

El paisaje filtrante del agua: Infraestructuras ecológicas remediadoras en base al *Salix viminalis* en la comuna de Chimbarongo

Malina Marie Sterzik

Artículo producido a partir de tesis de magíster

Profesores guía: Tomás Folch y Lía Aliaga

Esta investigación se centra en el estudio de las oportunidades que presenta el cultivo del *Salix viminalis*, perteneciente a la familia de los *Salicaceae*, comúnmente denominada 'saucé'. A nivel nacional, esta especie se utiliza para la fabricación del material artesanal conocido como mimbre. Sin embargo, en las últimas décadas ha recibido especial atención por sus características remediadoras y depuradoras de aguas contaminadas, es decir, sus capacidades fitorremediadoras.

Se define la comuna de Chimbarongo como caso de estudio, lugar donde tradicionalmente se cultiva y fabrica el mimbre en Chile. Es una comuna caracterizada por la intensa actividad agrícola que se realiza en ella, aproximadamente la mitad de su superficie está destinada a dicha actividad. Una de las consecuencias de esto es la aplicación intensiva de fertilizantes y plaguicidas, que afectan directamente a los recursos hídricos de la región. Esta problemática se entiende como una oportunidad para pensar el cultivo del *Salix viminalis* como infraestructura ecológica en la comuna de Chimbarongo, capaz de minimizar los efectos de la actividad agrícola en los recursos hídricos del lugar. Hoy en día, el cultivo de la especie se entiende a una escala local y productiva en Chimbarongo. Sin embargo, su uso puede ser ampliado, integrando sus beneficios económicos, sociales y ecológicos de manera holística. De este modo, se busca reformular el concepto tradicional de la especie vegetal, otorgándole un enfoque ecológico y reintegrándola como sistema multifuncional y potencial servicio ambiental ante escenarios críticos.

1. DOBLE FUNCIÓN DE LA ESPECIE VEGETAL

1.1 MIMBRE COMO MATERIAL ARTESANAL: ACTIVIDAD PRODUCTIVA LOCAL EN CHIMBARONGO

La especie *Salix viminalis*, utilizada para la fabricación del mimbre en Chile, es introducida en la época de colonización por los españoles. La localidad de Chimbarongo ha sido relacionada históricamente, desde los tiempos de la colonia, a la actividad productiva del mimbre. A principios del siglo XX se consolida como la capital del mimbre a través de su cultivo y manufactura artesanal de cestos y muebles. Sin embargo, esta realidad ha cambiado drásticamente en las últimas décadas. La fibra vegetal y toda actividad relacionada a ella se ha visto amenazada debido a la introducción de productos de bajo costo y de materiales alternativos que comenzaron a competir con el mimbre, la reconversión de suelos desde el cultivo del mimbre al de otro tipo de plantaciones, la disminución del interés de las personas involucradas en la producción y, en consecuencia, el encarecimiento de la materia prima. El resultado fue una reducción de la actividad artesanal asociada al *Salix viminalis*; 223,2 hectáreas cultivadas en 1997 disminuyen a 107,5 hectáreas en 2007¹. Durante la década de los ochenta, más de 3.000 habitantes se dedicaban a actividades relacionadas con el mimbre. El año 2012, quedaban sólo cuatro grandes productores y cerca de 500 personas vinculadas a ella². Estos antecedentes evidencian la compleja situación en la que se encuentra actualmente la actividad mimbarrera. Tanto la materia prima como el modo de vida está por desaparecer, lo que conlleva a la pérdida de los rasgos identitarios de la comuna de Chimbarongo.

1.2 EL SALIX VIMINALIS COMO SERVICIO AMBIENTAL: FITORREMIEDIACIÓN

El mimbre pertenece al género *Salix* de la familia de las *Salicáceas*. Los ejemplares arbóreos de *Salix* se conocen comúnmente como sauces. Se caracterizan por su fácil propagación y la gran adaptabilidad a diversas ecologías y condiciones climáticas. Además, la especie es conocida por su rápida regeneración después de

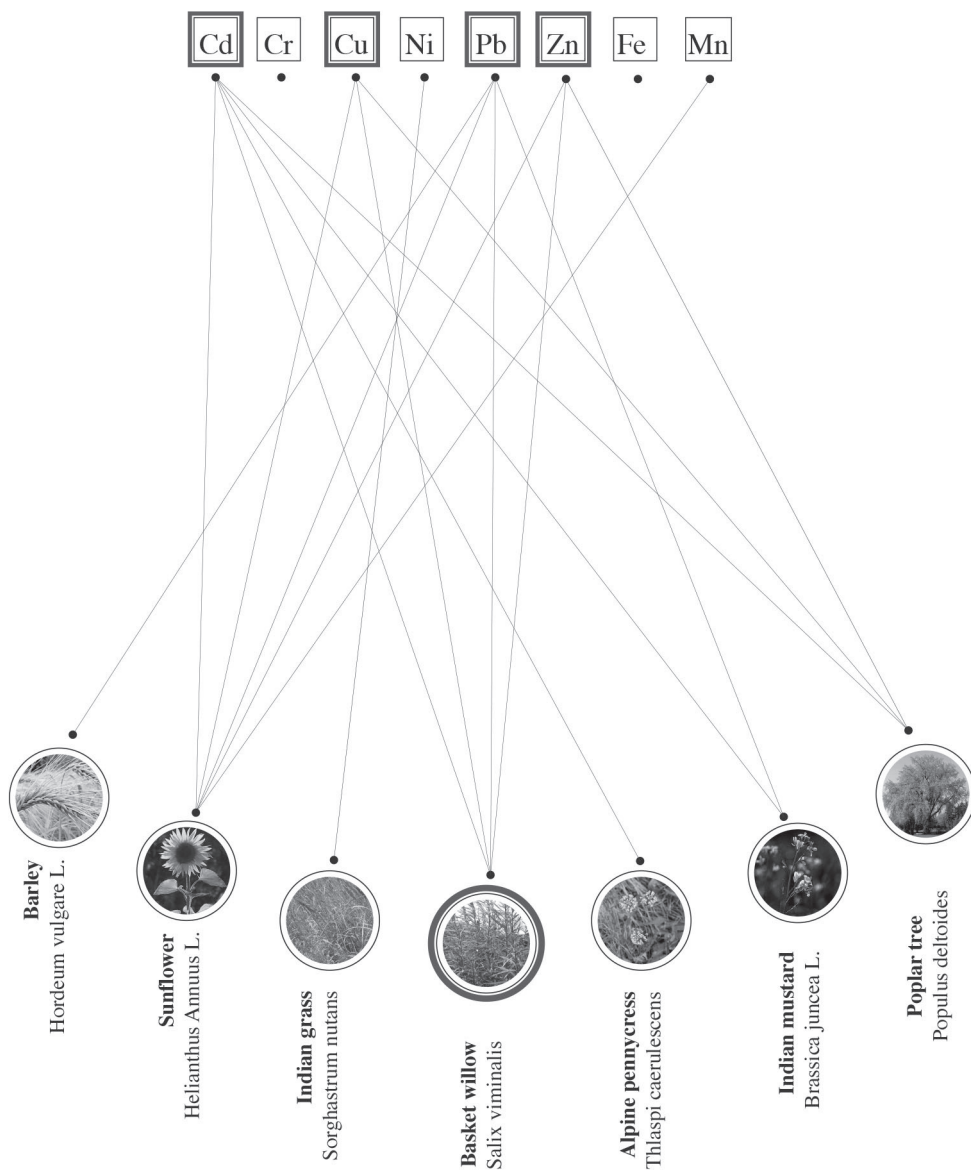


FIG. 01: metales pesados absorbidos por reconocidas especies de remediación, incluyendo el *Salix viminalis*.

la cosecha y la resistencia a pestes y enfermedades como también a climas extremos. Por otro lado, se consideran una alternativa valiosa para la forestación sustentable en muchos países. Sobre todo, en Suecia, es una práctica común utilizar el sauce para tales fines. En Enköping, las aguas residuales urbanas son tratadas por plantaciones de sauces. En Herby, agua de escorrentía de la industria maderera es utilizada para regar plantaciones de sauces. Por último, en Högbytorp, se establece una plantación de esta especie que es regada con agua que escurre de los vertidos controlados de basura³. El *Salix* recientemente se valora particularmente por sus posibles servicios ambientales, ya que puede estabilizar sustratos contaminados, reciclar nutrientes y acumular contaminantes en sus tejidos⁴. Este proceso se conoce como fitorremediación. La fitorremediación, en otras palabras, es la descontaminación de suelos, la depuración de

aguas residuales o la limpieza del aire utilizando determinadas especies vegetales. La aplicación de fitorremediación en sedimentos contaminados por metales pesados ocupando *Salix viminalis* ha sido descrita por diversos autores.

Species of *Salix* characterized by particular physiological adaptations and ecological resilience are predisposed to use in conservation and environmental projects in many climatic zones and adverse microsite conditions. The economic importance of *Salix* is currently increasing and emerging in a wide array of practical applications to restore damaged ecosystems⁵.

Recientemente, las investigaciones se han centrado en plantar sauces en territorio contaminado con metales pesados⁶, suelos agrícolas afectados por fertilizantes⁷, el tratamiento de suelos con cantidades

importantes de radionúclidos⁸ y el tratamiento de aguas residuales⁹. Esta tesis se centrará en la capacidad del *Salix viminalis* para absorber metales pesados del suelo, ya que es la principal capacidad remediadora que posee la especie. Estudios en terreno en Bélgica¹⁰ han verificado que es una especie ejemplar para tal fin. Es importante mencionar que el *Salix viminalis* puede absorber sólo ciertos metales pesados, entre los cuales se encuentran el Cd, Pb, Cu y Zn, pero no incluye Fe, Mn, Cr y Ni¹¹.

1.3 DISEÑO SISTÉMICO

Las características mencionadas anteriormente generan nuevas posibilidades para los cultivos del *Salix viminalis*. Es posible reformular el concepto que tiene el paisaje del mimbre actualmente, dándole un valor agregado que no ha sido explorado anteriormente.

In current landscape theory, there is considerable consensus about conceiving landscapes holistically. That is to say, understanding the landscape as a whole cannot be done merely by analyzing its elements. The interaction of the elements must be considered, especially the interaction of natural and cultural ones. It follows that landscape history must also take a holistic view of a landscape, integrating natural and human activity as parts of a single evolving system¹².

En este sentido, la interacción de los elementos culturales, la fabricación de un producto artesanal se vincula con los elementos naturales que posibilitan este proceso, los cultivos del *Salix viminalis*. Los cultivos de esta especie poseen características considerables, que sobrepasan producir un simple material de consumo. De esta manera, el proceso del cultivo del mimbre se amplía al concepto que se conoce como *Cradle to Cradle*. En este discurso, se establece que todos los materiales de consumo deben formar parte de un ciclo sin fin como base para un paisaje inteligente y sustentable.

We should make all 'materials of consumption' become part of either the biological nutrient cycle or the technological nutrient cycle, meaning that materials should either be biodegradable to be taken up in a natural cycle at the end of a product's life, or be 'upcyclable', and be reused indefinitely in a technological closed loop system, form the basis for smarter urban landscape projects in the future¹³.

Al usar ambas características de la especie, su valor como material artesanal y sus capacidades remediadoras, la problemática que hoy en día posee la producción de mimbre se extrapola a otra dimensión ecológica y económica. El interés de combinar estos factores se entiende como *Systemic Design* o diseño sistemático. Este concepto hace hincapié en obtener resultados sostenibles en los paisajes productivos, que hoy en día muchas veces se presentan como una amenaza para los ecosistemas.

Systemic Design merges the existing stresses on a landscape with multi-layered, time-based strategies that work to reclaim value and increase sustainability in the built environment. Systemic Design seeks to interact with the environmental, economic and programmatic stresses across regional territories. Understanding how natural and artificial systems dynamically function in regional territories and small locales, and ultimately feed back into both scales from new design and planning interventions, form the basis for smarter urban landscape projects in the future⁴.

Los cultivos interactúan de manera directa con el medio ambiente, pudiendo responder a necesidades del lugar, más allá del abastecimiento de material artesanal. Para poder conocer estas necesidades, es de crucial importancia entender el territorio de manera global. Por lo mismo, a continuación, se realiza un exhaustivo estudio de la comuna de Chimbarongo.

2. CASO DE ESTUDIO

2.1 CONDICIONES GEOGRÁFICAS

La comuna de Chimbarongo se localiza en la Provincia de Colchagua, VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Se sitúa en un área ocupada por la depresión intermedia y parte de la Cordillera de los Andes, siendo la primera la que posee mayor extensión. Una de las características más importantes de la topografía de la comuna es su mayoritaria conformación por tierras planas, ausente de accidentes topográficos. En los suelos de poca pendiente, se concentra la población y la actividad agrícola. Corresponde a un valle entre cordones montañosos, condición geográfica que ocurre reiteradamente a lo largo de todo el territorio nacional.

2.2 CURSOS DE AGUA

2.2.1 Red hidrográfica

Con respecto a la red hidrográfica de la comuna, el río Tinguiririca es el principal curso fluvial, acompañado por una serie de esteros de un segundo orden de importancia. Por otro lado, son de suma importancia los canales de riego que abastecen a los terrenos agrícolas desde el norte hacia el sur. La gran mayoría de estos canales, se abastecen del agua del río Tinguiririca. Todos los cursos de agua mencionados abastecen el embalse Convento Viejo. El embalse Convento Viejo posee una superficie de más de 3000 hectáreas y una capacidad de embalsamiento de 237 millones de metros cúbicos⁵. Este embalse posee gran relevancia a nivel comunal y regional, ya que actualmente riega un área de más de 20.000 hectáreas. Finalmente, en la llanura central de la comuna de Chimbarongo existen numerosos tranques o embalses menores, que concentran aguas de riego provenientes tanto de canales como de cursos fluviales. Estas infraestructuras tienen como finalidad asegurar el riego de los suelos agrícolas.

De estos datos se concluye que la comuna se abastece completamente de un curso fluvial, el río

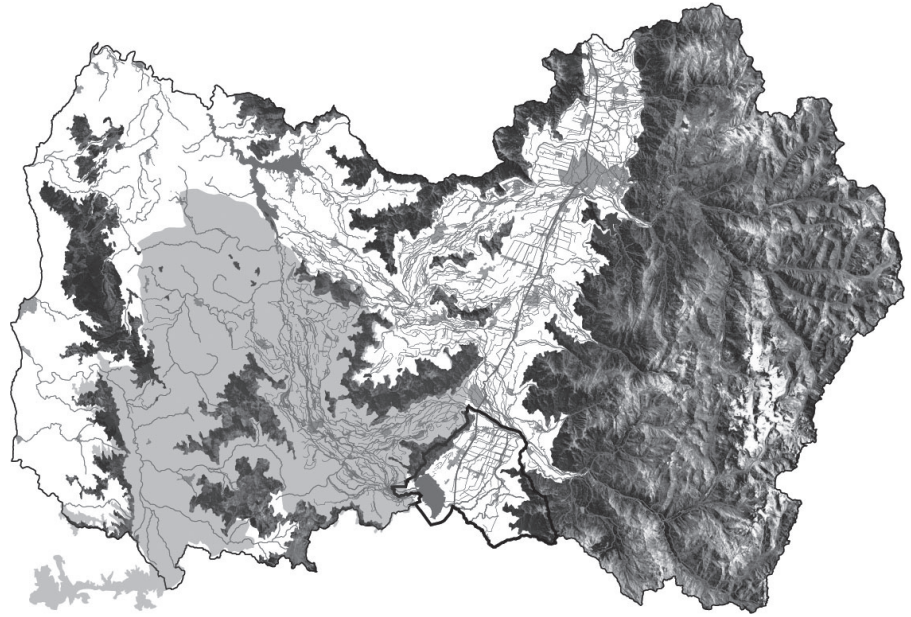


FIG. 02: se evidencia la geografía, la vialidad, los asentamientos y el sistema de riego y canalización en la región. En gris se muestra el área de abastecimiento de riego del embalse Convento Viejo en la región de O'Higgins. Además, se encuentra destacada la comuna de Chimbarongo.



FIG. 03: análisis y desglose comunal. Vista aérea, hidrografía, embalses agrícolas, cultivos frutales, sistemas viales principales, asentamientos.

para el posterior desarrollo del proyecto, ya que justamente estos cultivos requieren intensiva aplicación de fertilizantes y plaguicidas.

2.4.3 Subdivisión de los predios agrícolas

Se profundiza en la morfología de estos suelos para comprender el ordenamiento territorial presente en la comuna. Se presenta el número de las explotaciones agropecuarias por tamaño de tierra en la comuna¹⁹:

En total, existen 1,260 cultivos que utilizan menos de 50 ha, y sólo 136 cultivos poseen un área mayor a esto. El territorio se entiende, por lo tanto, de manera fragmentada. De este análisis también se concluye que la mayoría de las explotaciones agrícolas son de carácter local y rural. Las grandes plantaciones industriales, en cambio, son más bien una excepción. Este ordenamiento territorial se presenta como una oportunidad para repensar el orden de estas piezas, que, por su tamaño reducido, pueden ser relocalizadas de manera sencilla [FIG. 07].

3. CONTAMINACIÓN AGRARIA

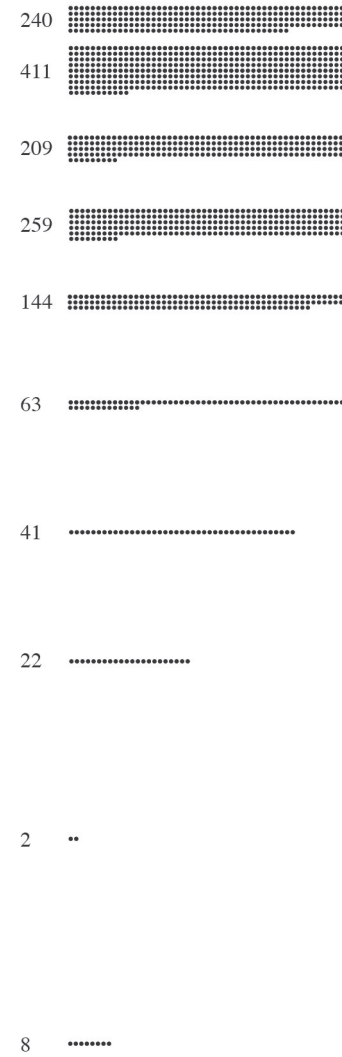
3.1 FERTILIZANTES Y PLAGUICIDAS

La necesidad de producir grandes cantidades de alimentos ha repercutido en las prácticas agrícolas en todo el mundo, como también a nivel nacional. Para maximizar las cosechas, se han incorporado diversas sustancias a las prácticas agrarias, específicamente fertilizantes y plaguicidas, aumentando las cosechas significativamente. Sin embargo, también conllevaron a una serie de efectos negativos para el ser humano y el ecosistema, que se comienzan a discutir en la década de los setenta. Desde entonces, existe el desafío de minimizar estos efectos producido por el alto de contaminantes que contienen las sustancias. En este trabajo, se hace especial énfasis en la contaminación a los recursos hídricos por fertilizantes y plaguicidas. Debido a su toxicidad y su tendencia a acumularse en los sistemas biológicos, representan un riesgo para la salud humana y los ecosistemas, incluso en bajas concentraciones. El uso creciente de fertilizantes y plaguicidas en la actividad agrícola es una vía de entrada importante de estos contaminantes en el sistema hídrico de la región.

3.2 CICLO DE DESCOMPOSICIÓN

El ciclo de descomposición de fertilizantes y plaguicidas funciona de manera similar. Se puede resumir en procesos de acumulación, degradación y transporte. En cada una de las etapas, las sustancias poseen una amenaza para el ecosistema. El problema primordial de estos términos es el proceso de transporte, cuando los contaminantes se desplazan a lugares en los cuales no deberían estar. El principal elemento que genera este desplazamiento de las sustancias es el agua. Se hace especial énfasis en este recurso en el proyecto al ser un elemento estructurante en el ordenamiento territorial de la comuna.

Número de cultivos



Tamaño de cultivos

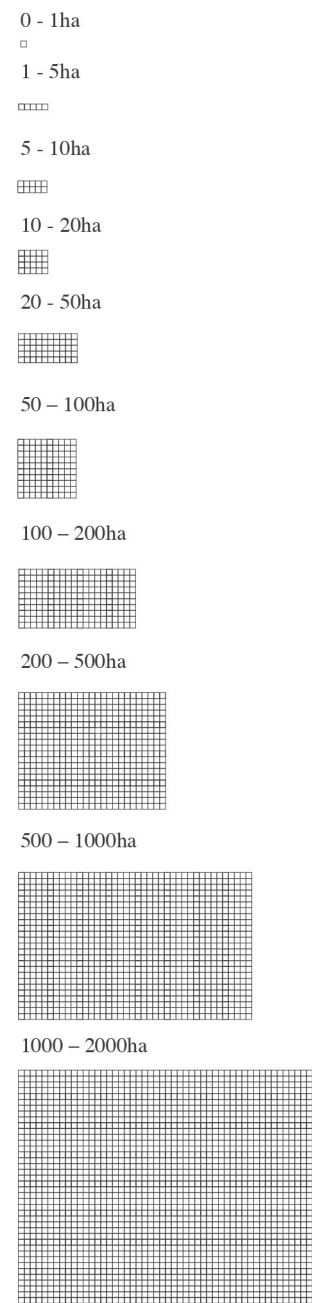


FIG. 07: número y tamaño de los cultivos en la comuna.

3.3 SUSTANCIAS UTILIZADAS POR TIPO DE CULTIVO

Para entender en detalle lo que significan estas sustancias en los diferentes tipos de cultivos, se realiza un análisis de la cantidad de recomendada de fertilizantes, funguicidas, herbicidas e insecticidas para una plantación de 1 hectárea. Esta información es publicada por la Oficina de Estudios Políticas y Agrarias (ODEPA) en diversas fichas técnico-económicas para la Región del Libertador Bernardo O'Higgins. por la Oficina de Estudios Políticas y Agrarias (ODEPA). Sintetizando estos datos, es

posible establecer que los frutales son el rubro con mayor aplicación de fertilizantes y, sobre todo, plaguicidas, seguidos por las hortalizas, los cereales y las leguminosas y tubérculos.

3.4 Metales pesados en fertilizantes y plaguicidas
 Los fertilizantes y plaguicidas contienen, entre otras cosas, grandes cantidades de metales pesados. Justamente estos elementos pueden ser remediados por el *Salix viminalis*, ya que a través de la capacidad fitorremediadora es capaz de absorberlos y mantenerlos en los tejidos de la planta. Entre los metales pesados se encuentran los

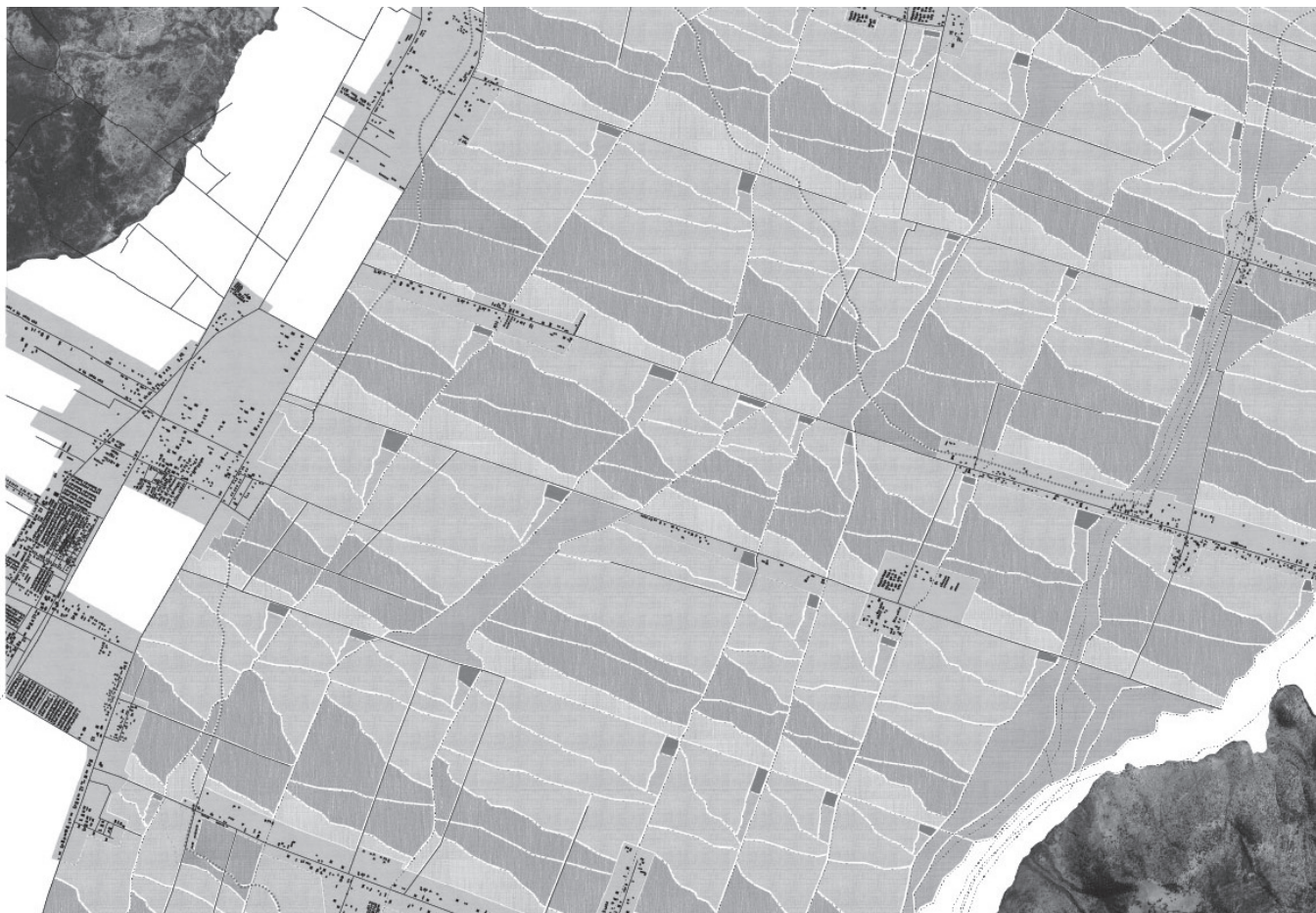


FIG. 08: plano escala macro del proyecto. Se evidencia de que manera los asentamientos, la vialidad y la hidrografía existente sugieren la forma del reordenamiento territorial.

elementos Cd, Cr, Cu, Ni, Pb y Zn. Sin embargo, el metal que domina, sobre todo, es el Zn²⁰. También el Cadmio representa un grave problema en este ámbito, ya que, en los suelos agrícolas, las principales fuentes de Cd provienen de la fertilización fosforada²¹. Tanto el metal Zn, como también el Cd, puede ser absorbido por el *Salix viminalis*. Además de estos dos metales principales, el *Salix viminalis* también es capaz de absorber Pb y Cu. Es decir, esta especie es capaz de remediar la mitad de los metales presentes por la actividad agrícola, por lo que su cultivo se presenta como una oportunidad para remediar este problema en la comuna de Chimbarongo.

4. PROYECTO

4.1 SÍNTESIS DEL PROYECTO

Tomando en consideración los aspectos mencionados anteriormente, el proyecto busca conjugar la doble funcionalidad que posee el mimbre. Por un lado, reactivar su valor artesanal y cultural y, por otro lado, utilizar su cultivo como infraestructura ecológica para remediar la contaminación hídrica producida por la actividad agrícola. El lugar de proyecto es la comuna de Chimbarongo, lugar donde se realiza la actividad mimbrenera desde tiempos históricos y

por lo mismo, se encuentra ligada culturalmente a la fibra vegetal. El proyecto se basa en gran medida en las preexistencias y actividades que se realizan actualmente en la comuna de Chimbarongo descritos en el capítulo 3 y que definen los principales trazados del proyecto.

The landscape is never a blank page from which the unexpected will spring. It is always heavily marked by the practices and natural structures that exist or that existed: without necessarily “stitching together” the past, it is possible to make composition using these different strata²².

A continuación, se presentan las estrategias propuestas para un proyecto de arquitectura del paisaje, a partir de la noción de que el *Salix viminalis* puede ser entendido como infraestructura ecológica, además de un material artesanal. El área de proyecto comprende la comuna completa, por lo que se trabaja a tres escalas para poder abarcar la problemática.

4.2 ESCALA TERRITORIAL

En primer lugar, se propone la creación de un anillo perimetral de servicios: el orden existente de los asentamientos propone esta figura de anillo. El anillo

bordea y encierra las actividades de la comuna. Contiene los principales servicios. Se traduce a un sistema vial asociado a los asentamientos principales. Toda la propuesta se concentra en el interior de esta zona. Lo que se encuentra fuera de ella, no es intervenida, ya que son zonas de pendiente que deben ser entendido como lugares de conservación ecológica, más que terrenos para la actividad agrícola. En segundo lugar, se plantea un canal matriz. Se realiza una jerarquización en base a la altura del punto más bajo de cada asentamiento. En base a las alturas de los asentamientos, se traza un canal matriz desde el río Tinguiririca hacia el embalse Convento Viejo. En los puntos más bajos de los asentamientos, se ubican humedales artificiales para remediar las aguas urbanas.

Por último, la hidrografía existente se clasifica en base a morfología y función. Los principales ríos y esteros no se intervienen, únicamente se propone una zona de buffer de 25 m en estos cauces para impedir el traspaso de contaminantes a estas aguas. Por otro lado, los canales existentes son la base para el reordenamiento territorial. Sus formas definen la trama del proyecto. Los canales se mantienen para la propuesta, integrándolos al sistema de remediación [FIG. 08].

4.3 ESCALA MACRO

A una escala macro o intermedia, se realizan dos principales operaciones. Para comprender estas operaciones, nuevamente es importante entender el territorio existente. Se respetan los asentamientos, la infraestructura vial, y los canales existentes. Todos estos aspectos, de manera natural, proponen una fragmentación del territorio, ya que los canales, al cruzarse, dividen el territorio. Cada una de estas secciones generadas naturalmente, se trata como sistema de purificación. Una sección se encuentra delimitada por canales existentes en cada uno de sus lados.

1. Reordenamiento de los cultivos en cada una de las secciones: el nuevo orden busca generar un urbanismo rural ecológico que disminuya la contaminación hídrica. En cada sección, los cultivos se ordenan de la siguiente manera: franja 1 (cultivos con bajo uso de fertilizantes y plaguicidas, tales como leguminosas, tubérculos y semilleros), franja 2 (cultivos con alto uso de fertilizantes y plaguicidas, tales como frutales y hortalizas), franja 3 (cultivos de *Salix viminalis*). Para determinar la cantidad necesaria de *Salix* para cada sección, se realiza un cálculo que toma en consideración la cantidad de fertilizantes y plaguicidas aplicados por tipo de cultivo en la comuna del Libertador Bernardo O'Higgins, otorgado por el ODEPA, especificados en el desarrollo de este trabajo. En base a esta información, es posible aproximar el área necesaria de *Salix* para remediar esta contaminación.

2. Trazado de un canal filtro: es importante recalcar que casi la totalidad del riego en Chimbarongo se realiza a través de riego gravitacional. De esta manera, es posible direccionar las aguas de tal manera que siempre debe pasar por un cultivo de *Salix* después de pasar por un cultivo de frutales. En otras palabras, el agua que se utiliza para el riego de los cultivos, que se encuentra contaminada, también se utilizará para el posterior riego del *Salix*, y aquí será remediada [FIG. 09, 10].

4.4 ESCALA MICRO

A escala micro, existen dos situaciones que se repiten de forma constante en el proyecto y que se hacen explícitos en el proyecto. Son los lugares públicos y sociales principales que se plantean como aporte a la comunidad del lugar.

En primer lugar, en cada uno de los puntos más bajos de cada asentamiento, se propone un humedal artificial conectado al canal matriz, que remedia las aguas urbanas de los respectivos asentamientos. De esta manera, las aguas del canal matriz no se encuentran contaminadas y finalmente llegarán purificadas hacia el embalse, gracias al sistema de filtro de los humedales artificiales. Por otro lado, estos humedales artificiales funcionan como espacios públicos de recreación y contemplación, destinado a usuarios de los respectivos asentamientos.

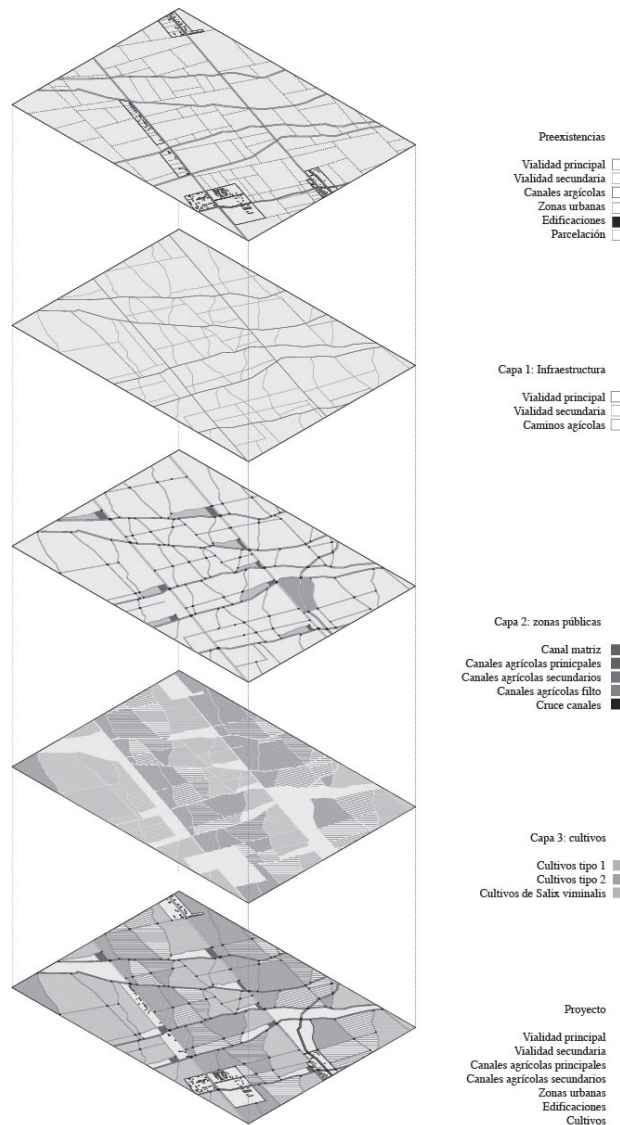


FIG. 09: axonometría del proyecto. Se compone de preexistencias, infraestructura, zonas públicas y cultivos. Estos últimos se dividen en tres tipos, dependiendo del impacto ecológico que tienen.

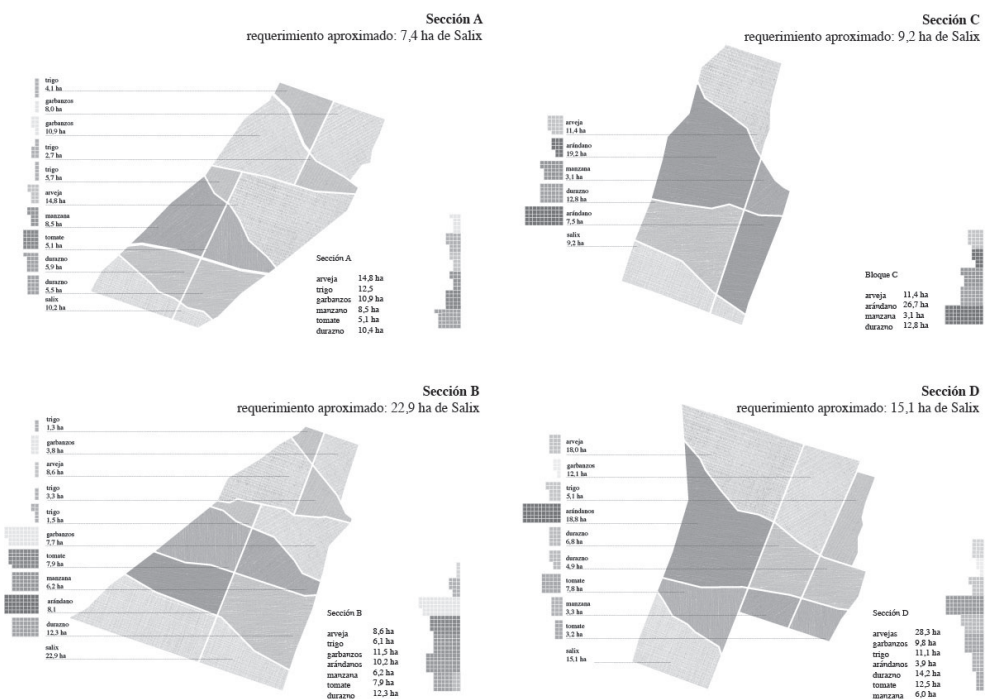


FIG. 10: división de las secciones y tipos de cultivo presente en cada una de ellas. Se destaca el cultivo del *Salix viminalis* en la parte final de cada sección, que funciona como filtro ecológico.

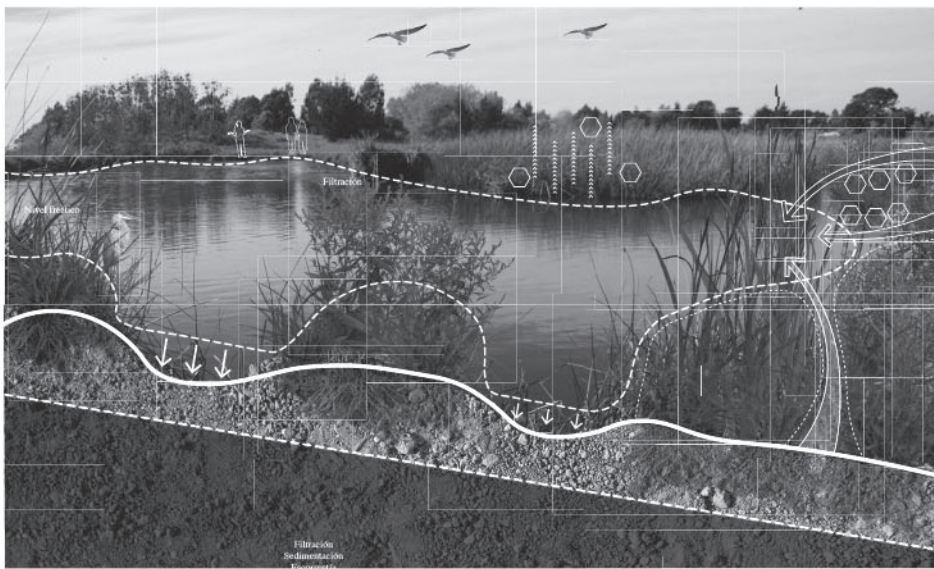
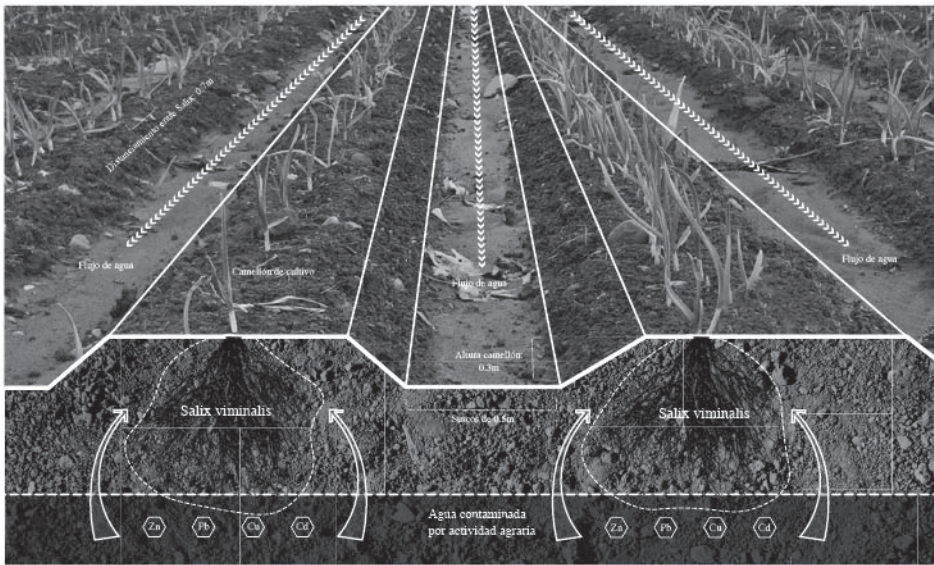


FIG. 11: imágenes técnicas del proyecto. Fitorremediación del *Salix viminalis*, humedales artificiales y corredores ecológicos, todas partes de la propuesta

En segundo lugar, para el funcionamiento del sistema, se plantean embalses agrícolas menores al principio de cada sección de proyecto, lugar donde se cruzan los canales agrícolas existentes. Estos lugares específicos se entienden como plazas rurales, las cuales funcionan como punto de encuentro para la comunidad. Poseen valor paisajístico por la acumulación de agua, en estos lugares se recalca la importancia de este elemento natural en la comuna. Por otro lado, es aquí donde se propone un nuevo espacio para trabajar la fibra vegetal, un punto de encuentro para los artesanos que haga renacer la actividad mimbrenera en la región [FIG. 11, 12].

5.5 RELEVANCIA DEL PROYECTO

La vertebra del proyecto es el sistema hídrico de la comuna, elemento natural contaminado debido a la actividad agrícola. Por la morfología de la comuna y su forma de valle, se genera una escorrentía natural de los contaminantes que derivan en el embalse Convento Viejo y de esta manera, traspasan las fronteras de la comuna. El embalse abastece de agua a gran parte del resto de la región, mostrando su área de influencia hasta el embalse Rapel. Por lo mismo, es fundamental el sistema de purificación propuesto en el proyecto, ya que muestra un área de influencia de gran envergadura.

6. CONCLUSIONES

La noción de que una obra de infraestructura debe ser una construcción grande, costosa y mono funcional, ha sido descrito como errada por variados autores de diferentes disciplinas. La arquitectura del paisaje contemporánea ha buscado integrar diversas actividades o problemáticas de manera productiva en un territorio, otorgándoles un enfoque ecológico. Sin ir más lejos, Pierre Belanger, profesor del Programa de Arquitectura del Paisaje de la Universidad de Harvard, en la introducción de su libro *Landscape as Infrastructure*, establece lo siguiente:

As ecology becomes the new engineering, the projection of landscape as infrastructure—the contemporary alignment of the disciplines of landscape architecture, civil engineering, and urban planning – has become pressing. Predominant challenges facing urban regions and territories today – including shifting climates, material flows, and population mobilities, are addressed and strategized here. Responding to the under-performance of master planning and over-exertion of technological systems at the end of twentieth century, this book argues for the strategic design of “infrastructural ecologies,” describing a synthetic landscape of living, biophysical systems that operate as urban infrastructures to shape and direct the future of urban economies and cultures into the 21st century.²³

Esta frase resume las intenciones de este proyecto, generar un diseño sistémico en el paisaje. Por un lado, entender la amenaza que puede ser el uso de



FIG. 12: imágenes espaciales del proyecto. Plazas rurales, *Salix viminalis* como parte del paisaje agrícola y humedales artificiales como filtros purificadores y puntos de encuentro cercanos a las zonas urbanas.

fertilizantes y plaguicidas para los recursos hídricos de la región. Por otra parte, de qué manera poder responder a esta problemática utilizando una herramienta ecológica y natural como infraestructura remediadora, en este caso el cultivo del mimbre. Más que ser un material artesanal, es una infraestructura remediadora del paisaje.

La propuesta de esta investigación está fuertemente ligada a un lugar, Chimbarongo, y su identidad artesanal. Sin embargo, es posible trasladar el modo de pensar y operar del proyecto a cualquier otro lugar en el territorio nacional. Una actividad productiva ligada a diversos materiales vegetales puede convertirse en el mecanismo para descontaminar tierras a través de la fitorremediación. De esta forma, la localidad se puede ver beneficiada por la producción del material artesanal, no sólo por su valor económico, si no que también por su valor ecológico.

NOTAS

1. ARANCIBIA, Domingo, CASALS, Pablo. "La ciudad temporal del mimbre". *ARQ* no. 94 (2016): 132-135.

2. CAVIEDES BRANTE, Héctor, CODELIA CONTRERAS, Catalina, ARANDA BELLENGER, Claudia. "Vicisitudes y horizontes de las artesanías de la Región del Rapel, en Chile Central frente a la Globalización: del metal en Coya y de la fibra vegetal en Chimbarongo". *Image de la nation: art et nature au Chili Artelogie*. no. 3 (2012), 1-27.

3. BALL, Jim, CARLE, Jim, DEL LUNGO, Alberto. "Contribution of poplars and willows to sustainable forestry and rural development". *Unasylva* no. 221, vol. 56 (2005), 56.

4. ARONSSON, Pär, PERTTU, Kurth. "Willow vegetation filters for wastewater treatment and soil remediation combined with biomass production". *Forestry Chronicle*, no. 77 vol. 2, (2001), 293-299.

5. KUZOVKINA, Yulia, QUIGLEY, Martin. "Willows beyond wetland: Uses of Salix L. Species for environmental projects". *Water Air and Soil Pollution* no. 162, vol. 1 (2005): 183-204.

6. VERVAEKE, Pieter, LUYSSAERT, Sebastiaan, MERTENS, Jan, MEERS, Erik, TACK, Filip, LUST, Noel. "Phytoremediation prospects of willow stand on contaminated sediment: a field trial". *Environmental Pollution* no. 126, vol. 2 (2003): 275-282.

7. GREGER, María, LANDBERG, Tommy. "Use of willow in phytoextraction". *International Journal of Phytoremediation* no. 1, vol. 2 (1999): 115-123.

8. VANDENHOVE, Hildegard, THIRY, Yves. "Short rotation coppice for revaluation of contaminated Land". *Journal of Environmental Radioactivity* no. 56, vol. 1-2 (2001): 157-184.

9. NIXON, D. J., STEPHENS, William, TYRREL, Sean, BRIERLEY, Euan. "The potential for short rotation energy forestry on restored landfill caps." *Bioresource Technology* no. 77 vol. 3 (2001): 237-245.

10. MEERS, Erik, LAMSAL, S., VERVAEKE, P., HOPGOOD. "Availability of heavy metals for uptake by *Salix viminalis* on a moderately contaminated dredged sediment disposal site". *Environmental Pollution* no. 137, vol. 2 (2005), 354- 364.

11. *Ibíd.*

12. MARCUCCI, Daniel. "Landscape history as a planning tool". *Landscape and Urban Planning* no. 49, vol. 1 (2000), 67-81.

13. BRAUNGART, Michael, MCDONOUGH, William. *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. (London: Vintage, 2009), 7.

14. BERGER, Alan. *Systemic Design Can Change The World*. (Amsterdam: Sun Publishers, 2009), 13

15. SOCIEDAD CONCESIONARIA EMBALSE CONVENTO VIEJO S.A. *Memoria anual*. (2017). Disponible en: <http://www.ecv.cl/pdf/memoria/Memoria%20ECV%202017.pdf>

16. INE. *Censo Agropecuario y Forestal. Superficie regada en las explotaciones agropecuarias, por sistemas de riego, según región, provincia y comuna*. (Versión en línea, 2017) Disponible en: <http://ine.cl/estadisticas/censos/censo-agropecuario-y-forestal-2007>

17. SECRETARÍA COMUNAL DE PLANIFICACIÓN. *Diagnóstico global de la comuna. Ilustre Municipalidad de Chimbarongo*. (Versión en línea, 2008). Disponible en: <http://municipalidadchimbarongo.com/2.%20DIAGNOSTICO%20GLOBAL.pdf>

18. CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA LA GESTIÓN INTEGRADA DEL RIESGO DE DESASTRES. *Uso del suelo región de O'Higgins*. (Versión en línea, 2017). Disponible en: http://ide.cigiden.cl/layers/geonode:06_lb_usosuelo

19. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS. *Censo Agropecuario y Forestal, resultados por comuna. Número y Superficie de las Explotaciones Agropecuarias con Tierra por Tamaño, según Región, Provincia y Comuna*. (Versión en línea, 2007). Disponible en: <http://ine.cl/estadisticas/censos/censo-agropecuario-y-forestal-2007>

20. WILCKE, Wolfgang, DÖHLER, Helmut. *Schwermetalle in der Landwirtschaft*. (Darmstadt: Landwirtschaftsverlag, 1995).

21. BONOMELLI, Claudia, BONILLA, Carlos, VALENZUELA, Adriana. "Effect of phosphate fertilizer on the soil cadmium content in four types of Chilean soil". *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* no. 38, vol. 10 (2003): 1179-1186.

22. TIBERGHEN, Gilles, DESVIGNE, Michel, CORNER, James. *Intermediate Natures: The Landscapes of Michel Desvigne*. (Basel: Birkhäuser Verlag, 2009), 63.

23. BELNAGER, Pierre. *Landscape as Infrastructure*. (London: Routledge, 2016), 12.