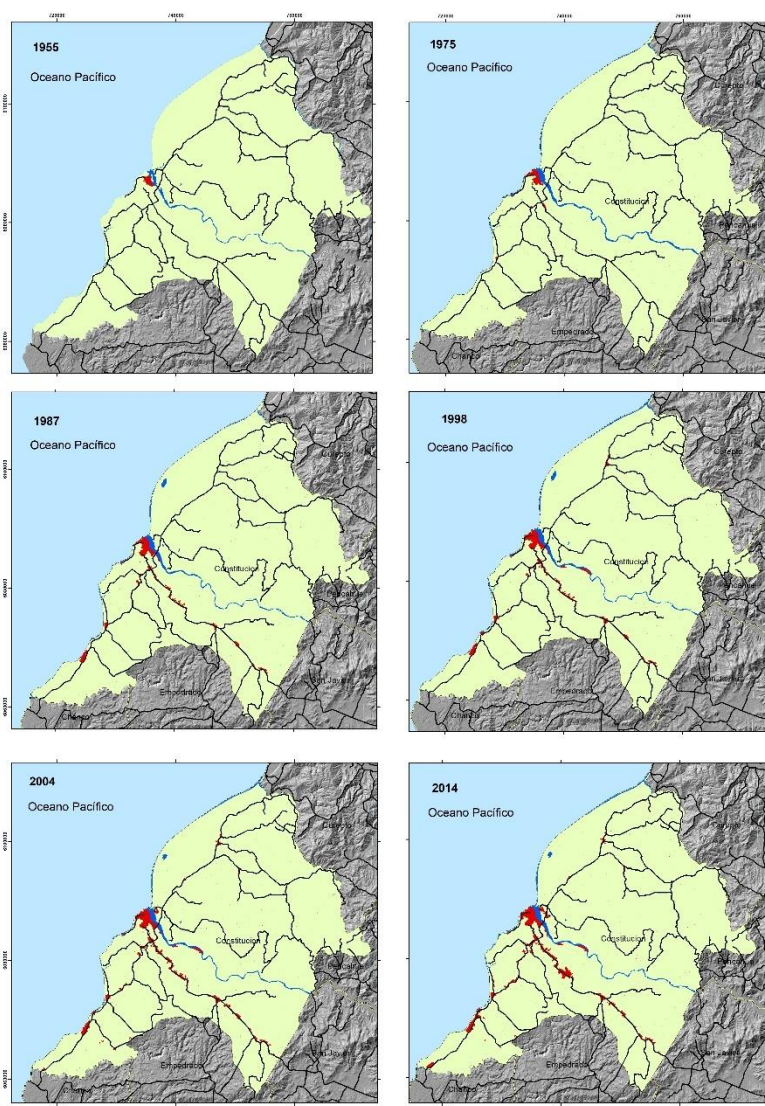


Figura 32: Dinámica de asentamientos; años 1955, 1975, 1987,1998,2004 y 2014.

Síntesis sistema social

Los elementos que destacan de los resultados obtenidos son:

- El sistema urbano comunal se define espacialmente por la trama vial y comprende la ciudad de Constitución y las localidades de Putú, Los Pellines, Las Cañas, Costa Blanca en el eje de la costa; el sector de Viñales, San Ramón y Santa Olga principalmente en el eje transversal interior y al menos otras 8 localidades menores distribuidas en los ejes secundarios ya mencionados (PRC 2012).
- La población urbana ha ido aumentando y la población rural disminuyendo.
- En el ámbito rural, destaca el distrito censal de El Mollico, el cual presenta un aumento de la población desde 1982 al 2002 y posteriormente una disminución de su población para el año 2017. Es en este distrito donde se encuentra el centro poblado de Santa Olga y las localidades rurales de Santa Estela, Pantanillo entre otros. La variación de la población se infiere que puede ser debido a lo sucedido en el verano del 2017 en donde la Santa Olga se ve afectada por el incendio y toda su población migra a distintos lugares de la comuna o fuera de ella.
- En el distrito de Pichaman se encuentra solamente localidades rurales, como Corrales y Coipue. Es en este distrito donde se visualiza la drástica disminución de la población, desde 1.859 en el año 1982 a 457 personas en el año 2017. Es en este sector de predominancia de pendientes, de acuerdo a nuestro análisis, en donde se encuentra la mayor cantidad de plantaciones forestales. Se infiere que uno de los motivos de esta migración de la población se debería a esta causa.
- El distrito de Maguillin es en donde se ubica la mayor parte de la ciudad de Constitución, aumentando su población total y por sobre todo la población urbana y manteniéndose con muy poca variabilidad la población rural.
- Generación de nuevos asentamientos en la comuna a lo largo de los años en estudio. Si se observa al detalle la dinámica de ocupación del territorio, se visualiza la generación de centros poblados en los principales ejes viales a la ciudad de Constitución.

USO DE SUELO

Teniendo en consideración el análisis presentado en el capítulo anterior que da cuenta de la dinámica de uso de suelo de la comuna durante los años 1955 al 2014, se relaciona que la dinámica del sistema social influyó en la generación de distintos usos de suelo que influyen posteriormente al sistema ecológico.

Considerando las principales conclusiones del capítulo anterior, la dinámica de uso de suelo, desde el año 1955 al 2014 se ve incrementado la superficie en plantaciones forestales y la disminución de bosque nativo. Otro elemento que se destaca son las contribuciones hacia las plantaciones forestales, las cuales se realizaron desde el tipo de uso de matorrales, bosque nativo y en tercer lugar las praderas.

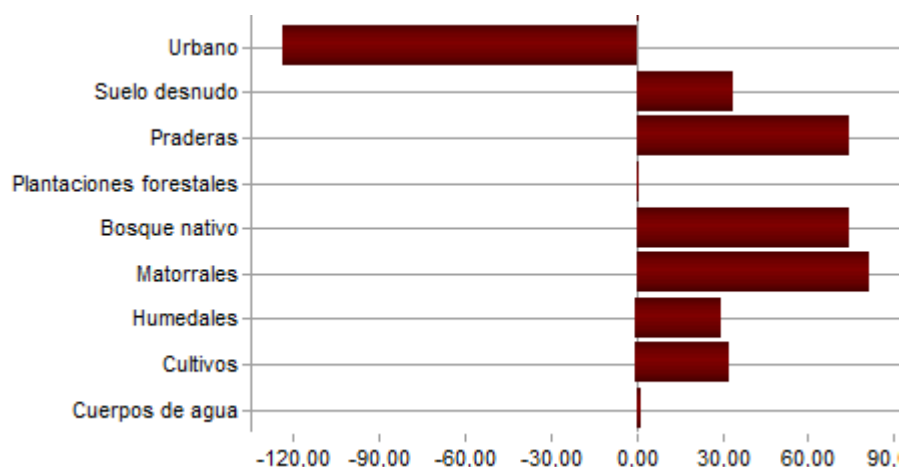


Figura 33: Contribución de cambio a plantaciones forestales (%).

Hoy en día, los principales usos del suelo son en el área forestal, los sistemas urbanos y en menor extensión están la agricultura y los frutales que debido a los cambios del clima en los últimos 10 años, se están innovando con nuevos tipos de plantaciones como de paltos, viñas, entre otros (figura 33).

SISTEMA ECOLOGICO

En el sistema ecológico se encuentran componentes esenciales como son la diversidad de ecosistemas, que dan cabida a la biodiversidad.

En este estudio el sistema ecológico se evidencia su evolución en el tiempo de acuerdo al tipo de cobertura natural existente en el territorio.

De acuerdo a lo descrito con anterioridad, encontramos ecosistemas naturales en la comuna de Constitución. En estos ecosistemas naturales se encuentran las superficies de bosque nativo, los cuales están representados por especies como Bosque caducifolio mediterráneo costero de *Nothofagus glauca* y *Azara petiolaris*, Bosque caducifolio mediterráneo costero de *Nothofagus glauca* y *Persea lingue*, *Nothofagus obliqua*, *Gevuina avellana* y con *Pernettya insana*, *Ugni molinae* y *Escallonia pulverulenta*. *Nothofagus alessandrii*. *Cryptocarya alba*, *Aristotelia chilensis*, *Peumus boldus* y *Kageneckia oblonga*.

A continuación, se da a conocer el cambio en la superficie de bosque nativo desde el año 1955 al 2014.

Tabla 41: Dinámica de superficie de bosque nativo desde 1955 – 2014.

Superficie de bosque nativo		Superficie de BN perdida durante el período	Superficie de BN sustituida por plantación
a inicios del período	al final del período		
57.551 (ha)	12.652 (ha)	44.977 ha	34.000 ha

Fuente: Elaborado por la autora

Otro elemento singular en relaciona al sistema ecológico son los sistemas de Humedales. El humedal costero de Putú tiene una superficie de 613 hectáreas, de las cuales el espejo de agua ocupa 240 hectáreas. El espejo de agua que posee vegetación sumergida, está rodeado por vegetación acuática natante y por grandes extensiones de totorales, pantanos donde domina *Schoenoplectus californicus*. Por detrás de los totorales se presentan comunidades de malezas ruderales dominadas por *Galega officinalis*, praderas pastoreadas y rodales de matorrales de *Lupinus arbóreo*s y pequeños bosquetes de *Acacia dealbata*, principalmente. La propiedad de las riberas es privada y sólo el espejo de agua puede considerarse público. La vegetación original del lugar correspondía a los bosques esclerófilos, del cual sólo quedan restos, en forma de matorrales costeros (Urrutia, 2016). Todo este tipo de vegetación y elementos del medio, generan hábitat para distintos tipos de fauna como anfibios, aves, mamíferos, peces, entre otros.

SERVICIO ECOSISTEMICO – CALIDAD DE HABITAT

Uno de los elementos principales para analizar en los sistemas socioecológicos son los servicios ecosistémicos, ya que permiten establecer un vínculo entre el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar de los sistemas sociales, y de este modo, poner en valor los procesos que deben ser resguardados y planificar una relación más orgánica entre ambos sistemas (Woodruff & BenDor, 2016). Desde otra perspectiva, los servicios ecosistémicos sirven para establecer los cruces entre el capital natural y el capital social, principalmente en los modelos socioecológicos que plantean diferencias entre los estresores externos e internos de los modelos (Collins et al., 2011)

Teniendo en consideración los resultados obtenidos del análisis de la dinámica de cambio de uso de suelo, se genera el modelo de provisión de servicios ecosistémicos relacionado con la calidad de hábitat.

En relación con el análisis de la calidad del hábitat, se establece la disminución de 61,406 (ha) durante el año 1955 a 2,538 (ha) en 2014. Como se puede ver en el mapa, los lugares con mayor impacto en la reducción de la calidad del hábitat son el área noreste (figura 34 y tabla 41)

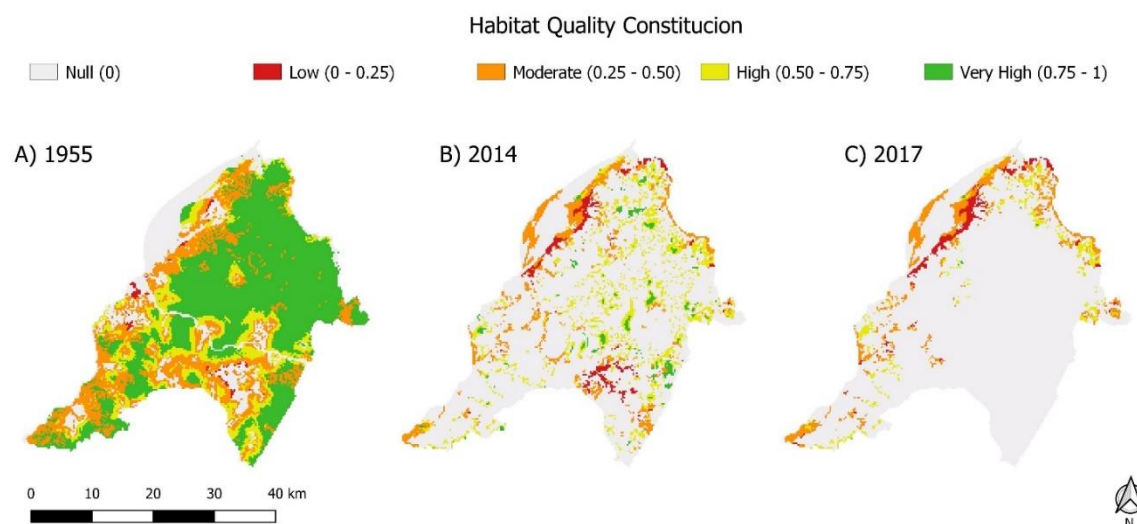


Figura 34. Calidad del hábitat Constitución, se observa una muy alta provisión de servicios ecosistémicos en 1955, una disminución en 2014.

Table 42. Calidad del hábitat comuna de Constitución

		1955	2014	1955		2014	
Categoría	Clase	Frecuencia		SUP (Ha)	%	SUP (Ha)	%
CALIDAD 0	0	3.567	16.485	22.294	16,64	103.031	76,92
CALIDAD 0-0.25	1	134	515	838	0,63	3.219	2,40
CALIDAD 0.25-0.50	2	4.724	1.747	29.525	22,04	10.919	8,15
CALIDAD 0.50-0.75	3	3.182	2.279	19.888	14,85	14.244	10,63
CALIDAD 0.75-100	4	9.825	406	61.406	45,84	2.538	1,89

Fuente: Elaborado por la autora

Síntesis Servicios ecosistémicos

De acuerdo al análisis la calidad del hábitat se ve drásticamente disminuida con los cambios de uso de suelo presentes en la comuna. La calidad de hábitat está condicionada por los elementos naturales del territorio, en este caso la presencia del bosque nativo. La presencia del bosque nativo genera concisiones de hábitat natural tanto para la flora como la fauna, y cuando este bosque nativo es intervenido y reemplazado por especies exóticas, estos hábitats se pierden.

CONSIDERACIONES FINALES

El sistema socioecológico de la comuna de Constitución durante 60 años sufrió cambios que marcan su historia y su geografía.

Elementos externos socioeconómicos incluyen en su historia. Un análisis de estas distintas instancias de creación de políticas y programas relacionadas con la actividad forestal en Chile, incentivaron a la modificación del sistema socioecológico. Desde 1975, el nuevo modelo neoliberal, la iniciativa privada y la austeridad fiscal se transforman en los grandes pilares del nuevo modelo de desarrollo. Manushevich (2018), destaca que el "éxito" de la política de forestación fue principalmente el resultado de los mayores cambios arraigados en eventos específicos de la historia política y social de Chile. La comuna de Constitución, el crecimiento del sector forestal se visualiza desde los años 1940 en adelante, y desde los años 1975, sus expresiones se ven desde el aumento de las plantaciones, el establecimiento de las industrias madereras en la zona y las implicancias socioeconómicas que genera la actividad forestal en el desarrollo económico de la localidad.

En lo referente a la actividad económica, desde los años 1982 al 1992 la clase que predominaba era la de *Rutina No Manual*, en donde se concentran los empleos predominantes en las áreas urbanas y concentrándose en la zona urbana de la ciudad de Constitución. En relación al ámbito rural, durante esos dos años predomina la misma categoría social, pero se destaca que en el año 1982 predominaba la categoría social de *trabajadores agrícolas*, siendo esta modificada en el año 1992 por la categoría de *trabajadores manuales no calificados*. Esta variación en 10 años de acuerdo al empleo ratifica la consolidación de las áreas rurales cercanas a la red vial de conexión de la capital regional a la capital comunal, por zonas de trabajo dedicadas a ya faenas forestales y teniendo un cambio en los modos de empleabilidad y de actividad económica, pasando de la actividad agrícola a la actividad forestal. De acuerdo a Cruz & Rivera (1983) la expansión de la actividad forestal en la localidad de Constitución, se vuelve un polo de atracción productivo relacionado directamente o indirectamente a lo forestal. Bajo la consolidación de sector forestal en la Comuna, se produce la migración de mano de obra hacia las actividades madereras. Ya para el año 2002, se aprecia una transición respecto a las ocupaciones, con un aumento notorio de los "*Trabajadores manuales no calificados*", generando una reestructuración productiva en los distritos censales. Esto también se justifica con la disminución de las personas en la categoría "Clase de servicio", pasando de un 20% en 1992, a un 7% en 2002. Esto va ligado con la evidencia de las empresas en ese periodo, el mayor número de empresas se refieren a las de prestación de servicios y luego a las relacionadas con la agricultura, ganadería, caza y silvicultura. Un elemento que se destaca es que de esas empresas las que proveen la mayor cantidad de empleos son las relacionadas a la agricultura, ganadería, caza y silvicultura. De acuerdo a IGM (1986) las actividades forestales con mayor ocupación están relacionadas con la recolección y el procesamiento del pino en viveros, además de la plantación, mantención y extracción pinera. Junto a esto, la industria forestal también se destaca en la propagación de empleo, sobre todo a empresas relacionadas con aserrío, en un grado más bajo, debido a su tecnificación como la elaboración de pulpa y papel, tableros, chapas y derivados. Y para terminar los servicios entregados para el transporte del recurso son los que ocupan una menor cantidad de mano de obra.

Esta actividad económica generó la consolidación de la ciudad de Constitución como un centro de procesamiento de celulosa, para luego generar a los alrededores de la ciudad pequeños villorrios y luego pueblos en donde existían aserraderos que proporcionaban trabajo a las personas. Es por medio de esta dinámica que se comenzó a generar desplazamientos al interior de la comuna, en donde la población se desplaza hacia los centros poblados, dejando las áreas rurales. De acuerdo a CEPAL (1986), las comunas que tienen una muy alta proporción de superficie dedicada a plantaciones forestales han experimentado también una expulsión muy alta de población rural, habiendo ocurrido ésta fundamentalmente en el periodo censal de 1970-1982. Pero, además, se generan asentamientos espontáneos, a causa de esta actividad económica, principalmente en el eje principal de la ruta Talca – Constitución. Bajo este análisis se visualiza los desplazamientos hacia la ciudad de Constitución, estos atraídos y condicionados por nuevas fuentes laborales comprometiendo a una gran capa de su población originaria que se desempeñaba en otras ramas productivas del campo y la ciudad: campesinos y asalariados urbanos buscan asentarse en la localidad costera, construyendo poblados aledaños a las redes de conexión propios de la ciudad. En primera instancia los campesinos emigran hacia zonas rurales aledañas, para trasladarse a zonas urbanas. También surgen en forma espontánea poblados ubicados en terrenos públicos a orillas de caminos, de ríos y antiguas líneas férreas. Por las condiciones de vida se los ha calificado como “poblaciones callampas forestales” (Carrere, 1998).

Ya en el análisis propio del sistema socioecológico del territorio, el sistema social está marcado por 2 elementos, su dinámica poblacional y la dinámica de asentamientos. Ambos elementos ligados a lo descrito con anterioridad, como lo son las migraciones y las distintas acciones que hicieron posible las transformaciones en las actividades económicas de la comuna. De esto, se asume como respuesta al sistema las dinámicas de uso de suelo presentes en la comuna. La dinámica de cambio de uso de suelo es notoria. Desde el año 1955 con una superficie de bosque nativo del 42% esta disminuye al 2014 al 9,44%, las plantaciones forestales aumentan desde un 5% a un 72% de la superficie de la comuna. Por medio de los resultados obtenidos se observa una dinámica de cambio marcada por la sustitución del paisaje natural a un paisaje antropizado. Estos resultados nos reafirman los últimos estudios realizados en Chile con las dinámicas de uso. De acuerdo a Heilmayr et al., (2016) que realiza un estudio desde el año 1986 al 2011 en relación a la modificación del paisaje en Chile, entre sus principales resultados destaca que ha existido un fuerte aumento de la superficie de plantaciones exóticas, ocasionando una fuerte pérdida de bosque nativo, generando cambios en el patrón, a su vez generando un aumento de la fragmentación del bosque nativo. En el transcurso de estos años, de acuerdo con los últimos estudios (Miranda et al., 2017), corroboran el aumento en las plantaciones exóticas lo cual ha llevado a la modificación de la matriz de uso en la zona centro sur de Chile, generando así una modificación del paisaje, provocando una disminución en especial de bosque nativo y en el matorral, además disminuyendo las superficies de terrenos agrícolas.

En lo que se refiere a otro ámbito que influye desde el exterior al sistema son las condiciones bio-físicas ambientales de la comuna. Las condiciones bio-físicas del territorio nos indican el clima mediterráneo, además de la localización de la cordillera de Costa. Tipos de suelos para la actividad agrícola limitada, pero gran cantidad de tipo de suelos para praderas y actividades forestales.

Ahora bien, debido a las interacciones ocurridas en el sistema social, y luego las respuestas de la dinámica de uso de suelo en el territorio, trajeron como consecuencias alteraciones al sistema ecológico existente, como eran los distintos tipos de ecosistemas, destacando elementos de flora y fauna. Esta dinámica del territorio trajo consigo un elemento a destacar que es el deterioro de la biodiversidad, por medio del cambio de uso de suelo, en donde se perdieron hábitat para la flora y con ello para la fauna endémica del territorio. Esto se demuestra con los resultados obtenidos de la provisión de servicios ecosistémico de la calidad de hábitat, viéndose disminuida en gran cantidad por la presencia de plantaciones forestales.

Durante el año 1955 la calidad de hábitat alto era de un 46% de la superficie de la comuna en contraste con un 2% para el año 2014, esta pérdida de la calidad de hábitat tiene como consecuencia la disminución de hábitat para la biodiversidad presente en el área de estudio.

El área del hábitat, como proxies para la biodiversidad, han demostrado ser cruciales para la entrega de servicios ecosistémicos como la pesca, polinización, depuración de aguas y la regulación de plagas (Harrison et al., 2014). La mitad de los hábitats restantes en el área de estudio mostraron una baja calidad de hábitat en 2014, aumentando al 73% después del incendio de 2017 (Braun et al., 2021). El efecto de las plantaciones, la agricultura, las carreteras y las zonas urbanas disminuyó la calidad del hábitat. La calidad del hábitat es un indicador de la biodiversidad, y la disponibilidad de hábitat ha demostrado ser crucial para brindar servicios ecosistémicos como la pesca, la polinización, la purificación del agua y la regulación de plagas (Harrison et al., 2014). La biodiversidad y el ecosistema están influenciados por las diferentes interacciones que ocurren, y estas dependen directamente de la disponibilidad de hábitat (Liquete et al., 2016). Este estudio mostró la importancia del área circundante para la calidad del hábitat (Baral et al., 2014), especialmente cuando solo quedan unos pocos hábitats pequeños para mantener la vida silvestre. En estas condiciones, la protección de pequeños fragmentos debe combinarse con la promoción de prácticas de manejo amigables con la vida silvestre dentro de las áreas de plantación (McFadden y Dirzo, 2018).

La comuna de Constitución se encuentra en la región de Chile con la mayor pérdida de vegetación natural y la mayor cantidad de ecosistemas amenazados (Pliscoff, 2015). Este estudio mostró cómo se inició este proceso en 1955 en esta comuna. Sin embargo, estos cambios locales pueden entenderse como parte de un importante proceso de cambio global que se ha producido en los últimos 50 años, donde el impulsor con mayor impacto global ha sido el cambio LULC (Plieninger et al., 2016). Como resultado, la abundancia promedio de especies autóctonas en la mayoría de los principales biomas terrestres se ha reducido al menos en un 20%, lo que afecta los procesos de los ecosistemas y, por lo tanto, las contribuciones de la naturaleza a las personas (IPBES, 2019). Según lo analizado, es claro que es imposible hacer políticas sin modificar el sistema económico. El modelo extractivista actual no es sostenible. Es relevante velar por la conservación de los ecosistemas naturales, considerando que la naturaleza es fundamental para la existencia humana y la buena calidad de vida. Es por eso que se deben tomar nuevas perspectivas de gestión y orden de los territorios, considerando no solo los beneficios económicos sino también dando importancia a la naturaleza y la sociedad, pensando en los sistemas socioecológicos (figura 35).

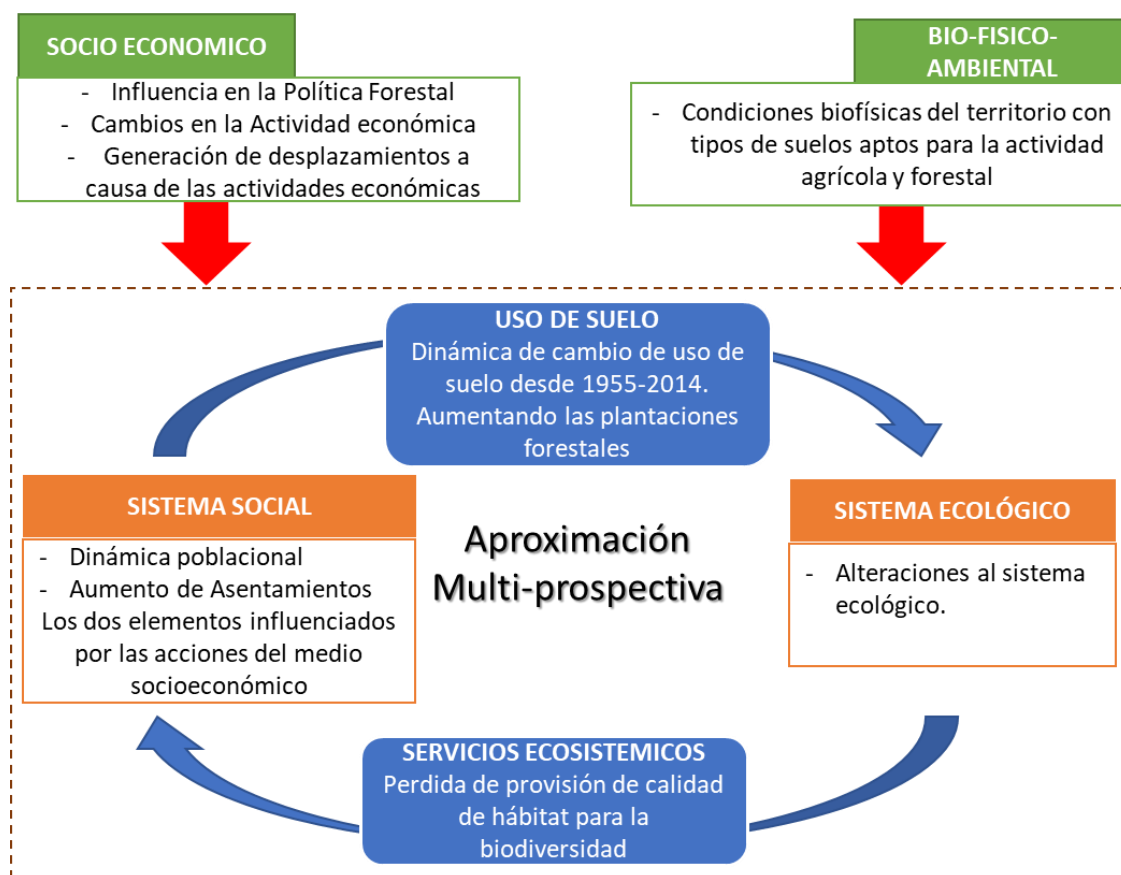


Figura 35: Diagrama/reflexión síntesis e integrado de las dinámicas ecológicas y sociales de la comuna de Constitución.

CAPITULO VI

MODELOS DE ESCENARIOS DEL SISTEMA SOCIOECOLOGICO

SIMULACIÓN DE CAMBIO DE USO DE SUELO CONSTITUCIÓN

Los modelos de cambio de uso del suelo son herramientas para apoyar el análisis de las causas y consecuencias de uso con el fin de comprender mejor el funcionamiento del sistema de uso de suelo y para apoyar la planificación y la política de uso. Los modelos son útiles para desentrañar el complejo conjunto de fuerzas socioeconómicas y biofísicas que influyen en la tasa y el patrón espacial del uso de la tierra y para la estimación de los impactos de los cambios en el uso del suelo. Además, los modelos pueden apoyar la exploración de futuros cambios de uso del suelo en diferentes condiciones de escenarios. En resumen, los modelos de uso del suelo son herramientas útiles y reproducibles, que complementan nuestras capacidades mentales existentes para analizar el uso del suelo y tomar decisiones más informadas (Costanza, 1989).

De acuerdo en los descrito en el método, se identifica como elemento esencial para la simulación de los escenarios crear el archivo locspec relacionado a las plantaciones forestales, con el objetivo de aumentar la probabilidad de que las plantaciones se localicen en las áreas donde se ha producido el cambio real. Las áreas de cambio desde cualquier tipo de cobertura a plantación fueron identificadas y se les asignó el valor 1. Por el contrario, las áreas que no cambiaron a plantación se les asignó el valor 0. Los pixeles 1, tendrán un aumento en la probabilidad de ser plantación de 0.5. Para establecer las áreas de expansión de las plantaciones forestales se creó un archivo delimitando las zonas de ubicación inicial de praderas y cultivos.

Se realizó la simulación de un tipo de escenario. Lo importante de la simulación es que es retrospectivos, esto quiere decir, que se simula desde el año 1955 en adelante un supuesto escenario, de acuerdo a cambios o supuestos relacionados con las políticas públicas, lo cual hace que sea de tipo normativo.

Escenario tendencial con incentivos

Se entenderá como aquel escenario que existe actualmente, el cual estuvo regulado por las políticas neoliberales.

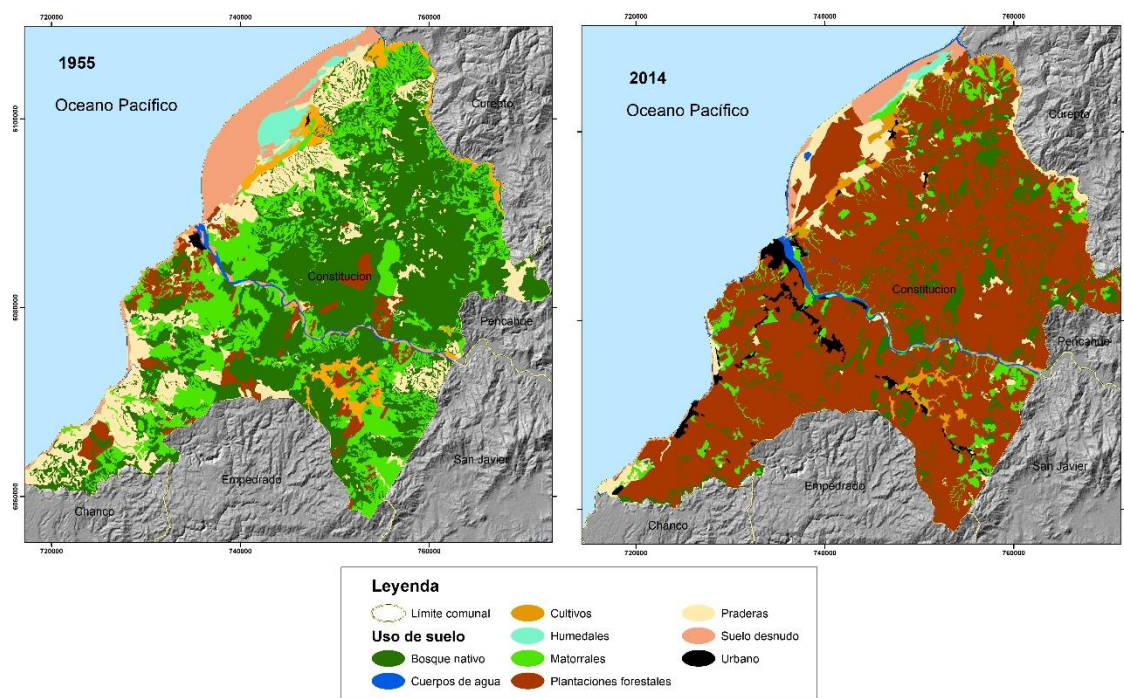


Figura 36: Escenario tendencial con incentivo y regulaciones

De acuerdo a lo que representa la Figura 36, y de acuerdo a la narrativa del escenario descrito, desde el año 1955 y en el transcurso de los años se evidencio el incentivo de políticas públicas que promovían el cambio de uso de suelo, en donde se extrae el bosque nativo, se sustituye por plantaciones forestales, en donde los suelos agrícolas se ven disminuidos y las praderas naturales igualmente. Cabe destacar el aumento del uso de plantaciones forestales y el ámbito urbano, lo que da a conocer el cambio en la dinámica territorial que existió durante 60 años.

Escenario de conservación y regulación.

Este escenario tiene relación a que hubiese ocurrido si desde un comienzo hubiese existido regulación de conservación en el cambio de uso de suelo.

Para este escenario se contempla desde un inicio la ley de bosque de 1931, pero esta mejorada y considerada que existiendo una regulación y fiscalización de las acciones que ocurrían en el territorio, por lo tanto, se sustituyeron las praderas y suelos erosionados por plantaciones forestales, pero manteniendo las áreas de bosque nativo y de matorrales. Durante los años venideros no se implementa el DL 701 y no existe incentivos futuros para la sustitución de bosque nativo. Pero se considera una ley de bosque nativo como la que se realizó desde el año 2008 pero mejorada, esto quiere decir, se considera un subsidio adecuado para la conservación de los bosques. Además, se integran elementos de ordenamiento territorial como los Plan Regional de ordenamiento territorial y el plan de restauración de la región del Maule.

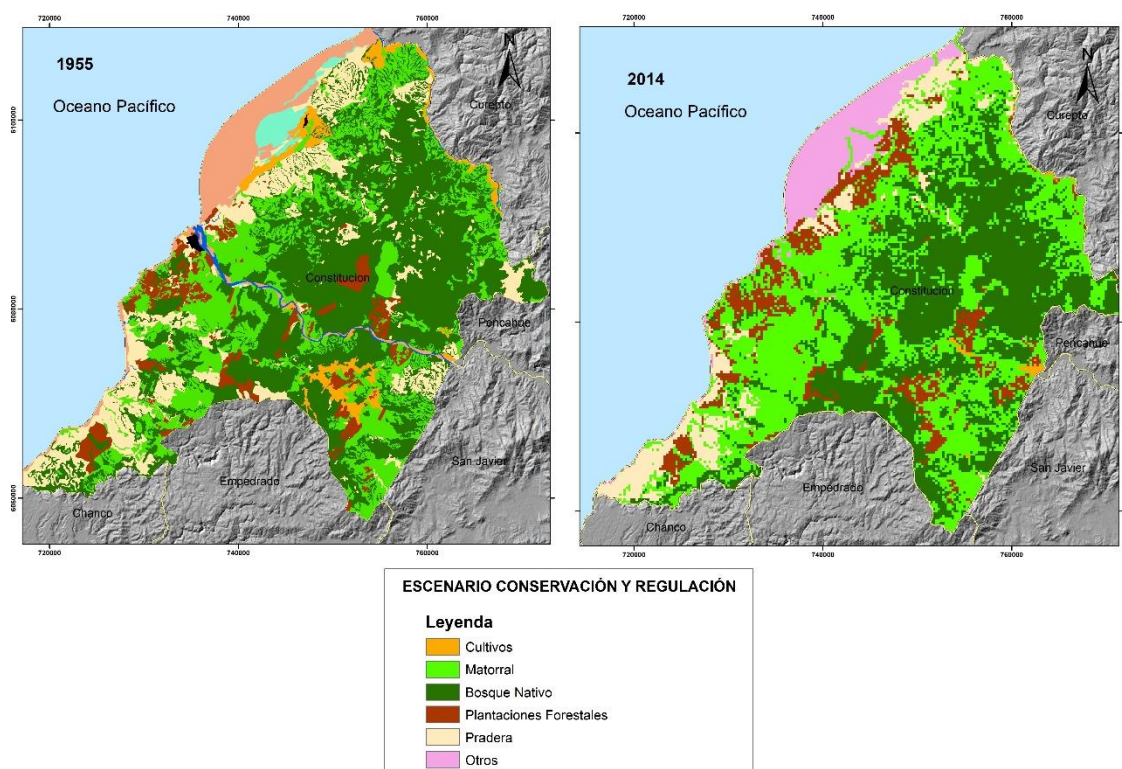


Figura 37. Escenario de conservación y regulación

Los resultados demuestran la conservación de bosque nativo en aquellas áreas que ya existían, y la existencia de plantaciones forestales, pero estas se encuentran en los lugares que era necesario reforestar (figura 37).

Tabla 43: Cobertura de uso de suelo según categoría por tipo de escenario.

	Uso al año 2014 (ha)	
Uso de Suelo	Tendencial	Conservación y regulación
Cultivos	2.599	493
Matorrales	8.215	52.887
Bosque Nativo	12.652	46.493
Plantaciones	96.371	13.325
Praderas	6.414	10.881
Otros	7.240	9.862

Fuente: Elaborado por la autora.

CONSIDERACIONES FINALES

Cuando se habla de los tipos de escenarios, en este caso de estudio se desarrolla un tipo de escenario retrospectivo y normativo. Retrospectivo porque identifica causas y efectos de los aciertos y problemas del sistema en el pasado. Este paso responde a la necesidad de conocer el estado de las cosas que prevalece en la realidad. Se trata de observar críticamente el presente tomando como referente al futuro (Arroyo, 2008). El escenario retrospectivo es una génesis de lo que ha sucedido y, por lo tanto, un re-cuento de acciones que configura, de algún modo el presente. Normativo, porque tienen como objetivo exponer metas deseables para el sistema territorial (ya sea en el ámbito ambiental, social, económico, entre otros) (Aguilera, 2010).

De los tipos de escenarios, podemos destacar que el escenario tendencial es el que tenemos y se presentó en forma real desde los años 1955 al 2014, el cual representa la pérdida del bosque nativo, la pérdida de la calidad de hábitat como provisión de servicio ecosistémico y la transformación de todo el sistema social y económico. El escenario de conservación muestra como hubiera sido el “ideal” en relación a la conservación del bosque nativo y a la mínima intervención en el territorio, infiriendo que con ellos hubiese existido una calidad de los servicios ecosistémicos y la mínima alteración de este relacionado a sistemas urbanos y actividades económicas. Por último, el escenario de conservación y regulación es aquel que podríamos llamar que hubiese sido lo que realmente hubiera pasado en el territorio, en donde se hubiese respetado el espíritu de la ley de 1931 y luego las demás políticas públicas no hubiesen tenido un impacto significativo en el territorio.

De acuerdo a lo expuesto, es que se deben de considerar la importancia de las políticas públicas y como están repercuten en acciones directas en los territorios. En la comuna de Constitución, se evidencio que políticas públicas modificaron y transformaron todo el sistema socioecológico. El ejercicio de los escenarios evidencio que, si esto hubiese tenido algún tipo de control o restricción por parte del estado, puede que no hubiesen existido transformaciones tan profundas como hay hoy en día.

La construcción de los escenarios contribuye para mejorar la planificación de las actividades en torno a espacios de alto valor ecológico considerando una visión del territorio integrada (Franco & Mayorga, 2019), permitiendo ayudar a mejorar la planificación de las áreas con alto valor de conservación a nivel local. Con este tipo de herramientas, se puede cumplir el rol de promover los procesos de planificación, disminuyendo la incertidumbre y facilitando los procesos de decisión (Amer et al., 2013; Palomo et al., 2011) y de comprensión del sistema territorial (Aguilera Benavente et al., 2011) identificando las dinámicas del territorio y los puntos críticos del mismo (Dias et al., 2016) , favoreciendo las acciones, políticas y planes de gestión para responder a cambios, provocados por eventos inesperados, o avanzar hacia un futuro deseable (Carpenter & Georgakakos, 2006; Vergragt & Quist, 2011).

CAPITULO VII

SISTEMA SOCIOECOLÓGICO COMUNA DE CONSTITUCIÓN Y SUS ESCENARIOS, ¿QUE DEPARA EL FUTURO?

La pregunta de investigación planteaba sobre las tensiones espaciales en la evolución del sistema socioecológico en donde la relación a la modificación de su territorio a causa de las plantaciones forestales explicaría principalmente los cambios en el territorio.

Luego de todo el análisis realizado por cada uno de los objetivos planteados, podemos determinar que las plantaciones forestales han provocado una transformación del sistema Socioecológico en la comuna de Constitución durante los últimos sesenta años, lo que habría generado una modificación del territorio. Esto es observado a través del cambio de uso de suelo, provocando ajustes del sistema social – económico, obteniendo como resultado la alteración de la provisión de servicios ecosistémicos por parte del sistema ecológico; por lo tanto, nuestra hipótesis de investigación ha sido positiva.

El análisis del sistema socioecológico de la comuna de Constitución nos orienta y nos hace reflexionar sobre las implicancias de políticas públicas y la planificación en los territorios.

Las influencias de las políticas neoliberales aplicadas en el país a partir de 1973 tienen repercusiones en el territorio hasta el día de hoy. El estudio de análisis del cambio de uso de suelo desde 1950 al 2014 demuestra cómo se aceleró este cambio por medio de la falta de planificación del territorio y por las nuevas normativas aplicadas en el territorio incentivadas por el desarrollo económico privado, liderado en la dictadura miliar con el modelo neoliberal. Estas políticas de mercado crearon la estructura económica en donde era más rentable la utilización de plantaciones forestales (Niklitschek, 2007; Arnold, 2003; Clapp, 1998; Manushevich y Beier, 2016). Se desarrolla así un modelo forestal que solo importa el desarrollo económico, dejando en segundo plano las consecuencias en el territorio, los modos de vida y todo lo que ello implica.

Hoy en día se requieren políticas y marcos normativos de ordenación en la actividad forestal, enfoques más flexibles y rigurosos que tengan en cuenta considerar la complejidad de los sistemas ecológicos y sociales al abordar un desafío más local que nutre y construye la creciente

resiliencia de las comunidades en un mundo cambiante. Algunas de las tendencias que impulsaron el cambio del modelo forestal en el siglo XX, como la migración a las ciudades y la conversión de los bosques en tierras agrícolas, seguirán siendo impulsores clave en el siglo XXI (De Jong et al., 2017).

Debido a estos elementos, es que se hace necesario poder ver la transformación del sistema socioecológico en la comuna de Constitución como un ejemplo a NO seguir, esto debido a las consecuencias que se evidenciaron. Debemos de estar atentos a la expansión de la actividad forestal ahora hacia el sur de Chile, en donde desde la Región de los Ríos al sur está siendo cada vez más importante esta actividad, es por ello que debemos de considerar la memoria histórica (Figura 38). La generación de los escenarios retrospectivos nos alienta a como deberíamos de realizar al futuro las diferentes acciones en el territorio, considerando nuestra normativa actual, pero así también, evidenciando las debilidades que aún presenta.

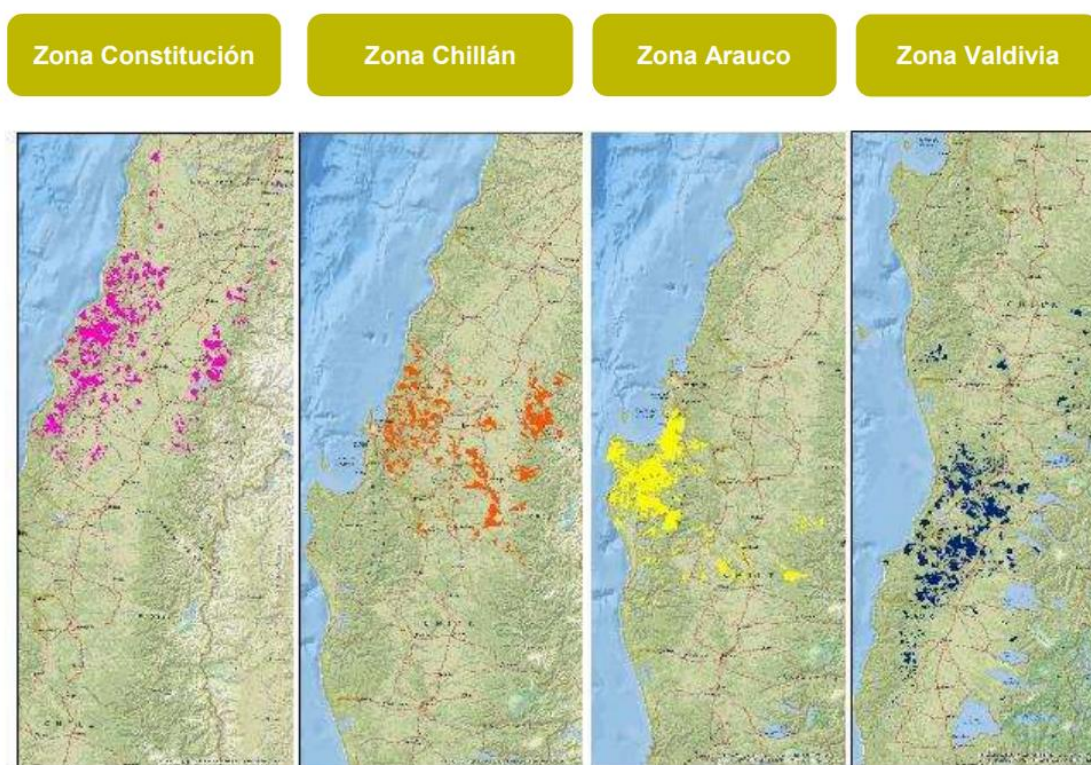


Figura 38: Distribución patrimonio forestal Arauco Chile
Fuente: Plan Manejo o Plan de Ordenación Forestal Arauco 2020

La planificación efectiva en el territorio es una de las acciones que se debe de considerar. La planificación procura dar respuesta a los problemas socio-territoriales derivados de la desintegración económica y social, la concentración excesiva de la población en áreas urbanas, la degradación de espacios de alto valor natural y ecológico, la tendencia a un modelo intensivo e inmediatista en el uso de los recursos naturales y el éxodo rural de espacios, tanto costeros como andinos (Andrade et al., 2010). Hoy en día, a nivel regional existen instrumentos de

planificación, los Planes Regionales de Ordenamiento Territorial (PROT). Estos planes incorporan las condiciones de localización en el contexto de la planificación y diseño del territorio, planteándolas como una percepción sistémica, donde las decisiones y acciones que se tomen sobre el territorio dependen de sus potencialidades y limitaciones, de su rol y funcionamiento, y de cuál es el rol de la sociedad en su desarrollo. Las condiciones de localización buscan compatibilizar de manera coherente y equitativa los usos/actividades eventuales a localizar con las funciones territoriales identificadas en el sistema regional, como también con las particularidades geográficas presentes en dicho ámbito (Peña et al., 2019). Este instrumento debe de ser considerado en el futuro en relación a la localización de las actividades económicas en la región, resguardando las limitaciones y restricciones propias para su desarrollo. Actualmente, con la modificación del artículo 17, letra a) de la LOCGAR, se le otorgarían a los PROT la facultad de pasar de un carácter indicativo a uno vinculante, lo cual implica en la práctica el cumplimiento obligatorio de los PROT para los servicios públicos que operan en cada región, es decir, deberán considerar lo que indica el instrumento en los planes y programas de fomento que apliquen en cada región (Peña et al., 2019).

Relación de plantaciones forestales e incendios

Otro elemento que se debe de considerar cuando hablamos de los tiempos futuros son los incendios forestales. Los desastres asociados a incendios forestales se han presentado con mayor frecuencia y magnitud en los últimos años. Esto es lo que algunos expertos han asociado como efectos evidentes del cambio climático en el país (Barrales, 2017). Con respecto a los incendios forestales, estos han sido un fenómeno recurrente sobre todo en los períodos de verano en Chile central. Esto tiene relación con que la expansión de las plantaciones forestales que aumentan la homogeneización del paisaje genera un factor que favorece e incrementa el riesgo de incendios forestales, ya que al tener parches de mayor extensión en la superficie aumenta la biomasa disponible para la combustión, dificultando el control del fuego (De la Barrera et al., 2018).

Durante el verano austral de 2017, la región centro-sur de Chile sufrió los mayores incendios forestales en la historia del país (Pliscoff et al., 2019). La intensidad de algunos de estos incendios llevó a las autoridades a llamarlos «tormentas de fuego», dado que establecieron un récord de la mayor cantidad de energía liberada en un incendio forestal en el mundo y agregaron un nivel completamente nuevo a la escala utilizada para clasificar los incendios forestales (Conaf, 2017). En este desastre socio natural extremo se identificaron 91 unidades quemadas en Chile durante dos meses de verano en 2017, dispersas en cinco regiones administrativas del país, entre la región de Valparaíso y la región del Biobío, y en su mayoría cerca de la costa. El área total quemada fue de 529,974 ha, y los incendios forestales se caracterizaron como megafuegos (área quemada > 40000 ha) y uno de ellos quemó > 100000 ha (De la Barrera et al., 2018).

La comuna de Constitución fue escenario de estos eventos, teniendo como consecuencia la eliminación de bosques, plantaciones y centros poblados como Santa Olga (Figura 39). Santa Olga era una humilde localidad del municipio de Constitución, una población con altos niveles de vulnerabilidad social, con viviendas construidas mayoritariamente de material ligero y que vivía de la explotación forestal. Bastaron unas pocas horas para que las llamas la redujeran a cenizas (no más de dos horas). Según los números de la Onemi, la noche que Santa Olga quedó reducida a cenizas se quemaron más de 396 mil hectáreas en la zona.

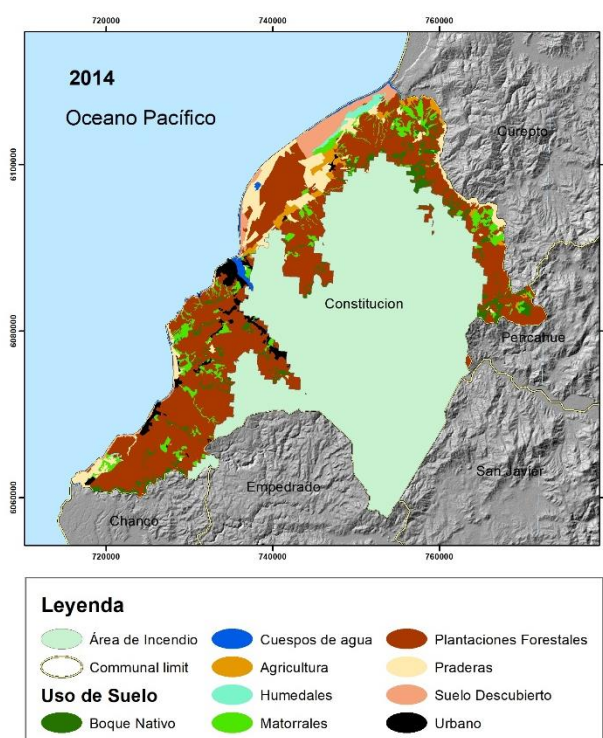


Figura 39: Cobertura incendios forestales 2017 Comuna de Constitución.
Fuente: CONAF 2017

Debido a estos incendios se desarrollan actualmente dos grandes intervenciones en el territorio. El primero es el Plan Maestro de Reconstrucción de Santa Olga. A menos de un mes del incendio que arrasó con Santa Olga, el 24 de febrero de 2017 se da a conocer el Plan Maestro de la Reconstrucción. El viernes 10 de marzo, a poco más de un mes de los incendios forestales, se dio inicio a la construcción de la primera vivienda definitiva en la localidad. Desde esa fecha al año 2020, de acuerdo al último informe de avance al 30 de junio de 2020, las obras de reconstrucción de Santa Olga incluyen obras de mitigación que entregaron la posibilidad de devolver la habitabilidad de los sectores afectados por el incendio, y se reconstruyeron las localidades con instalaciones sanitarias y eléctricas inexistentes antes de la catástrofe. Las obras contemplaron pavimentos, alcantarillado, agua potable, muros de contención, plazas y parques.

El segundo es el plan de «Planificación ecológica de la infraestructura ecológica de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos y programa regional de prioridades de restauración ecológica en el contexto de los incendios de la temporada 2016-2017», estudio que fue financiado por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA, 2018). El estudio arrojó que las áreas de mayor biodiversidad en la Región del Maule están ubicadas en su mayoría en el paisaje Andino, con excepción de algunos remanentes de hábitat que aún existen en la zona costera. El paisaje andino, además tiene una capacidad alta de proveer servicios ecosistémicos más demandados en comparación al paisaje costero y de la depresión intermedia. Se identificaron 12 Servicios Ecosistémicos más demandados y relacionados con la provisión del recurso hídrico, de hábitat para especies naturales, turismo activo y pasivo, productividad de suelo y protección contra el fuego. Se logró identificar tres objetivos de restauración: Mejorar la productividad de

suelo, mejorar la provisión de servicios ecosistémicos hídricos y mejorar la funcionalidad de los ecosistemas para proveer hábitat y para cumplir esos objetivos es necesario restaurar 400.000 ha, es decir, el 36% del paisaje costero, el 4% del paisaje de la depresión intermedia y el 3.6% del paisaje de los andes. En total, es necesario lograr restaurar aproximadamente el 14% de la Región del Maule (MMA 2020).

La Resiliencia del sistema Socioecológico

En el transcurso de este capítulo hemos evidenciado las consecuencias de las actividades humanas en los últimos 60 años en la comuna de Constitución. La comprensión del sistema socioecológico es un impulso para guiar acciones que busquen la sustentabilidad del territorio. Es aquí donde es importante decir que la complejidad de este sistema genera incertidumbre y ello requiere se resiliencia. La resiliencia nos permite tener la capacidad de responder de forma adaptativa a los cambios que se generan en el sistema. Si lo comparamos con la teoría, en el sistema de la comuna de Constitución han ocurrido distintas acciones que las podemos comparar con la panarquía, en donde está el proceso de cambio exponencial desde 1978 (fase R), el periodo de estancamiento creciente y rigidez ocurrido en la década del 90 al 2000 (fase k), y luego el periodo de reajustes y colapso en el año 2017 con los incendios forestales (fase Ω).

Hoy ya nos encontramos en la etapa de reorganización y renovación (fase α), pero es aquí en donde cobra relevancia que esta capacidad de renovación depende fuertemente de las influencias de los estados y la dinámica a escalas superiores e inferiores y en el tiempo (Folke, 2005). Es por ello que el sistema socioecológico de la comuna de Constitución debe de enseñarnos a mirar los territorios, sus transformaciones y aprender de su resiliencia.

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES

El ritmo del cambio global en la naturaleza durante los últimos 50 años no tiene precedentes en la historia de la humanidad. El impulsor directo de este cambio con mayor repercusión mundial ha sido el cambio de uso de suelo. La abundancia promedio de especies autóctonas en la mayoría de los biomas terrestres principales se ha reducido, como mínimo, en un 20 %, lo que podría afectar los procesos de los ecosistemas y, por ende, las contribuciones de la naturaleza a las personas; ese deterioro ha tenido lugar mayormente desde 1900 (IPBES 2019).

Todos estos antecedentes los evidenciamos en el trabajo descrito. La velocidad e intensidad de las transformaciones territoriales asociadas a la instalación del complejo forestal industrial en la zona. Las prácticas agropecuarias previas fueron reemplazadas por grandes extensiones de plantaciones, las cuales rápidamente sobrepasaron los suelos ya destinados a la producción económica, alcanzando al bosque nativo presente en la zona. El reemplazo de estos usos de suelo, por lo tanto, afectan en su manera integral al territorio: rompe un tipo de vínculo entre la sociedad y naturaleza que era de menor impacto, a través de la destrucción de los sistemas de vida que existían y existen en la zona de estudio, acompañado de la desaparición de los espacios naturales que persistían en la zona.

Este hecho se ha observado desde la perspectiva socioecológica, es decir, de la interacción teórica y empírica de los sistemas sociales y naturales, ya no como ámbitos separados y jerárquicos donde es el ser humano quien utiliza la naturaleza, sino en la relación sistémica de ambos. Para ello se recopiló y sistematizó información de diferente origen y composición, buscando observar y analizar las distintas escalas en que el fenómeno se desarrolla, así como, asumiendo el desafío de homologar las distintas formas en que estos se manifiestan.

El foco principal estuvo en la transformación de los usos del suelo. A partir de esos indicadores se fueron estableciendo diversas variables, pues se intentó mostrar que dichos cambios no sólo son una cuestión instrumental, sino que el resultado de una serie de procesos y fuerzas que van tensionando el espacio geográfico. El uso de suelo, por lo tanto, es la puerta de entrada y salida al entendimiento de qué fue lo que pasó, qué elementos tuvieron mayor protagonismo y, finalmente, cuáles han sido sus principales consecuencias.

El sistema socioecológico analizado está compuesto de un territorio que inicialmente se practicaba una agropecuaria de baja intensidad. Rápidamente, a partir de la década del setenta, el uso forestal se hizo hegemónico, alterando de manera significativa las interacciones sociales y naturales presentes. Desde esta primera capa descriptiva se avanzó hacia la identificación de los elementos afectados por el cambio, los cuales son, principalmente, el bosque nativo y matorrales y el sector campesino que habita el lugar. Se reconstituyó la condición pasada y presente de ambas unidades, buscando no sólo mostrar la magnitud del cambio, sino que evidenciar las metamorfosis del sistema integrado, qué partes de ellos han sido modificados de manera irreversible y cuáles aún pueden ser parte de un trabajo de reestructuración social y productiva del espacio.

Las modelaciones realizadas nos permiten ver los escenarios que fueron posibles sobre el devenir de los territorios. La comuna de Constitución presenta hoy en día una casi total hegemonía del uso de suelo como plantación forestal. El desafío presente a causa del cambio climático global nos ha empujado a buscar alternativas al uso extensivo e intensivo del territorio por parte de sectores económicos pensados desde un mundo con una economía desarrollista e industrialista. Al tener en consideración que, de aplicarse medidas de control, de ordenamiento del territorio que inicien su trabajo desde una perspectiva diferente, las dinámicas territoriales serían mucho mejores para el propio funcionamiento del sistema socioecológico. Avanzar hacia un nuevo enfoque epistémico sobre los usos del suelo, sobre las decisiones que los sustentan, debiese ser una parte fundamental de la proyección de estos trabajos.

Quizás la principal conclusión es que en la relación socioecológica de este territorio, el principal núcleo desde el que se inestabilizó el sistema fue la destrucción de los componentes del sistema ecológico. El sistema ecológico, es la base de un ecosistema frágil como el descrito en este trabajo, pero, además, era parte significativa de las formas productivas campesinas de la zona. Es decir, la irrupción de las plantaciones forestales es un daño ecológico en el sentido más amplio, pues no sólo intervino la relación ecosistémica del territorio, sino que generó un cambio socioecológico profundo, haciendo desaparecer tanto la biodiversidad como la diversidad de formas de habitar el espacio.

Es por ello, que se deben de considerar estas situaciones para no seguir con estos modelos de desarrollo en los países. De acuerdo a lo analizado se deja claro que no es posible hacer políticas sin modificar el sistema económico. El actual modelo extractivista no es sustentable. Es relevante velar por la conservación de los biomas naturales, teniendo en consideración que la naturaleza es esencial para la existencia humana y la buena calidad de vida, es por ello que se debe de tener nuevas miradas de gestión y ordenamiento de los territorios, considerando no solo los beneficios económicos, sino también otorgándole la importancia real y concreta a lo natural y a la sociedad, pensando en sistemas socioecológicos.

Sin duda quedan más preguntas y elementos hacia el futuro. Uno de ellos es perfeccionar las técnicas y herramientas en los análisis de escenarios, incorporar nuevos antecedentes de análisis como la actualización del censo agropecuario, la encuesta CASEN. Un elemento que puede ser de análisis para futuros estudios es recopilar la percepción de los habitantes en relación al sistema socioecológico, como ellos lo consideran y si es relevante la conservación de ecosistemas para la generación de servicios ecosistémicos.

La situación y hechos que han sido evidenciados en este trabajo y que fueron foco central de la pregunta y tesis llevada a cabo en esta investigación, nos interpela a quienes abordamos temas asociados a la geografía. Los resultados planteados en este trabajo nos deben motivar a promover una reflexión crítica respecto al devenir de este territorio. No es posible avanzar en la búsqueda de acuerdos, consensos o un nuevo tipo de planificación, sino consideramos el sistema socioecológico en su plenitud.

CAPITULO IX

BIBLIOGRAFIA

- Aguilera Benavente, F., Valenzuela Montes, L., Soria Lara, J., Gómez Delgado, M., & Plata Rocha, W. (2011). Escenarios y modelos de simulación como instrumento en la planificación territorial y metropolitana. *Serie Geográfica*, 17(17), 11–28. <http://hdl.handle.net/10017/14342>
- Álvarez Ballesteros, M. (2018). *Gobernanza policentrica en sistemas socioecologicos complejos: La gestion de la pesqueria del Pulpo comun (Octopus vulgaris)* [tesis Doctoral. Universidad de Vigo]. Repositorio institucional da UVigo. <http://hdl.handle.net/11093/992>
- Aguayo, I. (1983). Análisis de la situación de los pequeños propietarios forestales en la comuna de Coelemu. VIII región. Chile: Grupo de Estudios Agro-Regionales (GEA), Santiago.
- Aguayo, M., Pauchard, A., Azocar, G., & Parra, O. (2009). Cambio del uso del suelo en el centro sur de Chile a fines del siglo XX: Entendiendo la dinámica espacial y temporal del paisaje. *Revista chilena de historia natural*, 82(3), 361–374. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2009000300004>
- Anderies, J. M., Folke, C., Walker, B., & Ostrom, E. (2013). Aligning key concepts for global change policy: robustness, resilience, and sustainability. *Ecology and Society* 18(2). <http://dx.doi.org/10.5751/ES-05178-180208>
- Anderson, C. B., Cristóbal Pizarro, J., Estévez, R., Sapoznikow, A., Pauchard, A., Barbosa, O., Valenzuela, A. E. J. (2015). ¿Estamos avanzando hacia una socio-ecología? Reflexiones sobre la integración de las dimensiones “humanas” en la ecología en el sur de América. *Ecologia Austral*, 25(3), 263–272.
- Andrade, B., Arenas, F., Guijon, R. (2008). Revisión crítica del marco institucional y legal chileno de ordenamiento territorial: el caso de la zona costera. *Revista de Geografía Norte Grande*, 41, 23–48. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022008000300002>
- Balvanera, P., Uriarte, M., Almeida-Leñero, L., Altesor, A., DeClerck, F., Gardner, T., ... Vallejos, M. (2012). Ecosystem services research in Latin America: The state of the art. *Ecosystem Services*, 2, 56–70. <http://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.09.006>
- Ban, N. C., Evans, L. S., Nenadovic, M., & Schoon, M. (2015). Interplay of multiple goods, ecosystem services, and property rights in large social-ecological marine protected areas. *Ecology and Society* 20(4). <http://dx.doi.org/10.5751/ES-07857-200402>
- Ban, N. C., & Cox, M. (2017). Advancing social-ecological research through teaching: summary, observations, and challenges. *Ecology and Society* 22(1). <https://doi.org/10.5751/ES-08949-220106>
- Barrena, J., Nahuelhual, L., Báez, A., Schiappacasse, I., & Cerda, C. (2014). Valuing cultural ecosystem services: Agricultural heritage in Chiloé island, southern Chile. *Ecosystem Services*, 7, 66–75. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2013.12.005>
- Bax, V., & Francesconi, W. (2019). Conservation gaps and priorities in the Tropical Andes biodiversity hotspot: Implications for the expansion of protected areas. *Journal of environmental management*, 232, 387–396. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.11.086>

- Berkes, F. (2012). Social-Ecological Systems as Epistemic Objects. En Glaser, M., Krause, G., Ratter, B. y Welp, M. (Eds.), *Human-Nature Interactions in the Anthropocene: Potentials of Social-Ecological Systems Analysis*. Routledge.
- Berkes, F., Colding, J., & Folke, C. (2003). *Navigating social-ecological systems: building resilience for complexity and change*. Cambridge University Press.
- Berkes, F., & C, Folke. (1998). Linking social and ecological systems: management practices and social mechanisms for building resilience. Cambridge University Press.
- Betancourt, R., & Nahuelhual, L. (2017). Servicios ecosistémicos y bienestar local: caso de estudio sobre productos de medicina natural en Panguipulli, sur de Chile. *Ecologia Austral*, 27.
- Biggs, R., Schlüter, M., & Schoon, M. (2015). *Principles for building resilience: Sustaining ecosystem services in social-ecological systems*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781316014240>
- Binder, C., Hinkel, J., Bots, P., & Pahl-Wostl, C. (2013). Comparison of Frameworks for Analyzing Social-ecological Systems. *Ecol Soc*, 18(4), 26. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-05551-180426>
- Binder, S., Haight, R. G., Polasky, S., Warziniack, T., Mockrin, M. H., Deal, R. L., & Arthaud, G. (2017). *Assessment and valuation of forest ecosystem services: State of the science review*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station. <https://doi.org/10.2737/NRS-GTR-170>
- Bitterman, P., & Bennett, D. A. (2016). Constructing stability landscapes to identify alternative states in coupled social-ecological agent-based models. *Ecology and Society* 21(3), 21. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-08677-210321>
- Blume, T., Zehe, E., & Bronstert, A. (2008). Investigation of runoff generation in a pristine, poorly gauged catchment in the Chilean Andes II: Qualitative and quantitative use of tracers at three spatial scales. *Hydrological Processes*, 22(18), 3676–3688. <https://doi.org/10.1002/hyp.6970>
- Braun, A. C., Faßnacht, F., Valencia, D., & Sepulveda, M. (2021). Consequences of land-use change and the wildfire disaster of 2017 for the central Chilean biodiversity hotspot. *Regional Environmental Change*, 21(2). <https://doi.org/10.1007/s10113-021-01756-4>
- Braun, A. C., & Koch, B. (2016). Estimating impacts of plantation forestry on plant biodiversity in southern Chile—a spatially explicit modelling approach. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188(10), 564. <https://doi.org/10.1007/s10661-016-5547-1>
- Braun, A. C., Rojas, C., Echeverri, C., Rottensteiner, F., Bahr, H.-P., Niemeyer, J., Arias, M. A., Kosov, S., Hinz, S., & Weidner, U. (2014). Design of a spectral–spatial pattern recognition framework for risk assessments using Landsat data—A case study in Chile. *IEEE journal of selected topics in applied earth observations and remote sensing*, 7(3), 917–928. <https://doi.org/10.1109/jstars.2013.2293421>
- Brenner, N., Peck, J., & Theodore, N. (2010). Variegated neoliberalization: geographies, modalities, pathways. *Global Networks (Oxford, England)*, 10(2), 182–222. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0374.2009.00277.x>
- Budds, J. (2013). Water, power, and the production of neoliberalism in Chile, 1973–2005. *Environment and Planning. D, Society & Space*, 31(2), 301–318. <https://doi.org/10.1068/d9511>
- Bousquet, F., Botta, A., Alinovi, L., Barreteau, O., Bossio, D., Brown, K., Caron, P., Cury, P.,

- D'Errico, M., DeClerck, F., Dessard, H., Enfors Kautsky, E., Fabricius, C., Folke, C., Fortmann, L., Hubert, B., Magda, D., Mathevet, R., Norgaard, R., Quinlan, A., & Staver, C. (2016). Resilience and development: mobilizing for transformation. *Ecology and Society* 21(3):40. <https://doi.org/10.5751/ES-08754-210340>
- Bürgi, M., Hersperger, A. M., & Schneeberger, N. (2004). Driving forces of landscape change – current and new directions. *Landscape Ecology*, 19(8), 857–868. <https://doi.org/10.1007/s10980-004-0245-8>
- Burkhard, B., & Maes, J. (Eds.). (2017). *Mapping Ecosystem Services*. Pensoft Publishers. <https://doi.org/10.3897/ab.e12837>
- Busch, M., La Notte, A., Laporte, V., & Erhard, M. (2012). Potentials of quantitative and qualitative approaches to assessing ecosystem services. *Ecological Indicators*, 21, 89–103. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.11.010>
- Cabaña Chávez, C. (2011). *Reseña histórica de la aplicación del DL 701, de 1974, sobre fomento forestal*. <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/20151>
- Campbell, L. M., Gray, N. J., Hazen, E. L., & Shackeroff, J. M. (2009). Beyond baselines: Rethinking priorities for ocean conservation. *Ecology and Society: A Journal of Integrative Science for Resilience and Sustainability*, 14(1). <https://doi.org/10.5751/es-02774-140114>
- Campos-Medina, F. (2019). Ecological modernization from the actor's perspective: Spatio-temporality in the narratives about socio-ecological conflicts in Chile. *Time & Society*, 28(3), 1239–1271. <https://doi.org/10.1177/0961463x17752284>
- Camus, P. (2000). Innovación Agroproductiva y Ordenamiento del Territorio. *Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 69(85). <http://www.ub.edu/geocrit/sn-69-85.htm>
- Camus, P. (2006). Ambiente, Bosques y Gestión Forestal en Chile. 1541-2005. *Revista de Geografía Norte Grande*, 36. <https://doi.org/10.4067/s0718-34022006000200008>
- Carvajal, M. A., Alaniz, A. J., Smith-Ramírez, C., & Sieving, K. E. (2018). Assessing habitat loss and fragmentation and their effects on population viability of forest specialist birds: Linking biogeographical and population approaches. *Diversity & Distributions*, 24(6), 820–830. <https://doi.org/10.1111/ddi.12730>
- Carsjens, G.J (2009): Supporting Strategic Spatial Planning: planning Support Systems for the spatial planning of metropolitan landscapes [tesis Doctoral, Universidad de Wageningen]. Wageningen University & Research. <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/375432>
- Carrasco Quiroga, E. (2014). Desafíos de la Evaluación Ambiental Estratégica en la planificación urbana, rural y costera. *Revista de Derecho Administrativo Económico*, 18, 209–226. <https://doi.org/10.7764/redae.18.10>
- Cardinale, B. J., Duffy, J. E., Gonzalez, A., Hooper, D. U., Perrings, C., Venail, P., Narwani, A., Mace, G. M., Tilman, D., Wardle, D. A., Kinzig, A. P., Daily, G. C., Loreau, M., Grace, J. B., Larigauderie, A., Srivastava, D. S., & Naeem, S. (2012). Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature*, 486(7401), 59–67. <https://doi.org/10.1038/nature11148>
- Carpenter, S., Arrow, K., Barrett, S., Biggs, R., Brock, W., Crépin, A.-S., Engström, G., Folke, C., Hughes, T., Kautsky, N., Li, C.-Z., McCarney, G., Meng, K., Mäler, K.-G., Polasky, S., Scheffer, M., Shogren, J., Sterner, T., Vincent, J., ... Zeeuw, A. (2012). General resilience to cope with extreme events. *Sustainability*, 4(12), 3248–3259. <https://doi.org/10.3390/su4123248>

- Carpenter, S. R., Walker, M., Anderies, J. M., & Abel, N. (2001). From metaphor to measurement: Resilience of what to what? *Ecosystems*, 4(8), 765–781. <https://doi.org/10.1007/s10021-001-0045-9>
- Cimon-Morin, J., Darveau, M., & Poulin, M. (2016). Consequences of delaying conservation of ecosystem services in remote landscapes prone to natural resource exploitation. *Landscape Ecology*, 31(4), 825–842. <https://doi.org/10.1007/s10980-015-0291-4>
- CMPC. (2013). Memoria Anual. pp 223.
- Clapp, R. A. (1995). Creating competitive advantage: Forest policy as industrial policy in Chile. *Economic geography*, 71(3), 273. <https://doi.org/10.2307/144312>
- Collins, S. L., Carpenter, S. R., Swinton, S. M., Orenstein, D. E., Childers, D. L., Gragson, T. L., Whitmer, A. C. (2011). An integrated conceptual framework for long-term social-ecological research. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9(6), 351–357. <https://doi.org/10.1890/100068>
- Costanza, R. (1989). Model goodness of fit: a multiple resolution procedure. *Ecological Modelling* 47, 199–215. [https://doi.org/10.1016/0304-3800\(89\)90001-X](https://doi.org/10.1016/0304-3800(89)90001-X)
- Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., van der Ploeg, S., Anderson, S. J., Kubiszewski, I., ... Turner, R. K. (2014). Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*, 26(1), 152–158. <http://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002>
- CORMA. (2002). Chile, País Forestal: Una Realidad que se Consolida. Corporación Chilena de la Madera.
- Corporación Nacional Forestal. (2016). CONAF. <http://www.conaf.cl/nuestros-bosques/plantaciones-forestales/dl-701-y-sus-reglamentos/>
- Cox, M. (2011). Advancing the Diagnostic Analysis of Environmental Problems 1. Introduction: Complexity and Panaceas. *International Journal of the Commons* 5 (2): 346–363. <http://doi.org/10.18352/ijc.273>
- Cox, M. (2015). A basic guide for empirical environmental social science. *Ecology and Society* 20(1), 63. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-07400-200163>
- Cruz, M. E., & Rivera, R. (1983). *La realidad forestal chilena* (1. ed.). Grupo de Investigaciones Agrarias, Academia de Humanismo Cristiano.
- Dai, E.-F., Wang, X.-L., Zhu, J.-J., & Xi, W.-M. (2017). Quantifying ecosystem service trade-offs for plantation forest management to benefit provisioning and regulating services. *Ecology and Evolution*, 7(19), 7807–7821. <https://doi.org/10.1002/ece3.3286>
- Daily, G. (Ed.). (1997). *Nature's Services: societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press. pp. 412.
- Daniel, T. C., Muhar, A., Arnberger, A., Aznar, O., Boyd, J. W., Chan, K. M. A., Costanza, R., Elmqvist, T., Flint, C. G., Gobster, P. H., Grêt-Regamey, A., Lave, R., Muhar, S., Penker, M., Ribe, R. G., Schauppenlehner, T., Sikor, T., Soloviy, I., Spierenburg, M., ... von der Dunk, A. (2012). Contributions of cultural services to the ecosystem services agenda. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(23), 8812–8819. <https://doi.org/10.1073/pnas.1114773109>
- De Juan, S., Gelcich, S., & Fernandez, M. (2017). Integrating stakeholder perceptions and preferences on ecosystem services in the management of coastal areas. *Ocean & coastal management*, 136, 38–48. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.11.019>

- De la Barrera, F., Bachmann-Vargas, P., & Tironi, A. (2015). La investigación de servicios ecosistémicos en Chile: una revisión sistemática. *Investigaciones geográficas*, 50, 3. <https://doi.org/10.5354/0719-5370.2015.41171>
- De la Barrera, F., Barraza, F., Favier, P., Ruiz, V., & Quense, J. (2018). Megafires in Chile 2017: Monitoring multiscale environmental impacts of burned ecosystems. *The Science of the Total Environment*, 637–638, 1526–1536. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.05.119>
- De la Barrera, F., Reyes-Paecke, S., Harris, J., Bascuñán, D., & Farías, J. M. (2016). People's perception influences on the use of green spaces in socio-economically differentiated neighborhoods. *Urban forestry & urban greening*, 20, 254–264. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.09.007>
- Delgado, L. E., & Marín, V. H. (2016). Well-being and the use of ecosystem services by rural households of the Río Cruces watershed, southern Chile. *Ecosystem Services*, 21, 81–91. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.07.017>
- Díaz, S., Fargione, J., Chapin, F. S., & Tilman, D. (2006). Biodiversity loss threatens human well-being. *PLoS Biology*, 4, 1300–1305. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0040277>
- Díaz, G. I., Nahuelhual, L., Echeverría, C., & Marín, S. (2011). Drivers of land abandonment in Southern Chile and implications for landscape planning. *Landscape and Urban Planning*, 99 (3–4), 207–217. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.11.005>
- Díaz, S., Quétier, F., Cáceres, D. M., Trainor, S. F., Pérez-Harguindeguy, N., Bret-Harte, M. S., Finegan, B., Peña-Claros, M., & Poorter, L. (2011). Linking functional diversity and social actor strategies in a framework for interdisciplinary analysis of nature's benefits to society. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(3), 895–902. <https://doi.org/10.1073/pnas.1017993108>
- Ducrot, R., Le Page, C., Bommel, P., & Kuper, M. (2004). Articulating land and water dynamics with urbanization: an attempt to model natural resources management at the urban edge. *Computers, Environment and Urban Systems*, 28(1–2), 85–106. [https://doi.org/10.1016/s0198-9715\(02\)00066-2](https://doi.org/10.1016/s0198-9715(02)00066-2)
- Durán, A. P., Casalegno, S., Marquet, P. A., & Gaston, K. J. (2013). Representation of ecosystem services by terrestrial protected areas: Chile as a case study. *PloS One*, 8(12), e82643. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082643>
- Echeverría, C., Coomes, D. A., Hall, M., & Newton, A. C. (2008). Spatially explicit models to analyze forest loss and fragmentation between 1976 and 2020 in southern Chile. *Ecological Modelling*, 212(3–4), 439–449. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2007.10.045>
- Echeverría, C., Coomes, D., Salas, J., Rey-Benayas, J. M., Lara, A., & Newton, A. (2006). Rapid deforestation and fragmentation of Chilean Temperate Forests. *Biological Conservation*, 130(4), 481–494. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.01.017>
- Egoh, B. N., O'Farrell, P. J., Charef, A., Josephine Gurney, L., Koellner, T., Nibam Abi, H., Egoh, M., & Willemen, L. (2012). An African account of ecosystem service provision: Use, threats and policy options for sustainable livelihoods. *Ecosystem Services*, 2, 71–81. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.09.004>
- Erb, K.-H., Gaube, V., Krausmann, F., Plutzer, C., Bondeau, A., & Haberl, H. (2007). A comprehensive global 5 min resolution land-use data set for the year 2000 consistent with national census data. *Journal of Land Use Science*, 2(3), 191–224. <https://doi.org/10.1080/17474230701622981>

- Esse, C., Valdivia, P., Encina-Montoya, F., Aguayo, C., Guerrero, M., & Figueroa, D. (2014). Modelo de análisis espacial multicriterio (AEMC) para el mapeo de servicios ecosistémicos en cuencas forestales del sur de Chile. *Bosque (Valdivia)*, 35(3), 289–299. <https://doi.org/10.4067/s0717-92002014000300004>
- Evers, C. R., Wardropper, C. B., Branoff, B., Granek, E. F., Hirsch, S. L., Link, T. E., Olivero-Lora, S., & Wilson, C. (2018). The ecosystem services and biodiversity of novel ecosystems: A literature review. *Global Ecology and Conservation*, 13(e00362), e00362. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2017.e00362>
- Fawaz, J. (2000). Expansión Forestal en Ñuble y Reestructuración Social y productiva a nivel local. Percepción de los actores, *Tiempo y Espacio*, 8(9), 53–73.
- Foley, J. A., Defries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R., Chapin, F. S., Coe, M. T., Daily, G. C., Gibbs, H. K., Helkowski, J. H., Holloway, T., Howard, E. A., Kucharik, C. J., Monfreda, C., Patz, J. A., Prentice, I. C., Ramankutty, N., & Snyder, P. K. (2005). Global consequences of land use. *Science (New York, N.Y.)*, 309(5734), 570–574. <https://doi.org/10.1126/science.1111772>
- Folke, C. (2006). Resilience: The emergence of a perspective for social–ecological systems analyses. *Global Environmental Change: Human and Policy Dimensions*, 16(3), 253–267. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.04.002>
- Folke, C., Biggs, R., Norström, A. V., Reyers, B., & Rockström, J. (2016). Social-ecological resilience and biosphere-based sustainability science. *Ecology and Society*, 21(3), 41. <https://doi.org/10.5751/ES-08748-210341>
- Folke, C., Carpenter, S. R., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T., & Rockström, J. (2010). Resilience thinking: Integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and Society: A Journal of Integrative Science for Resilience and Sustainability*, 15(4). <https://doi.org/10.5751/es-03610-150420>
- Folke, C., Hahn, T., Olsson, P., & Norberg, J. (2005). Adaptive governance of social-ecological systems. *Annual Review of Environment and Resources*, 30(1), 441–473. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.30.050504.144511>
- Fuentes, E. R., & Hajek, E. R. (1979). Patterns of landscape modification in relation to agricultural practice in Central Chile. *Environmental Conservation*, 6(4), 265–271. <https://doi.org/10.1017/s0376892900003374>
- Fuentes, E., & Carrasco, M. (1984) Problems of resource management and land use in two mountain regions of Chile. En Di Castri F, Baker, F. W. G., & Hadley, M. (Eds.) *Ecology in practice* (pp. 315-330). Tycooly international.
- Fuentes, E. (1988). Sinopsis de paisajes de Chile central. En Fuentes, E., & Prenafeta, S. (Eds) *Ecología del paisaje en Chile central. Estudios sobre sus espacios montañosos* (pp. 17-27). Universidad Católica de Chile.
- Frêne, C., & Núñez, M. (2010). Hacia un nuevo Modelo Forestal en Chile. *Revista Bosque Nativo*, 25–35.
- Fürst, C., Frank, S., Witt, A., Koschke, L., & Makeschin, F. (2013). Assessment of the effects of forest land use strategies on the provision of ecosystem services at regional scale. *Journal of Environmental Management*, 127 Suppl, S96–S116. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.09.020>
- Gallopín, G. C., Funtowicz, S., O'Connor, M., & Ravetz, J. (2001). Science for the twenty-first century: From social contract to the scientific core. *International Social Science Journal*, 53(168), 219–229. <https://doi.org/10.1111/1468-2451.00311>

- Garibaldi, L. A., Aizen, M. A., Cunningham, S. A., & Klein, A. M. (2009). Pollinator shortage and global crop yield: Looking at the whole spectrum of pollinator dependency. *Communicative & Integrative Biology*, 2(1), 37–39. <https://doi.org/10.4161/cib.2.1.7425>
- Garate, M. (2012). La revolución capitalista de Chile (1973-2003). Universidad Alberto Hurtado.
- Geist, H.J., Lambin, E.F., (2001). *What drives tropical deforestation?: a meta-analysis of proximate and underlying causes of deforestation based on subnational case study evidence*. LUCC Report Series 4. <http://www.geo.ucl.ac.be/LUCC/lucc.html>
- Geist, Helmut J., & Lambin, E. F. (2002). Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation. *Bioscience*, 52(2), 143–150. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0143:pcaudf\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0143:pcaudf]2.0.co;2)
- Greze, A. A., Simonetti, J. A., & Bustamante, R. O. (2006). *Biodiversidad en Ambientes Fragmentados de Chile: Patrones y Procesos a Diferentes Escalas*. Universidad de Chile. <https://doi.org/10.4067/s0718-16202007000200009>
- Giminiani, P. D. (2016). How to manage a forest: Environmental governance in neoliberal Chile. *Anthropological quarterly*, 89(3), 723–751. <https://doi.org/10.1353/anq.2016.0045>
- Guariguata, M. R., Licona, J. C., Mostacedo, B., & Cronkleton, P. (2009). Damage to Brazil nut trees (*Bertholletia excelsa*) during selective timber harvesting in Northern Bolivia. *Forest Ecology and Management*, 258(5), 788–793. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.05.022>
- Gunderson, L. H., Folke, C., & Janssen, M. (2006). Generating and fostering novelty. *Ecology and Society: A Journal of Integrative Science for Resilience and Sustainability*, 11(1). <https://doi.org/10.5751/es-01811-110150>
- Gunderson, L.H., & Holling, C.S. (2002). *Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems*. Island Press.
- Haberl, H., Fischer-Kowalski, M., Krausmann, F., & Winiwarter, V. (Eds.). (2016). *Social Ecology*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-33326-7>
- Haddad, N. M., Brudvig, L. A., Clobert, J., Davies, K. F., Gonzalez, A., Holt, R. D., & Townshend, J. R. (2015). Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science advances*, 1(2), 1-9.
- Harrison, P. A., Berry, P. M., Simpson, G., Haslett, J. R., Blicharska, M., Bucur, M., Dunford, R., Egoh, B., Garcia-Llorente, M., Geamăna, N., Geertsema, W., Lommelen, E., Meiresonne, L., & Turkelboom, F. (2014). Linkages between biodiversity attributes and ecosystem services: A systematic review. *Ecosystem Services*, 9, 191–203. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.05.006>
- Harvey, D., (2009). *A Brief History of Neoliberalism*. Oxford University Press
- Heilmayr, R., Echeverría, C., Fuentes, R., & Lambin, E. F. (2016). A plantation-dominated forest transition in Chile. *Applied Geography (Sevenoaks, England)*, 75, 71–82. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2016.07.014>
- Heilmayr, R., Echeverría, C., & Lambin, E. F. (2020). Impacts of Chilean forest subsidies on forest cover, carbon and biodiversity. *Nature Sustainability*, 3(9), 701–709. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-0547-0>
- Henríquez, C. (2008). Apertura neoliberal y expansión forestal: algunos factores para su

- modelación en la cuenca de Chillán. *Diez años de cambios en el Mundo, en la Geografía y en las Ciencias Sociales, 1999-2008. Actas del X Coloquio Internacional de Geocrítica*. Universidad de Barcelona. <http://www.ub.es/geocrit/-xcol/198.htm>
- Henríquez C & J Quense. (2010). Multi-criteria/Multi-objective evaluation applied to land use/cover in Chillán watershed. *Revista tiempo y Espacio*. Universidad del Bio-Bio.
- He, C., Okada, N., Zhang, Q., Shi, P., & Li, J. (2008). Modelling dynamic urban expansion processes incorporating a potential model with cellular automata. *Landscape and Urban Planning*, 86(1), 79–91. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.12.010>
- Hidalgo R., Santana, D. y Alvarado V. (2016) Mitos, ideologías y utopías neoliberales de la producción del espacio: hacia una agenda de investigación alternativa. En Hidalgo, R., Santana, D., Alvarado, V., Arenas, F., Salazar, V., Valdebenito, C. & Álvarez, L. (organizadores) *En las costas del neoliberalismo. Naturaleza, urbanización y producción inmobiliaria: experiencias en Chile y Argentina* (p. 24–66). GEOlibros.
- Hobbie, S. E., Baker, L. A., Buyarski, C., Nidzgorski, D., & Finlay, J. C. (2014). Decomposition of tree leaf litter on pavement: implications for urban water quality. *Urban Ecosystems*, 17(2), 369–385. <https://doi.org/10.1007/s11252-013-0329-9>
- Huber, A., Iroumé, A., & Bathurst, J. (2008). Effect of *Pinus radiata* plantations on water balance in Chile. *Hydrological Processes*, 22(1), 142–148. <https://doi.org/10.1002/hyp.6582>
- Humphreys, D. (2009). Discourse as ideology: Neoliberalism and the limits of international forest policy. *Forest Policy and Economics*, 11(5–6), 319–325. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2008.08.008>
- Instituto Geográfico Militar. (1986). Geografía de Chile. IX Región de La Araucanía. Santiago de Chile: IGM.
- Infor. (2020). Anuario Forestal 2020. Instituto Forestal. pp. 274.
- Iroumé, A., Mayen, O., & Huber, A. (2006). 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>
- IPBES. (2019). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. S. Díaz, J. Settele, E. S. Brondízio E.S., H. T. Ngo, M. Guèze, J. Agard, A. Arneth, P. Balvanera, K. A. Brauman, S. H. M. Butchart, K. M. A. Chan, L. A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S. M. Subramanian, G. F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razzaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, Y. J. Shin, I. J. Visseren-Hamakers, K. J. Willis, and C. N. Zayas (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 56 pages.
- IPCC, 2014: Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resúmenes, preguntas frecuentes y recuadros multicapítulos. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White (eds.)]. Organización Meteorológica Mundial, Ginebra (Suiza), 200 págs. (en árabe, chino, español, francés, inglés y ruso)
- Janssen, M. A. y Ostrom, E. (2006). Governing Social-Ecological systems. En Tesfatsion, L. y Judd, K.L. [ed.] *Handbook of Computational Economics: Agent-Based Computational Economics* (pp. 1465–1509). Elsevier.

- Jax, K., Barton, D. N., Chan, K. M. A., de Groot, R., Doyle, U., Eser, U., Görg, C., Gómez-Baggethun, E., Griewald, Y., Haber, W., Haines-Young, R., Heink, U., Jahn, T., Joosten, H., Kerschbaumer, L., Korn, H., Luck, G. W., Matzdorf, B., Muraca, B., ... Wichmann, S. (2013). Ecosystem services and ethics. *Ecological Economics: The Journal of the International Society for Ecological Economics*, 93, 260–268. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2013.06.008>
- Jiang, W. (2017). Ecosystem services research in China: A critical review. *Ecosystem services*, 26, 10–16. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.05.012>
- Karpouzoglou, T., Dewulf, A., & Clark, J. (2016). Advancing adaptive governance of social-ecological systems through theoretical multiplicity. *Environmental science & policy*, 57, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.11.011>
- Klubock, T. M. (2004). Labor, Land, and Environmental Change in the Forestry Sector in Chile, 1973–1998. In Peter Winn (Ed.), *Victims of the Chilean Miracle: Workers and Neoliberalism in the Pinochet Era, 1973–2002*, (pp. 337–87). Duke University Press.
- Klijn, J. A. (2004). Driving forces behind landscape transformation in Europe, from a conceptual approach to policy options. In Jongman, R.H.G. (Ed.), *The New Dimensions of the European Landscape*, (pp. 201–218). Springer.
- Klain, S. C., & Chan, K. M. A. (2012). Navigating coastal values: Participatory mapping of ecosystem services for spatial planning. *Ecological Economics: The Journal of the International Society for Ecological Economics*, 82, 104–113. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.07.008>
- Kline, J. D., Moses, A., Lettman, G. J., & Azuma, D. L. (2007). Modeling forest and range land development in rural locations, with examples from eastern Oregon. *Landscape and Urban Planning*, 80(3), 320–332. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2006.10.017>
- Lambin, E. F., Geist, H. J., & Lepers, E. (2003). Dynamics of land-use and land-cover change in tropical regions. *Annual Review of Environment and Resources*, 28(1), 205–241. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.28.050302.105459>
- Lambin, E. F., Geist, H., & Rindfuss, R. R. (2008). Introduction: Local Processes with Global Impacts. En *Land-Use and Land-Cover Change* (pp. 1–8). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/3-540-32202-7_1
- Lambin, E. F., & Meyfroidt, P. (2010). Land use transitions: Socio-ecological feedback versus socio-economic change. *Land Use Policy*, 27(2), 108–118. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2009.09.003>
- Lambin, E. F., Turner, B. L., Geist, H. J., Agbola, S. B., Angelsen, A., Bruce, J. W., Coomes, O. T., Dirzo, R., Fischer, G., Folke, C., George, P. S., Homewood, K., Imbernon, J., Leemans, R., Li, X., Moran, E. F., Mortimore, M., Ramakrishnan, P. S., Richards, J. F., ... Xu, J. (2001). The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global Environmental Change: Human and Policy Dimensions*, 11(4), 261–269. [https://doi.org/10.1016/s0959-3780\(01\)00007-3](https://doi.org/10.1016/s0959-3780(01)00007-3)
- Lander, T. A., Harris, S. A., Cremona, P. J., & Boshier, D. H. (2019). Impact of habitat loss and fragmentation on reproduction, dispersal and species persistence for an endangered Chilean tree. *Conservation Genetics*, 20(5), 973–985. <https://doi.org/10.1007/s10592-019-01187-z>

- Lara, A., Araya, L., Capella, J., Fierro, M., & Cavieres, A. (1989). Evaluación de la destrucción y disponibilidad de los recursos forestales nativos en la VII y VIII Región. Informe Técnico, Comité Pro Defensa Fauna y Flora. pp. 22.
- Lara, A., Soto, D., Armesto, J., Donoso, P., Wernli, C., Nahuelhual, L., & Squeo, F. (2003). Componentes científicos clave para una política nacional sobre usos, servicios y conservación de los bosques nativos Chilenos. Universidad Austral de Chile, Valdivia.
- Lara, A., Little, C., Urrutia, R., McPhee, J., Álvarez-Garretón, C., Oyarzún, C., Soto, D., Donoso, P., Nahuelhual, L., Pino, M., & Arismendi, I. (2009). Assessment of ecosystem services as an opportunity for the conservation and management of native forests in Chile. *Forest Ecology and Management*, 258(4), 415–424. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.01.004>
- Lara, A., Urrutia, R., Little, C., & Martínez, A. (2010). Servicios Ecosistémicos y Ley del Bosque Nativo : No basta con definirlos. *Revista Bosque Nativo*, 47, 3–9.
- Lara, A., Solari, M. E., Prieto, M. D. R., & Peña, M. P. (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 (35° - 43° 30' S). *Bosque (Valdivia)*, 33(1), 03–04. <https://doi.org/10.4067/s0717-92002012000100002>
- Liu, J., Dietz, T., Carpenter, S. R., Alberti, M., Folke, C., Moran, E., Pell, A. N., Deadman, P., Kratz, T., Lubchenco, J., Ostrom, E., Ouyang, Z., Provencher, W., Redman, C. L., Schneider, S. H., & Taylor, W. W. (2007). Complexity of coupled human and natural systems. *Science*, 317(5844), 1513–1516. <https://doi.org/10.1126/science.1144004>
- Locher-Krause, K. E., Volk, M., Waske, B., Thonfeld, F., & Lautenbach, S. (2017). Expanding temporal resolution in landscape transformations: Insights from a landsat-based case study in Southern Chile. *Ecological indicators*, 75, 132–144. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.12.036>
- Liquete, C., Cid, N., Lanzanova, D., Grizzetti, B., & Reynaud, A. (2016). Perspectives on the link between ecosystem services and biodiversity: The assessment of the nursery function. *Ecological indicators*, 63, 249–257. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.11.058>
- Lorimer, J. (2012). Multinatural geographies for the Anthropocene. *Progress in Human Geography*, 36(5), 593–612. <https://doi.org/10.1177/0309132511435352>
- Luo, G., Yin, C., Chen, X., Xu, W., & Lu, L. (2010). Combining system dynamic model and CLUE-S model to improve land use scenario analyses at regional scale: A case study of Sangong watershed in Xinjiang, China. *Ecological Complexity*, 7(2), 198–207. <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2010.02.001>
- Manson, S. M. (2001). Simplifying complexity: a review of complexity theory. *Geoforum; Journal of Physical, Human, and Regional Geosciences*, 32(3), 405–414. [https://doi.org/10.1016/s0016-7185\(00\)00035-x](https://doi.org/10.1016/s0016-7185(00)00035-x)
- Manuschevich, D. (2016). Neoliberalization of forestry discourses in Chile. *Forest Policy and Economics*, 69, 21–30. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2016.03.006>
- Manuschevich, D., & Beier, C. M. (2016). Simulating land use changes under alternative policy scenarios for conservation of native forests in south-central Chile. *Land Use Policy*, 51, 350–362. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.08.032>

- Marín, S. L., Nahuelhual, L., Echeverría, C., & Grant, W. E. (2011). Projecting landscape changes in southern Chile: Simulation of human and natural processes driving land transformation. *Ecological Modelling*, 222(15), 2841–2855. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2011.04.026>
- Marín, S. L., Nahuelhual, L., Echeverría, C., & Grant, W. E. (2011). Projecting landscape changes in southern Chile: Simulation of human and natural processes driving land transformation. *Ecological Modelling*, 222(15), 2841–2855. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2011.04.026>
- Mastrangelo, M. E., Weyland, F., Herrera, L. P., Villarino, S. H., Barral, M. P., & Auer, A. D. (2015). Ecosystem services research in contrasting socio-ecological contexts of Argentina: Critical assessment and future directions. *Ecosystem Services*, 16, 63–73. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2015.10.001>
- Martínez Pizarro, J. (1997). *Chile, región del Biobío, comunas seleccionadas: reconversión forestal y pobreza*. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/7353>
- Matson, P. A., Parton, W. J., Power, A. G., & Swift, M. J. (1997). Agricultural intensification and ecosystem properties. *Science*, 277(5325), 504–509. <https://doi.org/10.1126/science.277.5325.504>
- McDonough, K., Hutchinson, S., Moore, T., & Hutchinson, J. M. S. (2017). Analysis of publication trends in ecosystem services research. *Ecosystem services*, 25, 82–88. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.03.022>
- McFadden, T. N., & Dirzo, R. (2018). Opening the silvicultural toolbox: A new framework for conserving biodiversity in Chilean timber plantations. *Forest Ecology and Management*, 425, 75–84. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.05.028>
- McGarigal, K., SA Cushman, and E Ene. (2012). FRAGSTATS v4: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Available at the following web site: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>
- Meacham, M., Queiroz, C., Norström, A. V., & Peterson, G. D. (2016). Social-ecological drivers of multiple ecosystem services: what variables explain patterns of ecosystem services across the Norrström drainage basin? *Ecology and society: a journal of integrative science for resilience and sustainability*, 21(1). <https://doi.org/10.5751/es-08077-210114>
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: general Synthesis*. Island Press.
- Ministerio de Medio Ambiente (MMA). (2016). Propuesta sobre marco conceptual, definición y clasificación de servicios ecosistémicos para el Ministerio de Medio Ambiente. División de información y economía ambiental Ministerio del Medio Ambiente de Chile. Version 1.0, pp. 13.
- Ministerio de Medio Ambiente (MMA) (2018). En recta final estudio de planificación de infraestructura ecológica y servicios ecosistémicos. Revisado: <https://mma.gob.cl/en-recta-5nal-estudio-de-planificacion-de-infraestructura-ecologica-y-servicios-ecosistemicos/>
- Miranda, A., Altamirano, A., Cayuela, L., Lara, A., & González, M. (2015). Native forest loss in the Chilean biodiversity hotspot: revealing the evidence. *Regional Environmental Change*. <http://doi.org/10.1007/s10113-016-1010-7>
- Miranda A., Adison Altamirano, Luis Cayuela, Antonio Lara, Mauro Gonzalez. (2017). Native forest loss in the Chilean biodiversity hotspot: revealing the evidence. *Reg Environ*

- Change. 17:285–297. <http://doi.org/10.1007/s10113-016-1010-7>
- Molnar, J. L., & Kubiszewski, I. (2012). Managing natural wealth: Research and implementation of ecosystem services in the United States and Canada. *Ecosystem Services*, 2, 45–55. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.09.005>
- Montoya-Tangarife, C., de la Barrera, F., Salazar, A., & Inostroza, L. (2017). Monitoring the effects of land cover change on the supply of ecosystem services in an urban region: A study of Santiago-Valparaíso, Chile. *PloS One*, 12(11), e0188117. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188117>
- Montalba, R., Carrasco, N., & Araya, J. (2006). Contexto económico y social de las plantaciones forestales en Chile: el caso de la comuna de Lumaco, Región de la Araucanía. Montevideo: Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales- OLCA.
- Murray-Rust, D., Dendoncker, N., Dawson, T. P., Acosta-Michlik, L., Karali, E., Guillem, E., & Rounsevell, M. (2011). Conceptualising the analysis of socio-ecological systems through ecosystem services and agent-based modelling. *Journal of Land Use Science*, 6(2–3), 83–99. <https://doi.org/10.1080/1747423x.2011.558600>
- Nahuelhual, L., Carmona, A., Lara, A., Echeverría, C., & González, M. E. (2012). Land-cover change to forest plantations: Proximate causes and implications for the landscape in south-central Chile. *Landscape and Urban Planning*, 107(1), 12–20. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.04.006>
- Nahuelhual, L., Carmona, A., Lozada, P., Jaramillo, A., & Aguayo, M. (2013). Mapping recreation and ecotourism as a cultural ecosystem service: An application at the local level in Southern Chile. *Applied Geography*, 40, 71–82. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2012.12.004>
- Nahuelhual, L., Carmona, A., Aguayo, M., & Echeverria, C. (2014). Land use change and ecosystem services provision: a case study of recreation and ecotourism opportunities in southern Chile. *Landscape Ecology*, 29(2), 329–344. <https://doi.org/10.1007/s10980-013-9958-x>
- Nahuelhual, L., Carmona, A., Laterra, P., Barrena, J., & Aguayo, M. (2014). A mapping approach to assess intangible cultural ecosystem services: The case of agriculture heritage in Southern Chile. *Ecological Indicators*, 40, 90–101. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.01.005>
- Nahuelhual, L., Vergara, X., Kusch, A., Campos, G., & Droguett, D. (2017). Mapping ecosystem services for marine spatial planning: Recreation opportunities in Sub-Antarctic Chile. *Marine Policy*, 81, 211–218.
- Nelson, E., Mendoza, G., Regetz, J., Polasky, S., Tallis, H., Cameron, D., Chan, K. M. A., Daily, G. C., Goldstein, J., Kareiva, P. M., Lonsdorf, E., Naidoo, R., Ricketts, T. H., & Shaw, M. (2009). Modeling multiple ecosystem services, biodiversity conservation, commodity production, and tradeoffs at landscape scales. *Frontiers in ecology and the environment*, 7(1), 4–11. <https://doi.org/10.1890/080023>
- Newbold, T., Hudson, L. N., Hill, S. L. L., Contu, S., Lysenko, I., Senior, R. A., Börger, L., Bennett, D. J., Choimes, A., Collen, B., Day, J., De Palma, A., Díaz, S., Echeverria-Londoño, S., Edgar, M. J., Feldman, A., Garon, M., Harrison, M. L. K., Alhusseini, T., ... Purvis, A. (2015). Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. *Nature*, 520(7545), 45–50. <https://doi.org/10.1038/nature14324>

- Niklitschek, M. E. (2007). Trade Liberalization and Land Use Changes: Explaining the Expansion of Afforested Land in Chile. *Forest Science*, 53, 385–394. <https://doi.org/10.1093/forestscience/53.3.385>
- Nowak, D. J., Hirabayashi, S., Bodine, A., & Greenfield, E. (2014). Tree and forest effects on air quality and human health in the United States. *Environmental Pollution*, 193, 119–129. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.05.028>
- Odum, E. P. (1989). *Ecology and our endangered life support system*. Oxford University Press.
- Offen, K. (2012). Historical geography I: Vital traditions. *Progress in Human Geography*, 36(4), 527–540. <https://doi.org/10.1177/0309132511417964>
- Orellana, A., Mena Valdés, J. A., & Montes Marín, M. (2016). Plan de desarrollo comunal: ¿El instrumento rector de la gestión municipal en Chile? *Revista INVI*, 31(87), 173–200. <https://doi.org/10.4067/s0718-83582016000200006>
- Otero, L. (2006). La Huella del Fuego. Pehuén.
- Ostrom, E. (1986) “An agenda for the study of institutions”. *Public Choice*, 48, 3–25
- Ostrom, E. (2005) *Understanding Institutional Diversity*. Princeton University Press.
- Ostrom, E. (2007). A diagnostic approach for going beyond panaceas. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(39), 15181–15187. <https://doi.org/10.1073/pnas.0702288104>
- Outeiro, L. R., & Villasante, S. (2013). Sinergias y trade-offs de servicios ecosistémicos causados por la salmonicultura en el socio-ecosistema marino de Chiloé (Sur de Chile). *Sémata: Ciencias Sociais e Humanidades*, 25. <https://revistas.usc.gal/index.php/semata/article/view/1150>
- OP Ingeniería. (2016). Plan Desarrollo Comunal Ilustre Municipalidad de Constitución, INFORME ETAPA 1 Análisis y Complementación Global del Diagnóstico. pp. 201.
- Palacios, C. P., Agüero, B., & Simonetti, J. A. (2013). Agroforestry systems as habitat for herpetofauna: is there supporting evidence? *Agroforestry Systems*, 87(3), 517–523. <https://doi.org/10.1007/s10457-012-9571-z>
- Park, R. E. (1936). Human Ecology. *American journal of sociology*, 42(1), 1–15. <https://doi.org/10.1086/217327>
- Parker, D. C., Manson, S. M., Janssen, M. A., Hoffmann, M. J., & Deadman, P. (2003). Multi-agent systems for the simulation of land-use and land-cover change: A review. *Annals of the Association of American Geographers. Association of American Geographers*, 93(2), 314–337. <https://doi.org/10.1111/1467-8306.9302004>
- Parra, C., & Moulaert, F. (2016). The governance of the nature-culture nexus: Lessons learned from the San Pedro de Atacama case study. *Nature and Culture*, 11(3), 239–258. <https://doi.org/10.3167/nc.2016.110302>
- Peña-Cortés, F., Rebolledo, G., Hermosilla, K., Hauenstein, E., Bertrán, C., Schlatter, R., & Tapia, J. (2006). Dinámica del paisaje para el período 1980-2004 en la cuenca costera del Lago Budi, Chile. Consideraciones para la conservación de sus humedales. *Ecología Austral*, 16(2), 183–196. http://ojs.ecologiaaustral.com.ar/index.php/Ecologia_Austral/article/view/1442
- Peña-Cortés, F., Pincheira, J., Fernandez, E., Rebolledo, G., Andrade E., & Salinas, C. (2019). Ordenamiento Territorial en Chile: desafíos para incorporar la gestión integrada de zonas costeras. En *La Zona Costera de Chile: Adaptación y Planificación para la resiliencia*.

- Peña-Cortés, F., Vergara-Fernández, C., Pincheira-Ulbrich, J., Aguilera-Benavente, F., & Gallardo-Alvarez, N. (2021). Location factors and dynamics of tree plantation expansion in two coastal river basins in south-central Chile: basis for land use planning. *Journal of Land Use Science*, 16(2), 159–173. <https://doi.org/10.1080/1747423x.2021.1882597>
- Perez-Verdin, G., Sanjurjo-Rivera, E., Galicia, L., Hernandez-Diaz, J. C., Hernandez-Trejo, V., & Marquez-Linares, M. A. (2016). Economic valuation of ecosystem services in Mexico: Current status and trends. *Ecosystem Services*, 21, 6–19. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.07.003>
- Peterson, G. D., Cumming, G. S., & Carpenter, S. R. (2003). Scenario planning: A tool for conservation in an uncertain world. *Conservation Biology: The Journal of the Society for Conservation Biology*, 17(2), 358–366. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2003.01491.x>
- Pimm, S. L., & Raven, P. (2000). Biodiversity. Extinction by numbers: Biodiversity. *Nature*, 403(6772), 843–845. <https://doi.org/10.1038/35002708>
- Pinto-Correia, T., & Kristensen, L. (2013). Linking research to practice: The landscape as the basis for integrating social and ecological perspectives of the rural. *Landscape and Urban Planning*, 120, 248–256. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.07.005>
- Pittock, J., Cork, S., & Maynard, S. (2012). The state of the application of ecosystems services in Australia. *Ecosystem Services*, 1(1), 111–120. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.07.010>
- Plieninger, T., Draux, H., Fagerholm, N., Bieling, C., Bürgi, M., Kizos, T., Kuemmerle, T., Primdahl, J., & Verburg, P. H. (2016). The driving forces of landscape change in Europe: A systematic review of the evidence. *Land Use Policy*, 57, 204–214. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.04.040>
- Pontius, R. G., Huffaker, D., & Denman, K. (2004). Useful techniques of validation for spatially explicit land-change models. *Ecological Modelling*, 179(4), 445–461. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2004.05.010>
- Potschin, M. B., & Haines-Young, R. H. (2011). Ecosystem services: Exploring a geographical perspective. *Progress in Physical Geography*, 35(5), 575–594. <https://doi.org/10.1177/0309133311423172>
- Prado Jose Antonio. (2016). Las Plantaciones Forestales. Más allá de los árboles. Colegio de Ingenieros Forestales A.G. pp. 172.
- Pliscoff, P. (2015). Aplicación de los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) para la evaluación de riesgo de los ecosistemas terrestres de Chile. Informe Técnico elaborado por Patricio Pliscoff para el Ministerio del Medio Ambiente.
- Plan Regulador comuna de Consttucion (PRC). (2012). Memoria explicativa Plan regulador comuna de Constotucion.
- Pretty, J. (2011). Interdisciplinary progress in approaches to address social-ecological and ecocultural systems. *Environmental Conservation*, 38(2), 127–139. <https://doi.org/10.1017/s0376892910000937>

- Raudsepp-Hearne, C., Peterson, G. D., & Bennett, E. M. (2010). Ecosystem service bundles for analyzing tradeoffs in diverse landscapes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(11), 5242–5247. <https://doi.org/10.1073/pnas.0907284107>
- Rivera, R., & Cruz, M. (1984). Pobladores rurales. Cambio en los poblamientos y el empleo rural en Chile. Serie GIA.
- Rodríguez-Echeverry, J., Echeverría, C., Oyarzún, C., & Morales, L. (2018). Impact of land-use change on biodiversity and ecosystem services in the Chilean temperate forests. *Landscape Ecology*, 33(3), 439–453. <https://doi.org/10.1007/s10980-018-0612-5>
- Rojas, J. (2003). El subtrabajo en el capitalismo flexible. La realidad del trabajo y del trabajador temporero en la actividad forestal subcontratada. En *Trabajo y Capital en Chile*. Fondo de Cultura Económica.
- Rossi, Í. (1995). Desarrollo y competitividad del sector forestal-maderero, in P. Meller y R. E. Sáez (Eds.), *Auge Exportador Chileno. Lecciones y Desafíos Futuros*. CIEPLAN/Dolmen, Santiago, pp. 109–135.
- Root-Bernstein, M., Guerrero-Gatica, M., Piña, L., Bonacic, C., Svenning, J.-C., & Jaksic, F. M. (2017). Rewilding-inspired transhumance for the restoration of semiarid silvopastoral systems in Chile. *Regional Environmental Change*, 17(5), 1381–1396. <https://doi.org/10.1007/s10113-016-0981-8>
- Rozas-Vásquez, D., Fürst, C., Geneletti, D., & Muñoz, F. (2017). Multi-actor involvement for integrating ecosystem services in strategic environmental assessment of spatial plans. *Environmental impact assessment review*, 62, 135–146. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2016.09.001>
- Sharp, R., Tallis, H.T., Ricketts, T., Guerry, A. D., et al., 2018. InVEST 3.7. The Nature Conservancy, and World Wildlife Fund, User's Guide. The Natural Capital Project, Stanford University. University of Minnesota.
- Sayer, J., Sunderland, T., Ghazoul, J., Pfund, J.-L., Sheil, D., Meijaard, E., Venter, M., Boedhihartono, A. K., Day, M., Garcia, C., van Oosten, C., & Buck, L. E. (2013). Ten principles for a landscape approach to reconciling agriculture, conservation, and other competing land uses. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(21), 8349–8356. <https://doi.org/10.1073/pnas.1210595110>
- Schröter, M., van der Zanden, E. H., van Oudenhoven, A. P. E., Remme, R. P., Serna-Chavez, H. M., de Groot, R. S., & Opdam, P. (2014). Ecosystem Services as a Contested Concept: a Synthesis of Critique and Counter-Arguments: Ecosystem services as a contested concept. *Conservation Letters*, 7(6), 514–523. <https://doi.org/10.1111/conl.12091>
- Schuhmann, P. W., & Mahon, R. (2015). The valuation of marine ecosystem goods and services in the Caribbean: A literature review and framework for future valuation efforts. *Ecosystem services*, 11, 56–66. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.07.013>
- Seppelt, R., Dormann, C. F., Eppink, F. V., Lautenbach, S., & Schmidt, S. (2011). A quantitative review of ecosystem service studies: approaches, shortcomings and the road ahead: Priorities for ecosystem service studies. *The Journal of Applied Ecology*, 48(3), 630–636. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2010.01952.x>
- SESMAD. (2014). Social-ecological systems meta-analysis database: background and research methods. Dartmouth College. <http://sesmad.dartmouth.edu/>

- Silva, E. (2007). The import-substitution model: Chile in comparative perspective. *Latin American perspectives*, 34(3), 67–90. <http://www.jstor.org/stable/27648023>
- Schulz, J. J., Cayuela, L., Echeverría, C., Salas, J., & Rey Benayas, J. M. (2010). Monitoring land cover change of the dryland forest landscape of Central Chile (1975–2008). *Applied Geography* (Sevenoaks, England), 30(3), 436–447. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2009.12.003>
- Stone-Jovicich, S., Goldstein, B. E., Brown, K., Plummer, R., & Olsson, P. (2018). Expanding the contribution of the social sciences to social-ecological resilience research. *Ecology and society: a journal of integrative science for resilience and sustainability*, 23(1). <https://doi.org/10.5751/es-10008-230141>
- Swets, J. A. (1986). Measuring the accuracy of diagnostic systems. *Science*, 240(4857), 1285–1293. <https://doi.org/10.1126/science.3287615>
- TERRAM, (2016). INFOGRAFÍA: La historia del Decreto Ley N° 701 de fomento forestal.
- Tittensor, D. P., Walpole, M., Hill, S. L. L., Boyce, D. G., Britten, G. L., Burgess, N. D., Butchart, S. H. M., Leadley, P. W., Regan, E. C., Alkemade, R., Baumung, R., Bellard, C., Bouwman, L., Bowles-Newark, N. J., Chenery, A. M., Cheung, W. W. L., Christensen, V., Cooper, H. D., Crowther, A. R., ... Ye, Y. (2014). A mid-term analysis of progress toward international biodiversity targets. *Science* (New York, N.Y.), 346(6206), 241–244. <https://doi.org/10.1126/science.1257484>
- Turner, B. L., 2nd, Lambin, E. F., & Reenberg, A. (2007). The emergence of land change science for global environmental change and sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(52), 20666–20671. <https://doi.org/10.1073/pnas.0704119104>
- Uriarte, M., Yackulic, C. B., Lim, Y., & Arce-Nazario, J. A. (2011). Influence of land use on water quality in a tropical landscape: a multi-scale analysis. *Landscape Ecology*, 26(8), 1151–1164. <https://doi.org/10.1007/s10980-011-9642-y>
- Urrea, R., & J.T. Ibarra. (2019). Agrobiodiversidad en huertas familiares de Chile: un recorrido general de norte a sur. En Ibarra, J.T., A. Barreau, J. Caviedes & N. Pessa (Eds.) *Huertas familiares y comunitarias: cultivando soberanía alimentaria* (pp. 30–47). Universidad Católica de Chile.
- Urrutia-Jalabert, R., González, M. E., González-Reyes, Á., Lara, A., & Garreaud, R. (2018). Climate variability and forest fires in central and south-central Chile. *Ecosphere* (Washington, D.C), 9(4), e02171. <https://doi.org/10.1002/ecs2.2171>
- Unda Padilla, A., & Ravera Pesce, F. (1994). Análisis histórico de sitios de establecimiento de las plantaciones forestales en Chile. *Instituto Forestal, Unidad de Medio Ambiente*. <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/14061>
- van Vliet, M. T. H., van Beek, L. P. H., Eisner, S., Flörke, M., Wada, Y., & Bierkens, M. F. P. (2016). Multi-model assessment of global hydropower and cooling water discharge potential under climate change. *Global Environmental Change: Human and Policy Dimensions*, 40, 156–170. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.07.007>
- Vásquez, A. E. (2016). Infraestructura verde, servicios ecosistémicos y sus aportes para enfrentar el cambio climático en ciudades: el caso del corredor ribereño del río Mapocho en Santiago de Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, 63, 63–86. <https://doi.org/10.4067/s0718-34022016000100005>
- Vergara, P. (1984). Auge y caída del neo/iberalismo en Chile: un estudio sobre la evolución ideológica del régimen militar. Documento de trabajo-Programa FLACSO.

- Veldkamp, A., & Lambin, E. F. (2001). Predicting land-use change. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 85(1–3), 1–6. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(01\)00199-2](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00199-2)
- Veldkamp, A., & Verburg, P. H. (2004). Modelling land use change and environmental impact. *Journal of Environmental Management*, 72(1–2), 1–3. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2004.04.004>
- Verburg, P. H., Eickhout, B., & van Meijl, H. (2008). A multi-scale, multi-model approach for analyzing the future dynamics of European land use. *The Annals of Regional Science*, 42(1), 57–77. <https://doi.org/10.1007/s00168-007-0136-4>
- Verburg, P. H., Neumann, K., & Nol, L. (2011). Challenges in using land use and land cover data for global change studies. *Global Change Biology*, 17(2), 974–989. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2010.02307.x>
- Verburg, P. H., & Overmars, K. P. (2009). Combining top-down and bottom-up dynamics in land use modeling: exploring the future of abandoned farmlands in Europe with the Dyna-CLUE model. *Landscape Ecology*, 24(9), 1167–1181. <https://doi.org/10.1007/s10980-009-9355-7>
- Verburg, P. H., Schulp, C. J. E., Witte, N., & Veldkamp, A. (2006). Downscaling of land use change scenarios to assess the dynamics of European landscapes. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 114(1), 39–56. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.11.024>
- Verburg, P. H., Tabeau, A., & Hatna, E. (2013). Assessing spatial uncertainties of land allocation using a scenario approach and sensitivity analysis: a study for land use in Europe. *Journal of Environmental Management*, 127 Suppl, S132–44. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.08.038>
- Verburg, P. H., Veldkamp, A., Willemen, L., Overmars, K. P., & Castella, J.-C. (2004). Landscape level analysis of the spatial and temporal complexity of land-use change. In *Ecosystems and Land Use Change* (pp. 217–230). American Geophysical Union. <https://doi.org/10.1029/153gm17>
- Walker, B. H., Abel, N., Anderies, J. M., & Ryan, P. (2009). Resilience, adaptability, and transformability in the goulburn-broken catchment, Australia. *Ecology and Society: A Journal of Integrative Science for Resilience and Sustainability*, 14(1). <https://doi.org/10.5751/es-02824-140112>
- Woodruff, S. C., & BenDor, T. K. (2016). Ecosystem services in urban planning: Comparative paradigms and guidelines for high quality plans. *Landscape and urban planning*, 152, 90–100. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.04.003>
- Xie, W., Huang, Q., He, C., & Zhao, X. (2018). Projecting the impacts of urban expansion on simultaneous losses of ecosystem services: A case study in Beijing, China. *Ecological Indicators*, 84, 183–193. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.08.055>
- Yáñez, E., Silva, C., Angela Barbieri, M., & Trujillo, H. (2014). Socio ecological analysis of the artisanal fishing system on Easter Island. *Latin american journal of aquatic research*, 42(4), 803–813. <https://doi.org/10.3856/vol42-issue4-fulltext-8>
- Young, O. R., Berkhout, F., Gallopin, G. C., Janssen, M. A., Ostrom, E., & van der Leeuw, S. (2006). The globalization of socio-ecological systems: An agenda for scientific research. *Global Environmental Change: Human and Policy Dimensions*, 16(3), 304–316. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.03.004>
- Yuan, M.-H., Lo, S.-L., & Yang, C.-K. (2017). Integrating ecosystem services in terrestrial conservation planning. *Environmental Science and Pollution Research International*, 24(13), 12144–12154. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-8795-x>

- Zamorano-Elgueta, C., Rey Benayas, J. M., Cayuela, L., Hantson, S., & Armenteras, D. (2015). Native forest replacement by exotic plantations in southern Chile (1985–2011) and partial compensation by natural regeneration. *Forest ecology and management*, 345, 10–20. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.02.025>
- Zheng, X.-Q., Zhao, L., Xiang, W.-N., Li, N., Lv, L.-N., & Yang, X. (2012). A coupled model for simulating spatio-temporal dynamics of land-use change: A case study in Changqing, Jinan, China. *Landscape and Urban Planning*, 106(1), 51–61. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.02.006>
- Zimmerer, K. S. (1994). Human geography and the “new ecology”: The prospect and promise of integration. *Annals of the Association of American Geographers*. *Association of American Geographers*, 84(1), 108–125. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8306.1994.tb01731.x>