

Enero
2019

Investigación
y
Proyecto de título

Profesores

Rocío Hidalgo
Ricardo Hurtubía
Filipe Temtem

CIUDADES IRRIGADAS .

Flujos de agua y Movilidad en la ciudad de Valdivia

Tesis para optar al grado de Magister en Proyecto Urbano

Catalina Alberti Chesta



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE



CIUDADES IRRIGADAS.
Flujos de agua y movilidad en la ciudad de Valdivia.

POR

Catalina Sofia Alberti Chesta

Tesis presentada a la Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos
de la Pontificia Universidad Católica de Chile para optar al Título profesional de Arquitecto y
al grado de Magister en Proyecto Urbano.

Profesores Guía:
Rocío Hidalgo
Ricardo Hurtubia
Filipe Temtem.

Enero, 2019
Santiago de Chile

01.

RESUMEN

pag. 7

02.

INTRODUCCIÓN

Topico de Investigación

pag. 8

Problemática disciplinar

pag. 9

03.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

pag. 10

04.

OBJETIVOS

pag. 11

05.

HIPÓTESIS

pag. 12

06+07.

MARCO METODOLÓGICO + CRONOGRAMA

pag. 14-15

08.

MARCO TEÓRICO

I. Sistemas naturales y sistemas artificiales: La ciudad y sus recursos

pag. 17-21

II. Sistemas naturales: Los humedales urbanos como ecosistemas frágiles.

pag. 21-23

III. Sistemas artificiales: Infraestructuras de irrigación artificial / La movilidad sostenible.

pag. 23-29

09.

MARCO PROYECTUAL: Ciudades Anfibias

pag. 31

I. El trazado y el agua

pag. 32-33

II. La densificación y el agua

pag. 34-35

III. Los ecosistemas y el agua

pag. 36-37

10.

EL CASO DE VALDIVIA: LA CIUDAD ANFIBIA

pag 38-41

Capítulo Primero_ Valdivia: De valle a ciudad

pag. 42-49

Capítulo Segundo_ Sistema Natural de Valdivia

pag. 50-61

Capítulo Tercero_ Sistema Artificial de Valdivia

pag. 62-75

Capítulo Cuarto_ Sistema Híbrido de Valdivia

pag. 76-117

Capítulo Quinto_ Herramientas de Proyecto

pag. 118-133

Capítulo Sexto_ Conclusiones

pag. 134-135

Anexos_

pag. 138-143

Bibliografía_

pag. 144-147

Laminas proyecto_

pag. 148-189

Fotografía .

Ribera de río
Valdivia.

Fuente: Benjamín
Gremier.





“Las identidades se anclan en el paisaje y el agua aparece como la matriz natural que moldea la autopercepción y la relación con los otros grupos que habitan los paisajes cordilleranos en el sur de Chile. La modalidad a partir de la que se articulan las identidades locales originarias es de carácter dendrítico, esto es, se constituyen a partir de un haz de relaciones entre múltiples nodos cuyo trasfondo ecológico es de naturaleza hídrica. Este carácter contrasta con el poblamiento chileno que se constituye sobre la base de una retícula vial, fluvial y lacustre, caracterizada por su naturaleza rectilínea y asociada a la búsqueda del control creciente de las aguas” (Skeves, 2012)

1. RESUMEN

El carácter de las ciudades del sur de Chile como asentamientos hídricos, las ha vinculado, a lo largo de su historia, a las dificultades que supone el tratamiento de estos suelos tan susceptibles y blandos en el desarrollo de una urbanización. La presente investigación se enfoca en la falta de coexistencia que la construcción de las ciudades y sus **sistemas artificiales** ha inferido sobre los **sistemas naturales**, y las ha llevado al inicio de un proceso de decaimiento, donde humedales, ríos, lagos, mares, lagunas y ecosistemas, partes constituyentes de su identidad acuática, se transforman en función de dinámicas urbanas disociadas.

El déficit de integración de los sistemas naturales a aquellos impuestos por la humanidad, se ha convertido en un problema generalizado del urbanismo o, mejor dicho, de las ciudades, que hacen vista gorda a las señales que el medio ambiente intenta darles. ¿Es la expansión la culpable? ¿El automóvil? O... ¿Son más bien los mecanismos políticos y sociales que no se hacen cargo de una adecuada adaptación de sus ciudades? El nuevo modelo de desarrollo urbano ecológico, tiene como principal objetivo capacitar la adaptación de los pueblos para modificar y ajustar sus costumbres y prácticas en función de una coexistencia con la naturaleza, a través de la implementación de un nuevo **sistema híbrido** que permita mediar la relación entre sistema artificial y natural.

El agua y los ecosistemas ácuos como materia prima de las ciudades -en su establecimiento y permanencia-, se han convertido en elementos vulnerables dentro de las mecánicas urbanas producto de la hiper-construcción del medio. Esta investigación encuentra su génesis en la ciudad de Valdivia como caso de estudio, en la que **sistemas naturales** y **sistemas artificiales** se han desarrollado a través de una relación conflictiva y poco simbiótica, donde su articulación se materializa a través de un **sistema híbrido** poco explotado, como infraestructuras que permiten, de alguna manera, la introducción de leyes naturales al interior de la ciudad. Esta catalogación de Valdivia en tres sistemas, servirá para la comprensión de las partes constitutivas de la ciudad como un ecosistema complejo, que comparte funciones urbanas y medioambientales, pero, sobre todo, para identificar mecanismos de articulación entre sistemas que se presenten como potenciales herramientas de diseño urbano.

La Ciudad de Valdivia entonces, será definida como una “ciudad anfibia”, concepto entendido bajo la condición dual de algunas urbanizaciones respecto a la proporción y utilización de sus recursos y al funcionamiento acuático y terrestre de las mismas; por ende, como parte del proceso de adaptación de la ciudad a su medio natural, la materialización de la presencia del agua dentro de su traza estructural, como parte de una nueva infraestructura de transporte urbano fluvial, posibilitaría el entendimiento de estos cursos ácuos y sus respectivos ecosistemas de humedales, no solo como elementos naturales, si no como infraestructuras de resiliencia urbana.

2. INTRODUCCIÓN

i. TÓPICO DE INVESTIGACIÓN

Las ciudades como asentamientos, nacen en situaciones geográficas determinadas que alimentan y establecen su morfología, funcionamiento, economía y, sobre todo, la identidad de su comunidad. No obstante, el continuo y explosivo desarrollo de las urbanizaciones, ha producido que la coexistencia entre los sistemas naturales que las sustentan y la intrínseca artificialidad que las caracteriza, se haya desdibujado casi por completo.

Se puede explicar la anti-naturalidad que ha significado la difusión de las ciudades debido a procesos económicos, políticos, sociales y tecnológicos que han promovido -en algunas metrópolis particularmente americanas y latinoamericanas- la generación de una sociedad urbana extendida por la implementación de diversos medios de movilidad, que han implantado un nuevo modelo territorial, sin ninguna otra lógica más que la del mercado de suelo. Este fenómeno ha determinado la transformación de ecosistemas de gran importancia medioambiental, como es el caso de los humedales, que históricamente se han visto afectados por la acción humana, reduciendo drásticamente su superficie producto del aumento en la demanda de espacio para nuevos usos del suelo principalmente urbanos; pero también, por el erróneo manejo y aprovechamiento de los cursos ácuos como partes integrales de la traza urbana, del paisaje y del equilibrio en el funcionamiento de los hábitats. La problemática será abordada en la investigación, a través de la búsqueda de estrategias que permitan reconvertir las mecánicas urbanas, como modos de transporte y sistemas de densificación, en privilegio y no desmedro, de los ecosistemas hídricos. El modelo de “ciudad anfibia” entonces, servirá para plantear la introducción de una nueva herramienta que logre potenciar y regular la relación entre sistemas naturales y sistemas artificiales, un nuevo sistema híbrido, entendido como un conjunto de elementos que permitan articular la equivalencia de los cursos de agua y los ejes de desplazamiento, como elementos estructurantes del sistema urbano y medioambiental en coexistencia.

Contextualizando la situación mundial de los ecosistemas de humedales, la convención Ramsar¹, identifica que cubren por lo menos una superficie de 748 a 778 millones de hectáreas del planeta (Ramsar, 2016). Sin embargo, en los últimos cincuenta años se ha perdido casi un 50% de su superficie, producto de las inadecuadas prácticas de drenaje, la contaminación y la urbanización. Chile, específicamente, cuenta con más de 18 mil humedales que en total acumulan 1.460.400 hectáreas (1,93% de la superficie nacional) -equivalente a 20 veces Santiago- concentrados principalmente en las regiones de Aysén (444.200 ha), Magallanes (288.600 ha) y Los Ríos (129.300 ha) (Valencia, 2017). De ellos, solo el 2% cuenta con algún tipo de protección legal, mientras el otro 98% sigue afecto a mecánicas urbanas indiscriminadas. Este resguardo de los humedales, aunque ínfimo, se focaliza principalmente en dos tópicos: Primero en la reducción del impacto que genera el crecimiento de las ciudades, que ha sustituido sistemáticamente sus superficies transformando las coberturas y usos del suelo que les caracterizan; y segundo, subyuga la pérdida y reducción de importantes funciones ambientales, que afecta sus componentes bióticos, hidrológicos, geológicos, climáticos e inclusive sociales.

Los humedales, ríos y, en general, los espacios húmedos de Valdivia modelan la trama urbana y delimitan los espacios, condicionando el diseño y la planificación a las formas de la naturaleza. Sobre estos espacios se erigen diversos significados asociados a los estilos de vida de la ciudad y a su apropiación, hasta ahora desconectada e irregular, que son básicamente lo que determina la identidad de la ciudad. Así, la puesta en valor de las ciudades anfibas tiene que ver con las acciones encaminadas, desde una perspectiva de desarrollo sostenible, a garantizar el mantenimiento regular de un paisaje, con el fin de guiar y armonizar las transformaciones inducidas por los procesos sociales, económicos y medioambientales.

¹ Convención de Ramsar sobre humedales, Irán 2 de febrero de 1971, se desarrolló en la ciudad del mismo nombre y entró en vigor el año 1975. La Convención tiene por objetivo fundamental “la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales, regionales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo”.

ii. PROBLEMÁTICA DISCIPLINAR

La problemática esencial a la que se enfrentan los poblados en la actualidad, radica en la condición finita de la mayoría de los capitales naturales –entiéndanse como todo ecosistema natural sometido y explotado por la urbanidad- que suponían tener un ciclo de renovación, pero que han visto transformado su curso vital en función de los sistemas metropolitanos; -¿Cómo deben establecerse las ciudades entonces?- Es claro que no existe una forma concreta de enfrentar la manera en que un asentamiento se apropia de su contexto indómito, pero lo que sí se ha podido demostrar, es que existe la necesidad de hacer armónica y jerárquica la relación entre ambos, concibiendo estos recursos naturales, como patronos de las ciudades. Hasta ahora, en la mayoría de las ciudades chilenas, ha existido una negación al manejo natural de los recursos -las sucesivas canalizaciones de cursos de agua bajo tierra, el cambio en los regímenes de ríos, el relleno de humedales, entre muchos otros- trastocando el funcionamiento vital del agua como materia prima de los asentamientos y, en consecuencia, atrayendo problemas tales como las inundaciones por crecidas de ríos, las sequías, lluvias excesivas, mareas anárquicas, e inclusive la extinción de flora y fauna endémica.

En ese sentido, la preservación de ecosistemas de capital medioambiental dentro de las ciudades, es clave para mantener el equilibrio entre entorno construido y sistemas naturales; los humedales, por ejemplo, son sustento de una infinidad de procesos biofísicos y biológicos, y contenedores de los más diversos hábitats. Estas verdaderas “esponjas” vegetales, sirven de reservorio y purificación de agua dulce, capturan y filtran afluentes, otros previenen inundaciones, y los costeros generan barreras de mitigación frente a marejadas y maremotos. Incluso, muchos logran ser grandes centros de almacenaje de carbono; retienen sedimento y contribuyen a evitar el avance de la sequía. Sin embargo, son los ecosistemas más frágiles y vulnerados por los procesos expansivos de la población, la contaminación, tanto de los cursos de agua, como por el depósito de basura entre la vegetación espesa en sus entornos, el auge inmobiliario de sectores costero, la sobreexplotación de agua y la ostensiva demanda de suelo construable, los han convertido en planicies desiertas, bancos de arena, basurales o rellenos precarios para la urbanización.

Por otro lado, el mayor, más recurrente y pretérito enemigo contra estos enclaves ecológicos son las infraestructuras viales, la fragmentación de los humedales por caminos que le cierran el ingreso al agua, marca el comienzo del atentado urbano contra estas zonas. Por la prolongación relativamente amplia de sus terrenos, la forma en la que la vialidad se emplaza sobre ellos para la subdivisión de loteos, es realizada mediante rellenos puntuales de líneas perpendiculares a la superficie de los humedales y, consiguientemente, al ingreso de las corrientes de agua que los hidratan, para facilitar así, la desecación de los nuevos parches posteriormente rellenados para la urbanización. Éste fenómeno no solo afecta a la interdependencia entre humedales, sino que convierte a todos estos caminos en construcciones riesgosas por mala cimentación y compromiso ante catástrofes, sin considerar que además son los principales impulsores de la dispersión de la mancha urbana.

La retórica en torno a la ocupación indiscriminada y un tanto desconsiderada del medio natural producto de la expansión de las ciudades, va mucho más allá del simple estado de los ecosistemas, el resultado que estas prácticas urbanas han tenido sobre la humanidad, en cuanto a calidad de vida, riesgos a catástrofes naturales y falta de acceso a recursos naturales (escases), han transformado a las urbanizaciones y principalmente a su infraestructura vial, en objetos propiamente vulnerables y peligrosos, más que en grandes creaciones de la destreza humana. Bajo este contexto es que el urbanismo debe actuar, el diseño de las ciudades enfermas por el cambio climático y la equívoca construcción de las metrópolis, pone a la disciplina ante un paradigma de reconversión de las urbanizaciones para que logren adaptarse a las respuestas de la naturaleza. En el caso de las ciudades chilenas, la mayoría se encuentran en un estado intermedio de crecimiento, por lo que todavía tienen la posibilidad de hacerse cargo del manejo de su entorno de manera íntegra, sana y a bajos costos.

3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

La ecología de las ciudades considera procesos de adaptación y reconversión de obras de urbanización, por aquello que logra introducir las leyes naturales dentro del funcionamiento del medio construido. Si los humedales se han posicionado como los ecosistemas más frágiles y virtuosos dentro de las urbes, y la vialidad ha sido la principal causante de esa vulnerabilidad, la investigación se concentra en los siguientes cuestionamientos basados en el caso de estudio:

i. General:

_ ¿De qué manera el diseño urbano asociado a la implementación de infraestructuras de transporte fluvial, puede contribuir a la recuperación de humedales y ecosistemas hídricos dentro de las ciudades?

ii. Específicas:

_ ¿Qué eventos han marcado y dirigido el proceso evolutivo de Valdivia sobre los ecosistemas de humedales?

_ ¿Cuáles son los beneficios de los humedales dentro de la ciudad, respecto al funcionamiento de la red hídrica y el abastecimiento de agua?

_ ¿En qué medida la ciudad se ha visto afectada por la reducción de la superficie de humedales y que impactos tiene en su morfología y dinámicas?

_ ¿A través de qué mecanismos e infraestructuras la ciudad ha mediado la convivencia de sistemas naturales y artificiales?

_ ¿Cómo la clasificación de los instrumentos y sistemas desarrollados en Valdivia, asociados al transporte fluvial y la simbiosis de medio construido y natural, podrían identificarse como potenciales herramientas de diseño urbano?

_ ¿Cuáles son los beneficios, en términos de costos y tiempos de viaje, que presenta el transporte fluvial en comparación a la actual red de buses públicos?

4. OBJETIVOS

La forma en la que se pretende abordar la investigación planteada para que, en simultáneo, esta sea de utilidad en la creación proyectual, será mediante la ordenación de un objetivo general y holístico, y seis específicos que contengan material teórico y práctico en correlación.

i. **General:**

_ Desarrollar estrategias de diseño urbano asociadas a la implementación de infraestructuras de transporte fluvial, que puedan contribuir a la recuperación de los humedales y sistemas hídricos dentro de las ciudades.

ii. **Específicos:**

_ Comprender el proceso evolutivo e histórico de la mancha urbana y la trama vial de Valdivia, que ha generado su expansión sobre las superficies de humedales.

_ Caracterizar y clasificar la red hidrológica de Valdivia y el funcionamiento de sus ecosistemas como componentes del Sistema Natural de la ciudad, entendiendo su importancia dentro de las dinámicas urbanas como prestadores de servicios ecológicos.

_ Diagnosticar las problemáticas que ha observado la ciudad por la falta de adaptación al medio natural en la reducción de las superficies de humedales, identificando y clasificando la forma en que se ha construido su Sistema Artificial.

_ Catalogar cuáles son los elementos de origen natural y/o las infraestructuras antrópicas, que se han aplicado en el desarrollo de la ciudad para lograr la supervivencia y el funcionamiento simultáneo de ecosistemas urbanos y naturales, entendiéndolos como partes constituyentes del sistema híbrido de Valdivia.

_ Mediante la observación y catalogación de los antecedentes, lograr proponer soluciones de diseño urbano que sean parte de las propias leyes implantadas en la ciudad, a través de infraestructuras que articulen una relación recíproca y simultánea entre dinámicas urbanas y naturales de flujos y habitabilidad.

_ Evaluar social y económicamente los beneficios que un nuevo proyecto de transporte fluvial significaría para Valdivia, tanto en términos de reducción de los tiempos de viaje, como en el mejoramiento de sus condiciones ambientales.

5. HIPÓTESIS

Las infraestructuras de transporte son la base de la trama urbana, configuran usos de suelo, distribución de la población, morfología de la ciudad y, al mismo tiempo, funcionan como límite entre ésta y la naturaleza, un orden que muchas veces no se adapta a su contexto. En ese sentido y precisando en la situación de los humedales, estas infraestructuras estáticas que dibujan la ciudad, son las responsables de la fragmentación de ecosistemas por la excesiva impermeabilización de los suelos.

La contribución de las redes de conexión al medioambiente, radica precisamente en ser aquello que permita vincular y no dividir lo natural de lo artificial. En el proceso de recuperación de los humedales, el reemplazo de los modos de transporte terrestre, que se sustentan en la vialidad, por aquellos que son de carácter fluvial y que tienen como soporte las infraestructuras naturales de cursos de agua, supone la conexión de los distintos flujos ácuos y sus ecosistemas, en simultaneidad a aquellos que son humanos. Por otro lado, la transformación de una tipología de transporte terrestre a una de carácter acuático, no solo determina el medio por el que se mueven las personas, sino que también la forma en la que se habita y construye la ciudad; el cambio de un paradigma de ciudad convencional, por una que se estructure en base a la introducción de leyes naturales a las dinámicas urbanas, no solo permite el uso eficiente de los recursos, sino que la combinación del transporte con la resiliencia de recursos hídricos, funciona como artefacto de regulación medioambiental y urbana.

6. MARCO METODOLÓGICO

Existen tres tópicos importantes a los que se asocian los objetivos; primero la comprensión del lugar, segundo el estudio y análisis de conceptos teóricos para entender el escenario de la disciplina respecto al tema y, por último, la búsqueda de formas prácticas que ayuden a introducir operaciones proyectuales. En ese sentido, la investigación se abordará en tres fases inductivas, es decir: Primero mediante la compilación de antecedentes, posteriormente a través de su transcripción y conceptualización, y, por último, con el desarrollo y la aplicación de resultados proyectuales.

i. 1º FASE | Observación y obtención de antecedentes del caso de estudio:

_Identificación del problema en visitas a terreno: Registro del estado de los recursos hídricos (cauce y calidad del agua), ecosistemas humedales (superficie y especies) y sistemas de transporte en la ciudad de Valdivia (partición modal)

_Compilación y análisis de antecedentes históricos de la ciudad: Búsqueda de hechos, que a lo largo de la historia del asentamiento de Valdivia, han ido configurando la relación que ésta tiene con su contexto natural, específicamente con los humedales y cursos de agua.

_Compilación y análisis de antecedentes geográficos e hidrográficos: Entendimiento de la configuración geomorfológica que acoge a la ciudad mediante la investigación.

_Compilación y análisis de antecedentes de desarrollo urbano en la ciudad: Conversaciones con Municipio, autoridades, especialistas e inversores locales que permitan comprender el momento en el que se sitúa la ciudad respecto a las motivaciones de desarrollo y proyectos planteados que, a su vez, permitan obtener material útil en el tratamiento de la investigación y el plan.

_Visión de la comunidad: Conversaciones y entrevistas a los habitantes de Valdivia para identificar la imagen de los humedales dentro de la identidad de la ciudad y, entender y poner a prueba, el funcionamiento del sistema de transporte actual.

_Estudio de datos concretos sobre la problemática: Análisis de la problemática respecto a la coexistencia de Valdivia como medio construido con su contexto natural, en función de los datos recopilados a través de la búsqueda y la compilación de los antecedentes generales.

ii. 2º FASE | Recopilación y clasificación de bibliografías atinentes:

_Catalogación de conceptos de utilidad: Registrar mediante la búsqueda bibliográfica de referentes teóricos y prácticos, una serie de términos que permitan poner en el contexto de la disciplina -arquitectura y diseño urbano- la problemática sobre la coexistencia entre sistemas artificiales, sistemas naturales, sistemas de transporte y desarrollo urbano sostenible.

_Clasificación de conceptos: A través de la selección anterior, se van a desglosar los términos claves del caso de estudio. Como por ejemplo “Ciudad anfibia” - “Humedales urbanos” – “Sistemas de irrigación artificial”

_Transcripción de ideas: Mediante la reflexión y lectura de las formas de tratamiento que el urbanismo ecológico y sus derivados, han alcanzado en la discusión, se van a reformular las teorías para su aplicación específica al caso.

iii. 3º FASE | Aplicación de resultados proyectuales:

_Recopilación y análisis de referentes: Herramientas de proyectos de diseño urbano y arquitectura que integren la movilidad, los cursos de agua y la regeneración de ecosistemas de humedales.

_Clasificación y transcripción de estrategias: Seleccionar estrategias y técnicas específicas sugerentes al caso.

_Testeo del proyecto: Realizar pruebas comparativas de los beneficios del proyecto, por ejemplo, mediante la reducción de los tiempos de viaje y de contaminación.

_Producción de material planimétrico y de representación: Ilustrar mediante las herramientas de representación: morfología, atmósfera y funcionamiento del proyecto planteado.

7. CRONOGRAMA METODOLÓGICO

	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS	METODOLOGÍA			
			FASE 01 compilación	FASE 02 transcripción	FASE 03 desarrollo	
GENERALES	¿De qué manera el diseño urbano asociado a la implementación de infraestructuras de transporte fluvial, puede contribuir a la recuperación de humedales y ecosistemas hídricos dentro de las ciudades?	Desarrollar estrategias de diseño urbano asociadas a la implementación de infraestructuras de transporte fluvial, que puedan contribuir a la recuperación de los humedales y sistemas hídricos dentro de las ciudades.				OPORTUNIDAD Y DESAFÍO
	¿Qué eventos han marcado y dirigido el proceso evolutivo de Valdivia sobre los ecosistemas de humedales?	Comprender el proceso evolutivo e histórico de la mancha urbana y la trama vial de Valdivia.				HISTORIA
	¿Cuáles son los beneficios de los humedales dentro de la ciudad, respecto al funcionamiento de la red hídrica y el abastecimiento de agua?	Caracterizar y clasificar la red hidrológica de Valdivia y el funcionamiento de sus ecosistemas como componentes del Sistema Natural de la ciudad.				SISTEMA NATURAL
ESPECÍFICOS	¿En qué medida la ciudad se ha visto afectada por la reducción de la superficie de humedales y que impactos tiene en su morfología y dinámicas?	Diagnosticar las problemáticas que ha observado la ciudad por la falta de adaptación al medio natural.				SISTEMA ARTIFICIAL
	¿A través de qué mecanismos e infraestructuras la ciudad ha mediado la convivencia de sistemas naturales y artificiales?	Catalogar cuáles son los elementos de origen natural y/o las infraestructuras antrópicas, que se han aplicado en el desarrollo de la ciudad para lograr la supervivencia y el funcionamiento simultáneo de ecosistemas urbanos y naturales.				SISTEMA HÍBRIDO
	¿Cómo la clasificación de los instrumentos y sistemas desarrollados en Valdivia, asociados al transporte fluvial y la simbiosis de medio construido y natural, podrían identificarse como potenciales herramientas de diseño urbano?	Mediante la observación y catalogación de los antecedentes, lograr proponer soluciones de diseño urbano que sean parte de las propias leyes implantadas en la ciudad.				HERRAMIENTAS DE PROYECTO
	¿Cuáles son los beneficios, en términos de costos y tiempos de viaje, que presenta el transporte fluvial en comparación a la actual red de buses públicos?	Evaluar social y económicamente los beneficios que un nuevo proyecto de transporte fluvial significaría para Valdivia.				TESTEO DEL PROYECTO

● 1º bimestre 2018

● 2º bimestre 2018

● 3º bimestre 2018

● 4º bimestre 2018

8. MARCO TEÓRICO

La compilación de referentes tanto ideológicos como prácticos, será abordada con el objetivo de encontrar respuesta a las problemáticas planteadas, pero también oportunidades de proyecto. De esta manera, será dividido en cuatro subcapítulos que encuadren la temática desde lo general a lo particular; comenzando con ideas más amplias sobre la interacción entre medio urbano y natural, para luego hacer una diferenciación entre sistemas naturales y artificiales como objetos de la investigación.

i. SISTEMAS NATURALES Y SISTEMAS ARTIFICIALES:

La ciudad y sus recursos.

La relación entre las personas y el medio ambiente se concibió como el triunfo de la humanidad sobre la naturaleza. Este punto de vista pragmático de Dryzek (1997), se basa en que el conocimiento y la tecnología humana podrían superar todos los obstáculos, incluidos los naturales y ambientales. Esta mirada estaba relacionada con el desarrollo del capitalismo, la revolución industrial y la ciencia moderna; al igual que Bacon, uno de los precursores de los saberes del modernismo, que menciona: *"El mundo está hecho para el hombre, no el hombre para el mundo"*. Pero, en realidad, el valor de los recursos es lo que condiciona las localizaciones estratégicas de la mayoría de las urbes, entendiendo recursos como las materias primas que sirven para el establecimiento de una sociedad. En ese sentido, existen dos materias primas principales: Primero la tierra, que viene a ser el cuerpo fundacional donde se erigen las estructuras urbanas, y segundo, el agua, como la fuente de nutrición tanto para los seres humanos como para los ecosistemas, donde la combinación de ambos elementos, más las condiciones climáticas específicas de cada lugar, vienen a determinar flora y fauna. Ahora bien, en cuanto a la disponibilidad de ambos recursos, es importante mencionar que el 70% de nuestro planeta está formado por agua (en diferentes estados), por lo tanto, el 30% restante corresponde a la superficie terrestre relativamente apta para ser habitada.

La idea de una correcta interacción entre los **"sistemas naturales"** y los **"sistemas artificiales"** apunta a que las acciones humanas y las estructuras sociales son parte de la naturaleza y, por lo tanto, cualquier diferenciación entre ambos es contradictoria. Se pueden definir los sistemas naturales como los procesos biológicos y biofísicos que se dan en el planeta dentro del contexto en que se interrelacionan toda una serie de elementos -relieve, clima, aguas, vegetación, suelos, fauna y el hombre- en el tiempo y en el espacio (Luz Elena Rangel, 2005), mientras que los segundos -sistemas artificiales-, pueden entenderse mediante una subclasificación en sistemas sociales y medio ambiente construido; los sistemas sociales se asocian a reglas e instituciones que median el uso humano de los recursos, al igual que los métodos de conocimiento y la ética, que interpretan los sistemas naturales desde una perspectiva humana; el medio ambiente construido por su parte, es la materialización de estos sistemas sociales sobre o a través de los sistemas naturales (García, Rosique y Segado, 1996). La forma en la que se da la superposición o coexistencia entre ambos macro sistemas, es lo que determina su grado de resiliencia, concepto entendido por Neil Adger (2006), Profesor de Geografía humana de la Universidad de Exeter, como la magnitud de la perturbación que puede absorberse antes de que un sistema cambie a un estado radicalmente diferente, así como a la capacidad de auto-organización y la capacidad de adaptación a las circunstancias emergentes. Una ciudad resiliente es aquella que está preparada para los impactos climáticos existentes y futuros (World Bank, 2011).

Para abrir el debate en torno a la no-coexistencia entre medio construido y medio natural, es preciso entender la forma en la que las ciudades fueron evolucionando en vías de este proceso; en ese sentido, dos de los principales referentes teóricos a los que se puede hacer alusión son Lewis Mumford e Ian L. McHarg. El primero, sirve para explicar la forma en la que las metrópolis concurren en la transgresión de su relación con la naturaleza, en su libro *"The natural history of urbanization"* (Mumford, 1956), donde presenta detalladamente cómo

figura 01.
Evolución de las urbanizaciones + potenciales ecoregiones / Fuente: http://atlas-for-the-end-of-the-world.com/world_maps/world_maps_evolution_of_urbanization.html

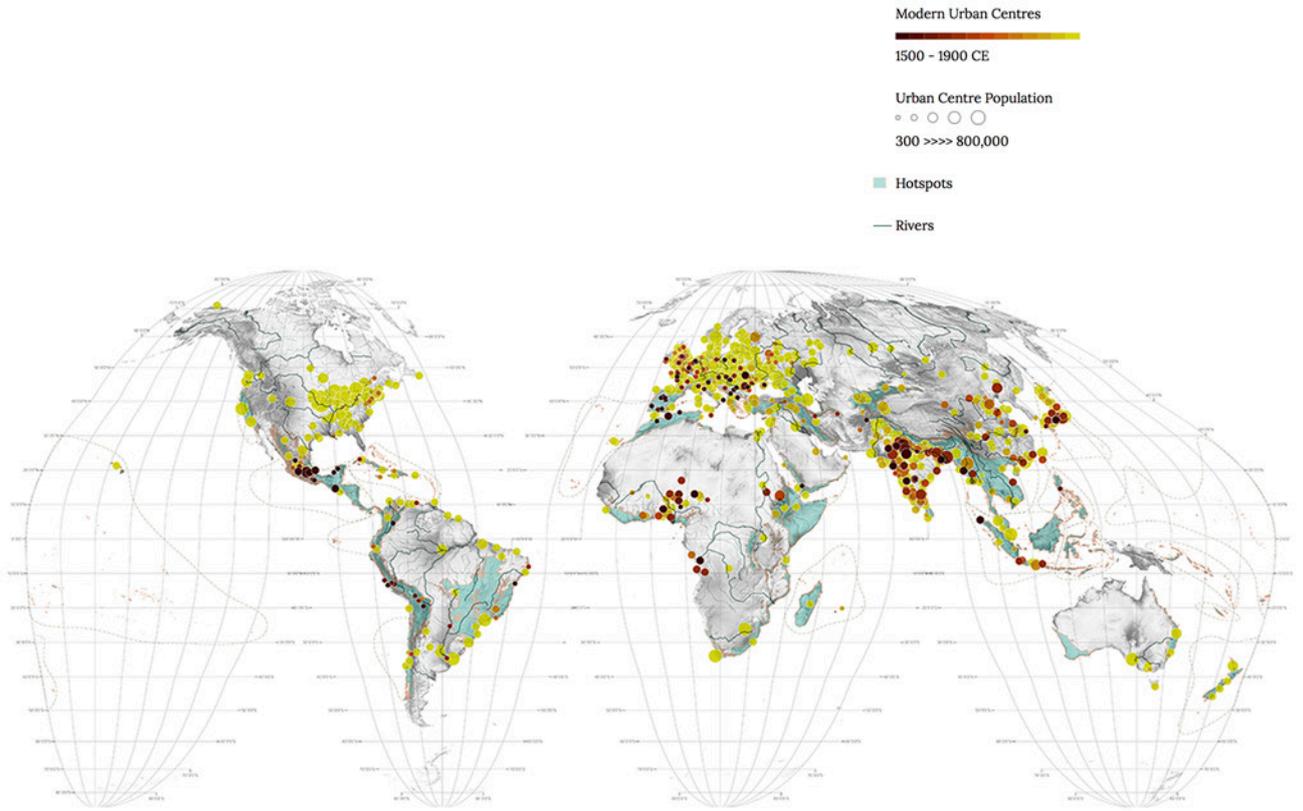
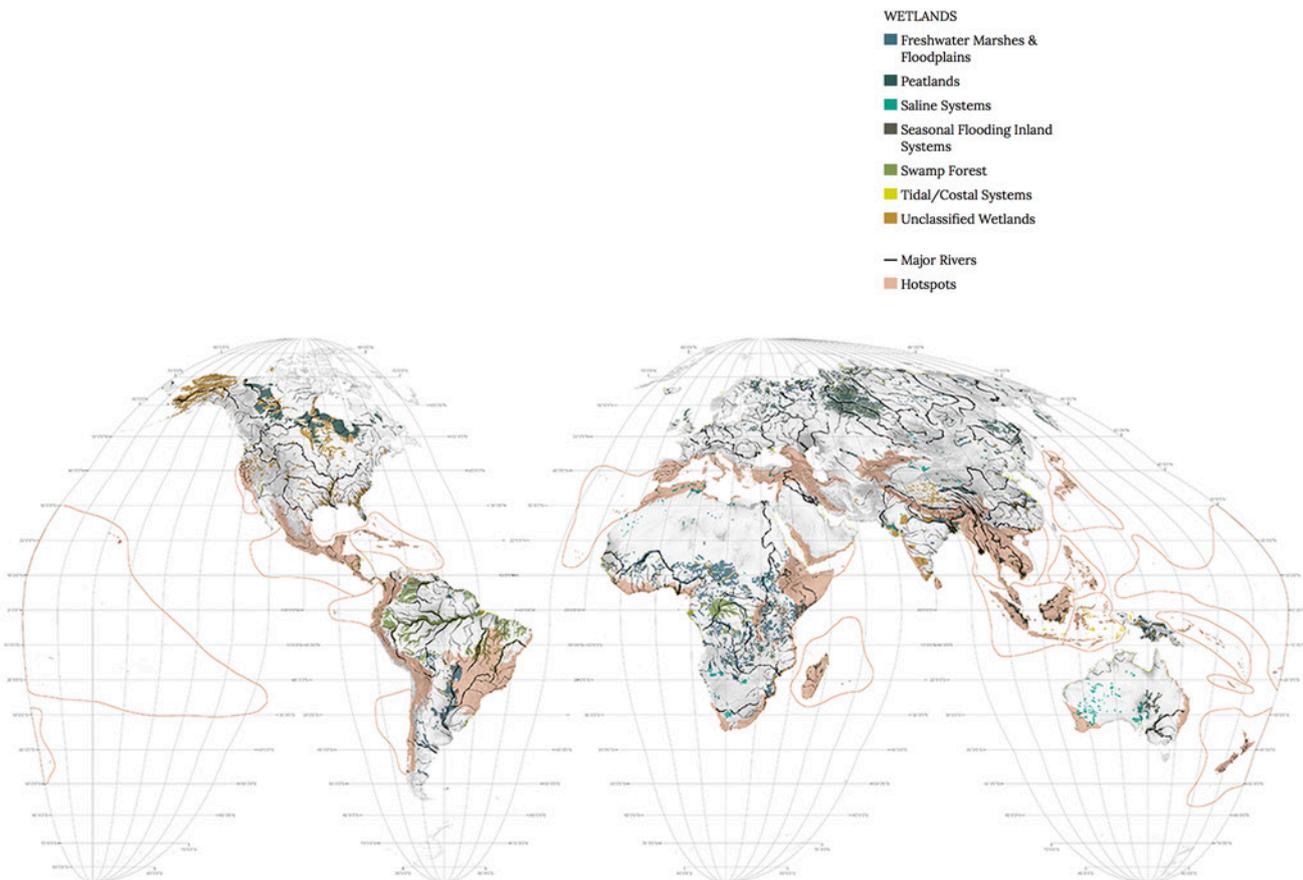


figura 02.
Ríos y Humedales en el mundo / Fuente: http://atlas-for-the-end-of-the-world.com/world_maps/world_maps_rivers.html



la concepción humana de los recursos naturales, particularmente los hídricos, fue cambiando con el progreso de la sociedad:

Primero en el inicio de los poblados:

“Los mismos ríos fueron los primeros caminos, una vez que se inventaron los barcos: cinturones móviles de agua... Los ríos formaron un sistema vertebral de transporte que sirvió de modelo para la acequia destinada a la irrigación y para el canal... para crear por último toda una red de represas, canales y obras de irrigación. La construcción de estas obras demandó un grado de contacto social, colaboración, y planeamiento a largo plazo que la vieja cultura autónoma de la aldea, que aceptaba complaciente sus limitaciones, no requería ni fomentaba. Las condiciones mismas que hicieron físicamente posibles los grandes conglomerados urbanos, los convirtieron también en una necesidad social.”

A medida que estos asentamientos prosperaban:

“Esta lenta desecación de las llanuras fue acompañada por una paulatina contracción de la población en los retazos de tierra sólida que iban apareciendo.”

y, por último, en su integración a las dinámicas urbanas:

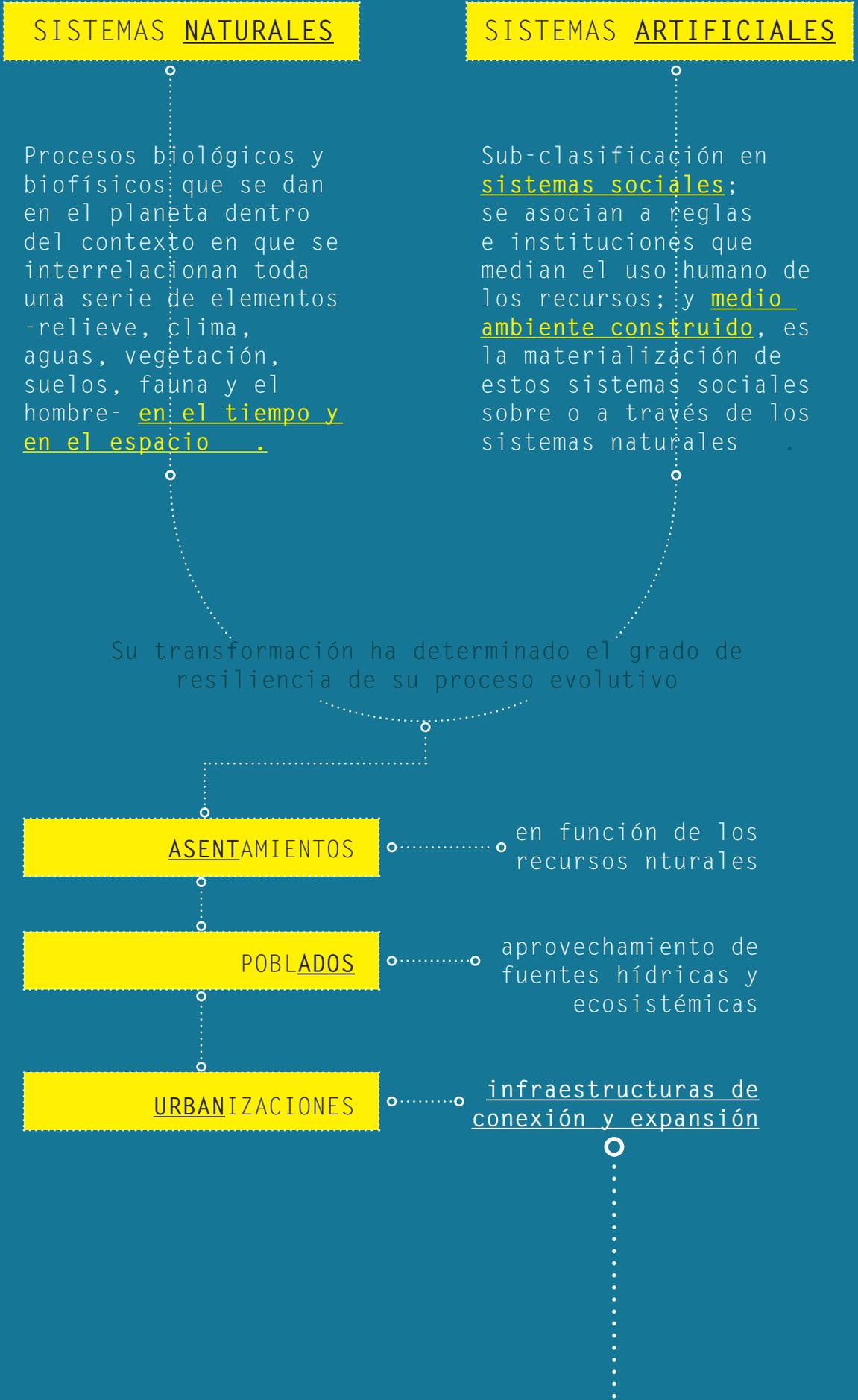
“La ley del crecimiento urbano, según era dictada por la economía capitalista, significaba la supresión inexorable de todos los rasgos naturales que deleitan y fortalecen el alma humana en su rutina diaria. Los ríos podrían convertirse en cloacas corrientes, las riberas podrían hacerse inaccesibles para el peatón, podrían derribarse árboles vetustos y demolerse edificios venerables para hacer más veloz el tránsito.”

Por otro lado y en segundo lugar, el padre del urbanismo ecológico, Ian L. McHarg, que en su clásico “Design with nature” (1992), argumenta que el hombre debe saberse inserto en la naturaleza y su aprendizaje es base de la supervivencia, olvidando la “antropomorfización” del planeta con una plataforma de **recursos naturales** como valores sociales, propone una nueva mirada al mundo como un ecosistema dinámico, y al hombre en una adaptación estratégica, complementando la teoría de selección natural de Darwin. En esta misma línea, es posible acuñar las ideas de Alberto Magnaghi en “Il Progetto locale” (2003), que habla del camino para la restitución fecunda del vínculo entre la naturaleza y la cultura, donde los seres humanos, a partir de hacer consciencia y sentido de su pertenencia a los lugares donde viven, pueden restablecer la armonía entre la comunidad humana y el entorno, que es el que permite y potencia la vida de esta y de muchos otros seres vivos que cohabitan con ella en este planeta.

De esta manera, se entiende que el estado de los recursos actualmente, y de la biosfera en general, es producto de la subestimación de la naturaleza por parte del hombre; las ciudades han ido colonizando el entorno y modificando su funcionamiento, principalmente por el aumento de la demanda de suelo construible debido el alza de la población mundial y su concentración en baja densidad, que se ha ido extendiendo sobre porciones terrestres no aptas para la cimentación (fig.01). Este proceso ha degradado tanto los **ecosistemas frágiles**, comprendidos como entidades naturales de gran potencialidad medioambiental, pero de alto riesgo de intervención (fig.02); como también los urbanos, ya que la ciudad como tal, es una conjunción de sistemas en interacción (sociales, económicos, políticos, culturales y naturales) que se ven afectados por la inadecuada urbanización. Roberto Rodríguez Silva en su artículo “Causas e indicadores del deterioro Urbano” (2004) explica que el crecimiento demográfico es uno de los principales factores que ejercen presión sobre la estructura urbana de la ciudad, impulsando una expansión hacia la periferia urbana sin una estructura específica, dominando el entorno “virgen” de los ecosistemas frágiles y desfigurando los límites urbanos. De la misma forma, Ash Amin y Nigel Thrift (2002), describen la materialización de los procesos de expansión de la siguiente manera:

“Las huellas de la ciudad están en todos estos lugares como personas que viajan a diario entre su hogar y el trabajo, y también en forma de turistas, trabajo a distancia, medios de comunicación y urbanización de los modos de vida. La división tradicional entre la ciudad y el campo ha sido destruida.”

diagrama explicativo: Correlación del Marco teórico (pág. 20-28). Fuente: Elaboración propia.



En otra perspectiva, la teoría de Kevyn Lynch (1960) comprende a la ciudad desde su imagen pública como “el resultado de la superposición de muchas imágenes individuales necesarias para que el individuo actúe acertadamente dentro de su medioambiente”; en el contexto de su analogía, las ciudades se encuentran delimitadas por bordes, que representa como:

“Elementos lineales que el observador no usa o considera sendas. Son los límites entre dos fases, rupturas lineales de la continuidad, como playas, cruces de ferrocarril, bordes de desarrollo, muros... pueden ser vallas, más o menos penetrables, que separan una región de otra o bien pueden ser suturadas, líneas según las cuales se relacionan y unen dos regiones”

Estos bordes que podrían ser definidos como el límite entre lo rural y lo urbano -o entre lo natural y lo artificial- son elementos disruptivos en la convivencia de sistemas y, producto de la mala gestión y articulación de los recursos, promueven una actitud determinada de las sociedades ante su contexto nativo; en el caso particular de los humedales de Valdivia, pueden estar relacionados con las infraestructuras viales que los fragmenten, sendas y no espacios, que solo evocan desplazamiento y no utilización o interacción entre sistemas, en consecuencia, su invisibilización en la ciudad.

ii. SISTEMAS NATURALES:

Los humedales urbanos como ecosistemas frágiles

El término “**ecosistema**” es un neologismo acuñado en 1935 por el botanista Inglés Arthur Tansley, usando las palabras griegas oikos (casa, hábitat) y systema (normas, procedimientos). Su definición alude a “*sistemas complejos como el bosque, el río o el lago, formados por una trama de elementos físicos (el biotopo) y biológicos (la biocenosis o comunidad de organismos)*” (Odum, 1992). El Convenio sobre la Diversidad Biológica¹ lo define como “*un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional*”, y el DRAE² (2001) lo reduce a una “*comunidad de los seres vivos cuyos procesos vitales se relacionan entre sí y se desarrollan en función de los factores físicos de un mismo ambiente*”. En otras palabras, se puede decir que un ecosistema es un sistema conformado por partes interrelacionadas y dependientes entre sí. Ahora bien, al hablar de fragilidad, la etimología del concepto vuelca hacia el vocablo latino fragilitas, que alude a la característica de aquello que es frágil: es decir, que resulta débil o que puede romperse, quebrarse, arruinarse o destruirse con facilidad. Igualmente, se puede afirmar que la mayoría de los ecosistemas naturales son débiles, La Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible incorpora dentro de esta clasificación a todos “*los sistemas importantes, con características y recursos singulares. Comprenden los desiertos, las tierras semiáridas, las montañas, las marismas, las islas pequeñas y ciertas zonas costeras*”.

Como se introdujo, comúnmente, los asentamientos humanos estaban enraizados a los recursos hídricos por razones estratégicas de protección, movilidad, economía y supervivencia; en su mayoría, los capitales ácueos, ya sean ríos, lagos, lagunas, e inclusive mares, están inscritos a estas unidades geológicas “anfíbias” llamadas humedales (comparte el medio terrestre y el medio acuático en casi la misma proporción), producto de la superficialidad de las napas freáticas y de la constante irrigación de los terrenos que los circundan; por lo tanto, son hábitats directamente expuestos a la urbanidad. Los humedales son considerados por la Convención Ramsar² (2006) como: “*...extensiones de marismas, pantanos y turberas o superficies cubiertas de agua, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros.*” Su **fragilidad** radica primero, en que desde siempre fueron considerados tierras improductivas o fuentes de plagas y, por lo mismo, hubo una tendencia a ser transformados en ecosistemas terrestres o bien acuáticos, a partir de procesos de drenado y endicado, además de que su extensión recurrentemente amplía de topografía moderada y fácil destrucción, los configura como un blanco perfecto para el aumento de la superficie terrestre edificable; y, en segundo lugar, se debe a que un mínimo quiebre en la cadena biológica del sinfín de organismos que habitan en ellos, desde diminutas algas planctónicas, hasta una abundante cantidad de flora y fauna, pues son los ecosistemas con mayor diversidad en el planeta, puede trastocar su funcionamiento por completo.

² Diccionario de la Academia Española

límites entre lo natural y lo artificial

oikos+systema

Comunidad de seres vivos cuyos procesos vitales se relacionan entre sí y se desarrollan en función de los factores físicos de un mismo ambiente.

vulnerabilidad de los ECOSISTEMAS

basurales
cadenas biológicas débiles
aumento de superficie
ECOSISTEMAS FRÁGILES

HUMEDALES

HUMEDALES URBANOS

PRESTADORES DE SERVICIOS ECOLÓGICOS

regulación de inundaciones
absorción de contaminantes
generación de energía
liberación espacial
aumento de área verde
amortiguación sísmica
regulación de temperatura
regulación de precipitaciones

por el crecimiento de

En Chile, la definición de humedal realizada por el Reglamento de Suelos, Aguas y Humedales de la Ley N° 20.283, dictado el por Decreto N° 82 en 2010 del Ministerio de Agricultura, en su artículo 2° letra I, indica que se entenderán como humedales los: (...) *ecosistemas asociados a sustratos saturados de agua en forma temporal o permanente, en los que existe y se desarrolla biota acuática y, han sido declarados Sitios Prioritarios de Conservación, por la Comisión Nacional del Medio Ambiente, o sitios Ramsar. Para efectos de delimitación, se considerará la presencia y extensión de la vegetación hidrófila. Tratándose de ambientes que carezcan de vegetación hidrófila se utilizará, para la delimitación, la presencia de otras expresiones de biota acuática.* Asimismo, esta definición es utilizada por el Inventario Nacional de Humedales (MMA, 2011), donde clasifican los servicios prestados por los humedales y sus correspondientes amenazas (Anexo 01).

Como parte del camino de reconversión de las ciudades en base a la temática de los humedales y los recursos hídricos en general, nace El Convenio sobre la Diversidad Ecológica (CDB), un tratado internacional jurídicamente vinculante con tres objetivos principales: la conservación de la diversidad biológica, la utilización sustentable de sus componentes, y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos. Fue fundado el 29 de diciembre de 1993, con el objetivo de servir de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos.

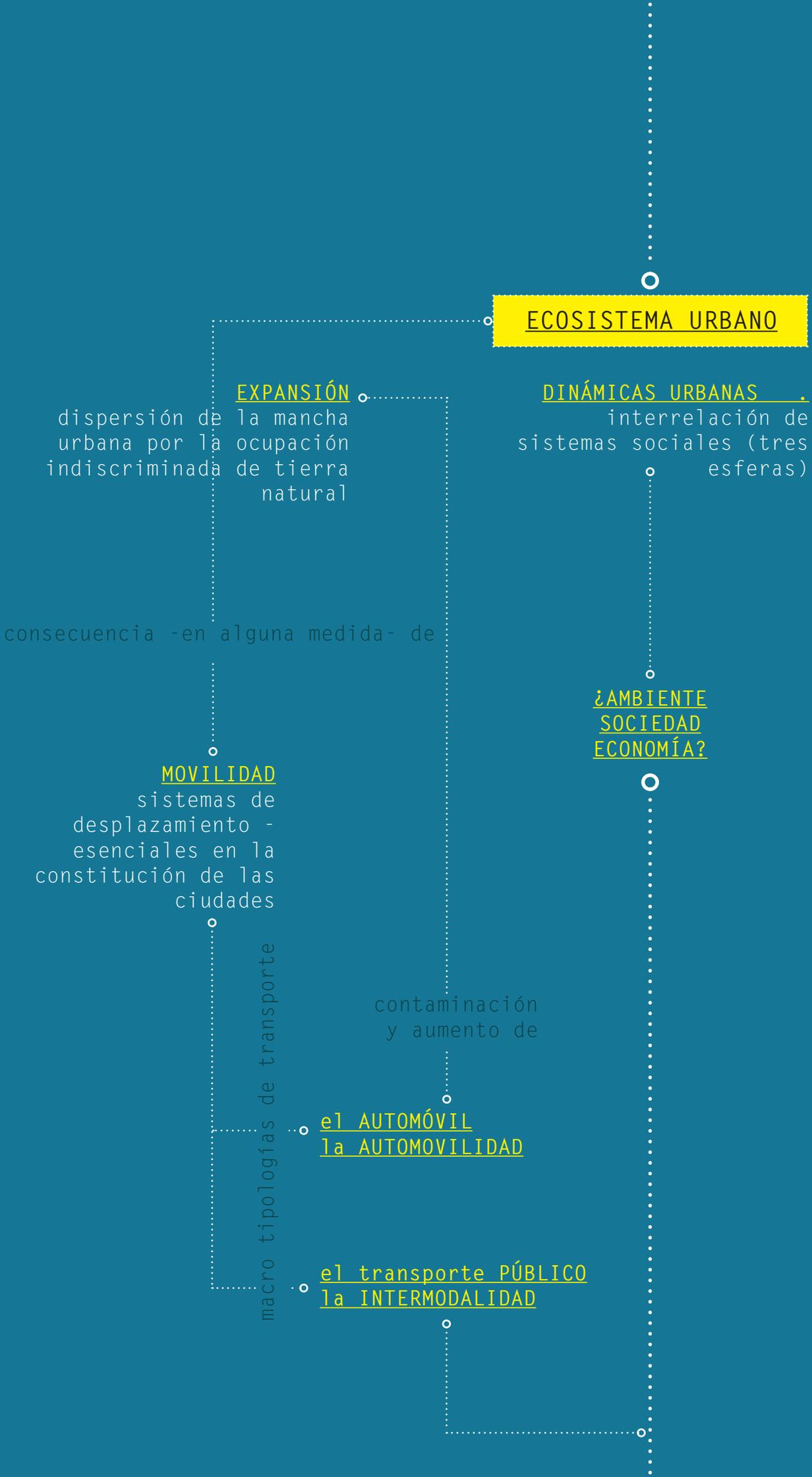
De esta forma y según los conocimientos acuñados, al articular los conceptos “humedal” y “urbano”, automáticamente se altera la percepción del fenómeno y la expresión en sí misma es una combinación de mundos, un ecosistema que fusiona lo natural y lo artificial. Ya no es tan solo un ecosistema frágil de gran potencialidad medioambiental, si no que se inscribe dentro de la prestación de servicios ecológicos fundamentales a las ciudades como reguladores de los regímenes hídricos, fuentes de biodiversidad, incluso generadores de energía limpia, pero también como estrategias de protección, son los más eficientes amortiguadores contra los efectos del cambio climático y la contaminación por sus altas capacidades purificadoras tanto del aire como de las aguas.

iii. SISTEMAS ARTIFICIALES: *Infraestructuras de irrigación artificial / La movilidad sostenible*

“El primer desarrollo de la ciudad tuviera lugar en valles fluviales; y el surgimiento de la ciudad es contemporáneo con los perfeccionamientos en la navegación que hicieron avanzar del manejo flotante de juncos o troncos a la embarcación movida por remos y velas... el transporte constituía el elemento más dinámico en la ciudad, aparte de la guerra, la falta del mismo, o la facilidad con que lo podía desorganizar en el curso de una ruta fluvial una comunidad que negara paso a las embarcaciones, constituyó una amenaza para su crecimiento, a decir verdad, para su existencia misma.” (Mumford, 1956)

Volviendo a Mumford como referencia, el transporte desde siempre ha constituido un sistema esencial en el funcionamiento de las ciudades, tanto internamente, como en relación a su conexión con las demás urbanizaciones. La mala implementación de estos modos y el excesivo uso del automóvil, se ha visto reflejado en la manera en la que se constituyen las ciudades, desde su morfología, densidad poblacional, atracción e incluso en su distribución socio-económica; pero en el ámbito en el que más ha influido es en la dispersión de la mancha urbana por la ocupación indiscriminada de tierra natural y en al aumento de los niveles de contaminación y consumo de energía.

La amenaza del cambio climático es parte de la lógica para avanzar hacia la conservación de la energía en el ámbito urbano, principalmente mediante la planificación y el diseño del entorno construido y a través de medidas para reducir la necesidad y el alcance de los viajes en automóvil (Hopwood, Mellor, O'Brien, 2005). El concepto de desarrollo sostenible es el resultado de la creciente conciencia de los vínculos mundiales entre el aumento de los problemas ambientales, las cuestiones socioeconómicas relacionadas con la pobreza, la desigualdad y las preocupaciones sobre un futuro saludable para la humanidad. De esta manera, Haughton (1999) clasifica el desarrollo sostenible en cinco principios basados en la



ECOSISTEMA URBANO

EXPANSIÓN

dispersión de la mancha urbana por la ocupación indiscriminada de tierra natural

consecuencia -en alguna medida- de

MOVILIDAD

sistemas de desplazamiento - esenciales en la constitución de las ciudades

macro tipologías de transporte

e1 AUTOMÓVIL
1a AUTOMOVILIDAD

e1 transporte PÚBLICO
1a INTERMODALIDAD

contaminación y aumento de

DINÁMICAS URBANAS

interrelación de sistemas sociales (tres esferas)

¿AMBIENTE SOCIEDAD ECONOMÍA?

equidad: *futuridad: equidad intergeneracional, justicia social: equidad integracional, responsabilidad transfronteriza: equidad geográfica, personas tratadas abierta y justamente: equidad procesal, importancia de la biodiversidad: equidad entre especies.*

El modelo habitual para el desarrollo sostenible es el de tres anillos interconectados: medio ambiente, sociedad y economía; este paradigma considera a su vez, cuatro conceptos clave: La sustentabilidad, la adaptabilidad, la mitigación y la resiliencia. Éste último se ha situado como la aspiración del nuevo urbanismo que propone ciudades resistentes y maleables ante los futuros y actuales riesgos. Respecto a ello, Lankao y Qin (2011) hablan de los riesgos que constituyen esta inadecuada articulación entre sistemas, que se han visto reflejados en las mismas urbanizaciones y la calidad de vida de sus habitantes, ya que la humanidad y la naturaleza están en una relación dialéctica y la preocupación ambiental debe estar *"enraizada en la crítica social y en una visión de reconstrucción social"*. La susceptibilidad que presentan las ciudades por su excesiva artificialidad, las ha convertido a ellas mismas en ecosistemas frágiles ante la diversidad de transformaciones a las que se exponen por estrés medioambiental y socio-político (IPCC, 2014).

Ahora bien, en materias de movilidad, existe un panorama rápidamente cambiante de las respuestas urbanas al cambio climático y la creciente literatura académica en este campo. El papel del transporte en el desarrollo sustentable se ha visto reforzando en las últimas dos décadas; primero en la Cumbre de la Tierra de las Naciones Unidas de 1992 y en su manuscrito final "La Agenda 21" la movilidad es abiertamente reconocida como tópico transcendental para el desarrollo. Luego, en 2002, el transporte fue anexado dentro del Plan de Implementación de Johannesburgo. En el documento final del 10º aniversario de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible se instauraron diversas referencias a una política de movilidad en la cual la protección de salud del medio ambiente se pudiera favorecer. También en el documento final de la Conferencia de 2012 de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible (Río + 20) encabezado "El futuro que queremos", el transporte y la movilidad se acentuaron como sustanciales para el desarrollo sostenible, y se subrayó la importancia de la actuación de los gobiernos municipales con aplicaciones a escala local.

El dialogo continúa luego en la adopción de la Agenda del Desarrollo 2030, estableciendo que la movilidad de personas y carga es esencial para lograr la mayoría, si no todos los Objetivos del Desarrollo Sostenible (Sánchez y otros, 2015). Desde entonces siguen desarrollándose diversas discusiones en torno al tema, que han conllevado, por ejemplo, a la transformación de conceptos como "transporte", que ha sido desplazado por el término "movilidad" debido a un cambio social y tecnológico en las redes de conexión que han roto los vínculos de proximidad y se han sustituido por vínculos de conexión a muy diferentes niveles (Peter Hall, 1997). La percepción de los medios de transporte está estrechamente relacionada con la forma en que se llevan a cabo las actividades diarias, y viceversa, y son el resultado tanto de las experiencias personales como colectivas. Las estrategias de ubicación de individuos y hogares se basan, en alguna medida, en las preferencias del modo de viaje —cómo se transportan desde su origen a su destino—, y, por otro lado, la movilidad diaria es resultado de la planificación del uso de suelo y de las oportunidades y limitaciones relacionadas con la realidad mercado de bienes y/o mercado de trabajo, es decir, de la explotación del suelo edificable (Flamm, Kaufmann, 2006). Bajo esas condiciones, es posible afirmar que las nuevas vías o conexiones nacen producto de la búsqueda del mercado de un suelo de menor valor en el que invertir y que, al mismo tiempo, eso determina la localización de la población según poder adquisitivo. La ampliación indiscriminada de redes de infraestructura para los vehículos motorizados (soporte económico de una región), significa mayor dispersión de una ciudad, esto trae consigo profundas diferencias espaciales (segregación y/o precariedad de servicios), donde es la oferta de redes de transporte la que categoriza el territorio, y la oferta de tipos la que condiciona la demanda.

Respecto a lo anterior, el desarrollo del estándar de movilidad sostenible que trabaja la idea de "la città lenta", que inicia en 1999, cuando el movimiento Slow implantado por Carlo Petrini se amplía al tema de la ciudad y de los problemas urbanos, se enmarca en la idea de la redefinición de los medios de transporte en función de las identidades de cada conglomerado urbano. Pier Giorgio Oliveti, director y Secretario General de la Cittaslow Internacional, lo define como un movimiento que representa a ciudades intermedias de población aún moderada, con una comunidad viva que está invirtiendo en sí misma, en contra del ritmo de

DINÁMICAS URBANAS DISOCIADAS

CONCIENCIA DE LOS VÍNCULOS MUNDIALES DE INEQUIDAD

- intergeneracional
- integracional
- geográfica
- procesal
- entre especies

¿respuesta?

DESARROLLO SOSTENIBLE

ADAPTACIÓN / SUSTENTABILIDAD / MITIGACIÓN / RESILIENCIA

Cambio de paradigma: de transporte a movilidad

Economía de recursos

Reducción de contaminantes

Ajuste a infraestructuras naturales

modos alternativos de movilidad

EL TRANSPORTE FLUVIAL

vida actual conducente a una desconexión con el medio natural y con los ritmos biológicos que lo controlan, y nos subsume en una carrera frenética relacionada con la auto-movilidad y la motorización del espacio urbano. Implícitamente, la corriente trae consigo una crítica a la globalización de las ciudades veloces como expresión de la modernidad; sus premisas y formas se plasman priorizando los transportes colectivos y otros medios no contaminantes –tranvías, trenes, metro, buses, ciclo-vías, transporte acuático, caminata, etc.- que exploren y se adapten a las prácticas cotidianas y distintivas de cada ciudad.

Dentro de ese mismo cuadro y con las sucesivas iniciativas sobre planes de movilidad para apaciguar la influencia de la auto-movilidad, las soluciones enunciadas aluden a la intermodalidad del transporte público como red de conexión eficiente, integrando metro, tranvía, red de buses, entre otras tipologías de transporte masivo, en combinación con modos de transporte particulares como son la bicicleta, los vehículos motorizados y, evidentemente, la caminata. Sin embargo, la búsqueda de la sustentabilidad no se reduce simplemente a la implementación de modos tradicionales de desplazamiento, se han incorporado a la discusión una diversidad de medios “alternativos” que significan un progreso tanto tecnológico como urbano en la generación de ciudades más eficientes, resilientes y amigables con el medio ambiente.

Uno de ellos es el transporte acuático, una nueva “herramienta” para el traslado de carga y de pasajeros, que se ha vuelto cada vez más atractiva pero no exenta de sus propias restricciones. La CEPAL dentro de sus series “Recursos Naturales e Infraestructuras”, publicó un estudio realizado por Azhar Jaimurzina y Gordon Wilmsmeier (2017) titulado “*La movilidad fluvial en América del Sur. Avances y tareas pendientes en materia de políticas públicas*”, donde se tratan las temáticas respecto a la implementación positiva de este nuevo instrumento en ciudades latinoamericanas como Brasil y Colombia. En el artículo se acentúa la importancia de la movilidad fluvial como parte de un sistema más amplio de movilidad acuática, que es definido de la siguiente manera:

“Tal sistema se define por un número de subsistemas que son complementarios y se superponen en ciertos puntos. En su totalidad, el transporte acuático incluye todos los servicios de transporte marítimo, fluvial y lacustre de pasajeros y de carga con alcance local, nacional e internacional. En el contexto de este análisis, la movilidad fluvial se caracteriza y diferencia, en primer lugar, por diferentes tipos: pasajeros y mercancías; alcance geográfico; actividad; y tipo de propulsión.” (Jaimurzina, Wilmsmeier, 2017)

Asimismo, plantean que este transporte fluvial se puede medir en términos de distancia recorrida y volumen transportado; el transporte de personas se calcula pasajeros/km y el de mercancías en toneladas/km o metros cúbicos/km. Wilmsmeier (2015) argumenta que las dimensiones de la navegación interior (rutas fluviales) incluyen tanto la infraestructura física fija –ríos, canales, hidrovías, puertos, embarcaderos etc.-, la oferta física móvil -la flota-, como la oferta de los servicios. La trayectoria de los servicios de navegación va de lo local hasta lo internacional. La infraestructura física y las características de los servicios son los facilitadores que constituyen y proveen la base de la movilidad que se presta sobre las vías navegables de la región (Jaimurzina, Wilmsmeier, 2017).

Desde la perspectiva que los autores ilustran, en el contexto actual del mundo cada vez más exigente en términos del manejo logístico, la preocupación por el cambio climático y el uso más razonable de recursos naturales, así como las innovaciones tecnológicas (ingeniería de los barcos, motores eléctricos, sistemas de información fluvial etc.), y considerando que América Latina cuenta con una dotación de cursos navegables naturales extremadamente importante que no está siendo suficientemente aprovechada, este medio se presenta como una excelente y pionera alternativa a ser explotada, pero que significa un desafío en materias de políticas públicas y cambios tendenciales en el comportamiento de las personas para poder ser ejecutada. Por lo mismo, desarrollaron un análisis equilibrado de las ventajas y limitaciones de la movilidad fluvial para extender su huella en el desarrollo sostenible y para precisar objetivos prudentes en las políticas públicas orientadas hacia su mejor aplicación. (Anexo 02)

Como referencia mundial a este nuevo prototipo de movilidad, existen una infinidad de ciudades que han basado su estructura y morfología en la ramificación de sus cursos ácuos; en comparación con algunos países europeos, la densidad de vías navegables en América es significativamente menor (Anexo 03), salvo por Ecuador, Colombia, Brasil, Paraguay, Chile y



EN LATINOAMERICA

COLOMBIA

CHILE

ARGENTINA

BRASIL

Canal del Dique, Cartagena-Calamar (128 kms.) / Canal Ciénaga-Barranquilla de (60 kms.)

Transporte Fluvial Solar (TFS Valdivia)

Hidrovia Córdoba/Buenos Aires

63 mil km de ríos disponibles para la navegación (20 mil km en la cuenca Amazónica)/ 29 mil km disponibles/ 13 mil km en uso.

CIUDADES ANFIBIAS

medio terrestre + medio acuático

Argentina, que han comenzado a navegar en la implementación de algunas medidas al respecto. En Argentina, por ejemplo, el Colegio de Ingenieros Hidráulicos propuso la construcción de una Hidrovía mediterránea Córdoba/Buenos Aires que permita abaratar costos de exportación y transporte, una hidrovía del Paraná que se constituye como un canal de unos 600 kilómetros, planeado desde Arroyito hasta la localidad pampeana de Catriló, y parte de su propuesta acentuaba que “un kilómetro de autopista ronda el millón y medio de dólares, mientras que el canal que proponemos podría realizarse con un costo por kilómetro entre 850 y 900 mil dólares”; y en Chile, el caso de los TFS (Transporte solar Fluvial)³ que el empresario Alemán Alex Whooper implantó en Valdivia como un nuevo plan de transporte público en base a alimentación fotovoltaica, impulsó el desarrollo de una identidad de ciudad que conlleva la reducción de costos y de tiempos de viaje.

Para el caso de la investigación sobre los humedales en Valdivia, las ideas implantadas por el movimiento “cittáslow” en complementación con los planes de transporte fluvial del estudio de la CEPAL y el mismo proyecto de los TFS, al replantearse los modos de desplazamiento que utilizan las personas –básicamente el automóvil- en función de aquellos que sean ecológicos y que marquen una imagen local, abren un horizonte de posibilidades sobre la aplicación o rehabilitación de prácticas tradicionales de movilidad fluvial, intrínsecas a la identidad de la ciudad. Considerando además, la cuantía de población aún controlada que existe en Valdivia, y su extensión relativamente mesurada, la aplicación de modos de desplazamiento lentos y no motorizados que replacen las infraestructuras viales brutas, por aquellas ligeras y de menor huella, se presentan como proyectos potenciales a implementar, incorporando un sistema de movilidad eficiente que demarque el límite urbano, ayudando a desfigurar los mecanismos del mercado de suelo que segregan y fraccionan la población, y la misma vialidad que fragmenta las superficies de humedales.



imagen de referencia:
Embarcaciones
TFS Valdivia:
Catamaranes
Seabus I
(ver Anexo 04)

³ <https://www.barrioflotante.cl/tfs/>

9. MARCO PROYECTUAL: CIUDADES ANFIBIAS

Ciudad Anfibia: Reconoce un territorio intermedio, en el que interaccionan el agua y la tierra, distinguiendo la presencia de ambos y sus gradientes de relación. Se desarrolla en el agua y en la tierra a la vez, respira en ambos medios, pero de forma diferente. Reflejándose en lo urbano de manera más densa y con mayor intensidad de huella en la tierra y más ligera y orgánica a medida que se acerca al agua... “Amphibious architecture, water-space urban design and water-use planning evolving from a water-space-perspective can lead to an amphibian living space” (Casper, 2015)

Antes de profundizar en la contemporaneidad del concepto, es necesario contextualizar este modelo de ciudad como un tópico expuesto en la disciplina, aunque no explícitamente, hace ya un tiempo. Las ciudades crecieron de manera “natural” en la mayoría de los casos y no es hasta después del caos generado por la explosión demográfica derivada de la revolución industrial y las Guerras Mundiales, que se comienza por integrar a los elementos de la ciudad el planeamiento urbano formal. En ese sentido, antes de cualquier forma de planificación, desde las antiguas civilizaciones Mesopotámicas y Chinas, incluso Aztecas y Mayas como Tenochtitlan, ha existido una cultura del agua capaz de desafiar los métodos convencionales, para convertirse en verdaderas construcciones flotantes adaptadas a su medio fundacional.

La idea de “la ciudad anfibia” viene a servir de modelo para urbanizaciones, como es el caso de Valdivia, que están igualmente compuestas por tierra que por agua. A continuación, se expondrán una serie de referentes que ayudarán a enlazar las afirmaciones del marco teórico sobre la coexistencia de sistemas naturales y artificiales, con el planteamiento, tanto teórico como práctico, que la disciplina ha desarrollado a lo largo del tiempo en torno a la relación del agua como materia prima, a través seis casos distribuidos en tres ejes temáticos fundamentalmente importantes de la planificación:

- i. El trazado y el agua: Se enmarca en el vínculo que se establece entre la importancia que los flujos, tanto de personas como de agua, tienen en la configuración morfológica e identitaria de las ciudades, como partes de un sistema vectorial, una retícula que sustenta las relaciones de movilidad al interior de las urbanizaciones, y al agua, como parte de esta estructura.
- ii. La densificación y el agua: Hace alusión a las lógicas de construcción de las ciudades sobre los sistemas naturales que, a lo largo de la historia, han tenido presencia en las porciones sólidas de tierra, y la falta de terreno edificable se ha suplido a través de la transformación de suelos fluidos en pétreos, en vez de adaptar los sistemas constructivos de las edificaciones al medio acuático.
- iii. Los ecosistemas y el agua: Se relaciona con la correcta integración de los ecosistemas hídricos a los ecosistemas urbanos, entendiéndolos como mecanismos ecológicos esenciales en la solución de problemáticas urbanas como el cambio climático, y se enfocan en la naturalización de las ciudades.

figura 03.
Perfil de calle
en canales
estructurantes de
Ámsterdam



04.

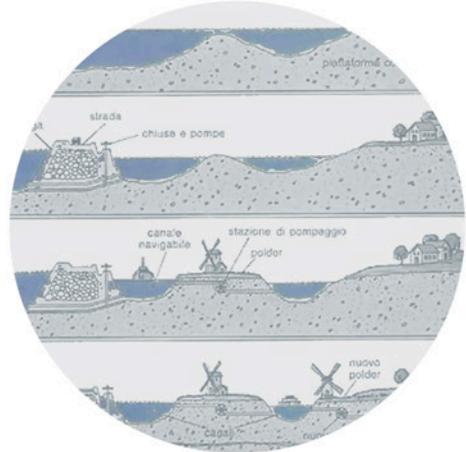
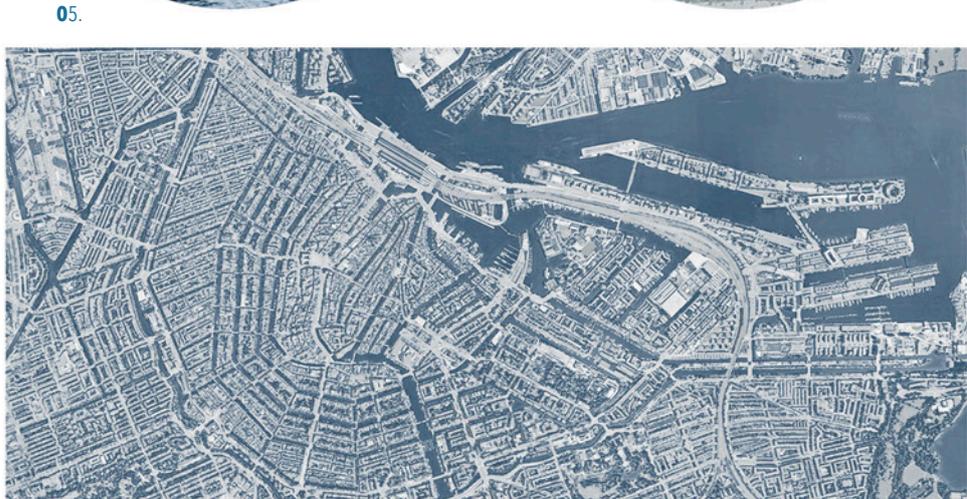


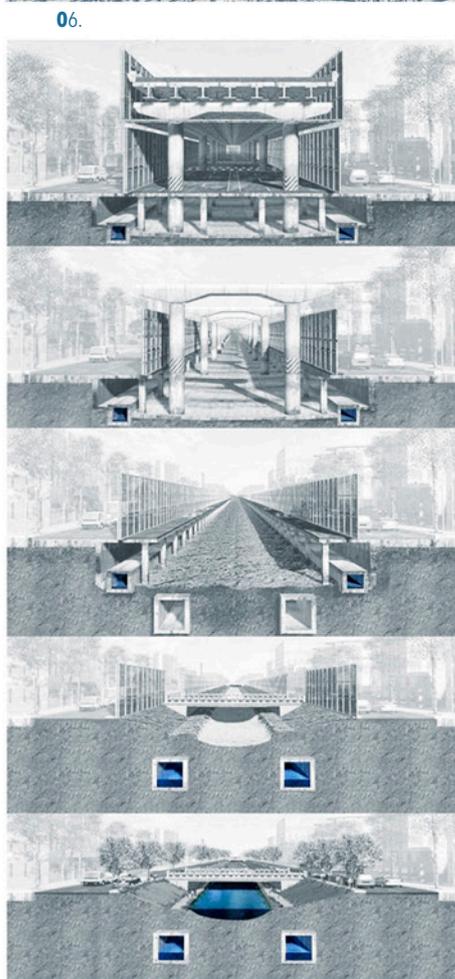
figura 04.
Vista aérea de
Ámsterdam y su
red de canales

figura 05.
Etapas del
sistema de
polders para
construcción
de canales en
Holanda



05.

figura 06.
Proceso de
deconstrucción
de la autopista
para
reapertura del
canal en Saúl



06.

figura 07-
Imagen objetivo
proyecto canal
Seúl

07.



figura 08.
Perfil de canal
en Seúl

08.



i. EL TRAZADO Y EL AGUA

La movilidad en la configuración de la ciudad

o **Ámsterdam y el agua:** *La lucha contra el mar*

Un 26% de Holanda se encuentra bajo el nivel del mar, por ende, la disputa continua de los holandeses contra el agua los ha dotado de un manejo increíble del medio habitable; así como Mumford (1956) describe, son los más instruidos en el conocimiento de los recursos hídricos como guías de las ciudades:

“El desarrollo técnico de la ciudad holandesa se basaba en el maravilloso control del agua, no solo para las comunicaciones y los transportes sino también para la escultura del paisaje. Ya mucho antes de que se hubieran perfeccionado los elementos mecánicos para la excavación y el traslado de la tierra, los holandeses, mediante un empecinado esfuerzo manual, habían levantado muchas de sus ciudades sobre montículos, por encima de las aguas”.

En el caso de Ámsterdam, los canales son el resultado de una buena planificación urbana contra inundaciones y actúan como vías de transporte adicionales (fig.03). La ciudad fue fundada alrededor del año 1250 con la construcción de la presa que le dio su nombre. “Aeme Stelle Redamme” significa “presa en un área acuosa” en holandés medieval, donde los primeros canales servían de defensa, pero con el crecimiento de la ciudad, cambiaron su función a ser plataforma para el transporte. Hoy, además de los autobuses acuáticos que navegan por estas vías fluviales, hay también barcos-restaurante y todo tipo de botes que los frecuentan. Estas rutas fluviales estaban interconectadas mediante canales de una profundidad media de 2 a 3 metros y un ancho variable, dispuestos de forma radial formando un abanico (fig.04). Los canales fueron construidos a través del sistema de polderización (González, 1990) –sistema de drenaje de agua para ganar terreno al mar (fig.05) - que permitía inundar ciertas zonas constantemente húmedas, y mantener un terreno seguro para la urbanización sin desequilibrar los niveles de agua necesarios para los ecosistemas; muchos de estos polders hoy constituyen increíbles parques inundables, como el Amsterdam Bos Park.

o **El Canal Cheonggyecheon:** *Una vuelta al pasado*

Por otro lado, el proyecto del canal Cheonggyecheon en Seul, Corea, se enmarca dentro de las corrientes de diseño contemporáneas asociadas a procesos de reconversión de estructuras urbanas para la introducción de leyes naturales y la puesta en valor de los recursos (fig.06):

“...una transformación cultural importante en Corea. Primero, por la cantidad de autos que conducían diariamente (más de 160 000). Segundo, porque la autopista tenía un valor significativo en el imaginario colectivo. Representaba el paso de una nación rural a una economía industrializada como lo es hoy. Botar la autopista era un acto por sobre todo simbólico. La idea de reemplazar la autopista surgió en 1999, cuando la Alcaldía de Seúl tuvo que cerrar uno de los tres túneles de vialidad urbana de la ciudad. Paradójicamente, al cerrar este túnel se encontraron con que los volúmenes de trayectos en automóvil cayeron de manera importante. Descubrieron que esto era un caso de la Paradoja de Braess (Braess Paradox), la cual plantea que eliminando espacio en un área urbana y construyendo capacidad extra dentro de un sistema de red de vial, se pueden reducir el total de los trayectos en automóvil” (Petrescu, 2007).

Hace 50 años, en el sitio de la autopista, existía el canal de Cheoggyecheon, un cauce de aguas de carácter más bien rural que dividía la ciudad en sentido norte-sur y donde la gente acostumbraba lavar sus ropas. Junto con el crecimiento económico de Corea del Sur, la ciudad comenzó a expandirse y a desarrollar nuevas infraestructuras. El canal se convirtió en una cloaca abierta que, luego de la modificación completa de su cauce, fue sustento de una importante arteria urbana sobre la cual se había construido una autopista de seis niveles. Si bien, la carretera representaba el progreso de la capital, generó un significativo deterioro en la calidad de vida de los ciudadanos debido a los crecientes índices de polución, escasa ventilación y contaminación ambiental. Así, el proyecto de demolición de la autopista creó un parque de borde de 400 hectáreas, en 8 km de largo y 80 metros de ancho, dando paso nuevamente al cauce natural del río con sus aguas debidamente tratadas y purificadas, configurando parte estructurante del trazado de la ciudad (fig.07-08).

figura 09.
"Tokio Plan"
1960
Kenzo Tange



10.

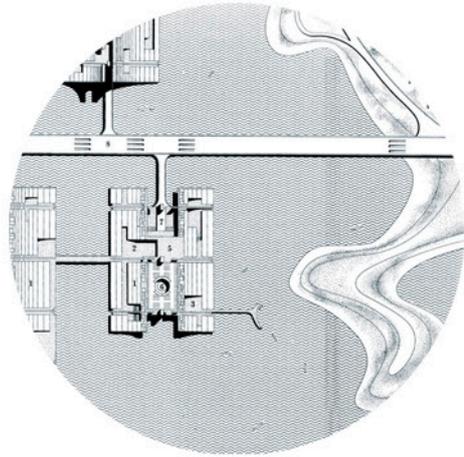
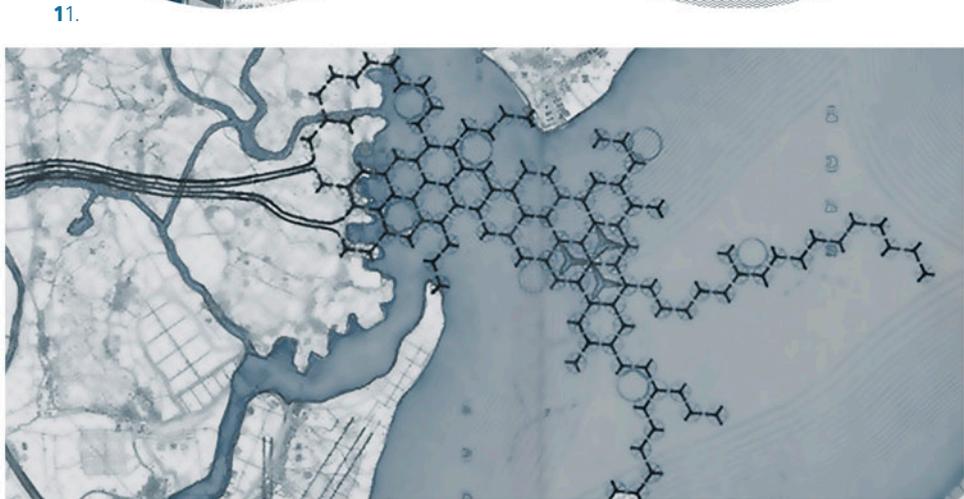


figura 10.
Detalle "Tokio
Plan"
1960
Kenzo Tange

figura 11.
"Floating
City project
Kasumigaura,
Japan"
Kisho Kurokawa
1961

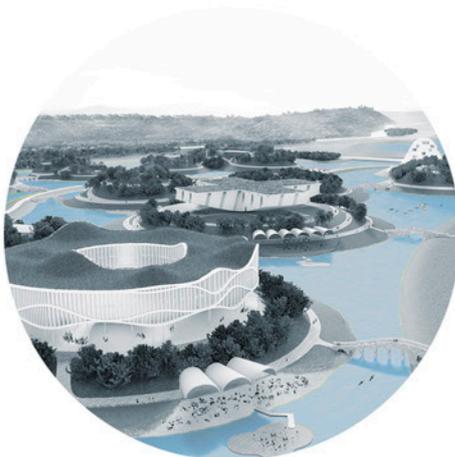


11.

figura 12.
Master Plan para
Changde
UrbanLab

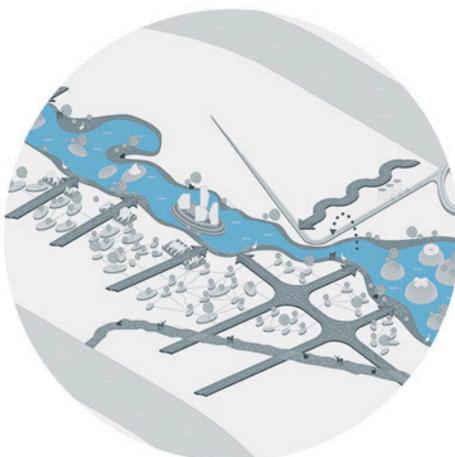
12.

figura 13.
Master Plan para
Changde
UrbanLab (el
agua como
servicio)

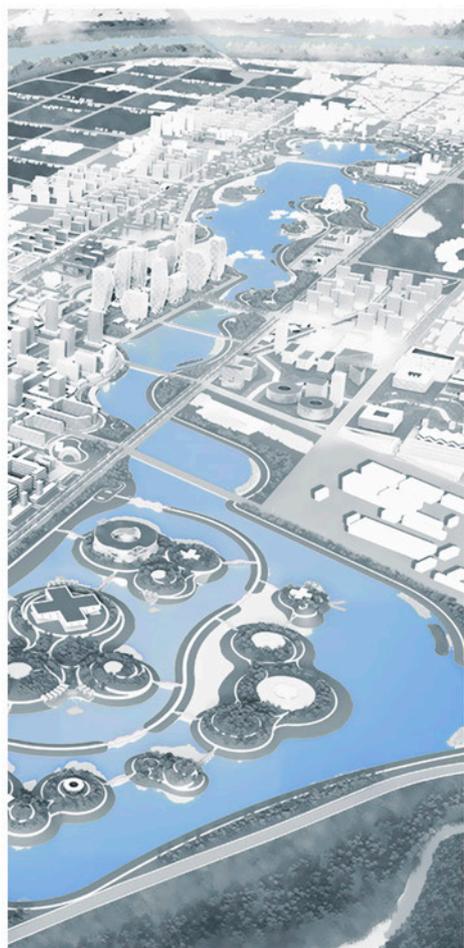


13.

figura 14.
Master Plan para
Changde
UrbanLab (islas
flotantes)



14.



ii. LA DENSIFICACIÓN Y EL AGUA

¿Cómo densificar cuando no hay terreno edificable?

o **El Metabolismo Japonés:** *Las ciudades flotantes*

Si bien ya se ha hecho alusión a la falta de raciocinio que ha tenido el tratamiento de las ciudades respecto a su medio natural y las problemáticas que esto ha conllevado, ¿Por qué, como disciplina, los arquitectos contemporáneos contrarrestan las grandes crisis con pequeñas ideas?... Los arquitectos una vez pensaron y teorizaron lo enorme; además de las oportunidades sin precedentes para diseñar proyectos a gran escala en la posguerra, la arquitectura de los años 50 y 60 asumió con entusiasmo los problemas culturales y ambientales de gran escala en la época; tal es el caso del movimiento denominado “Metabolismo Japonés” en manos de arquitectos como Kenzo Tange, Kisho Kurokawa, Kiyonore Kikutake, Kawazoe, Masato Otaka, Fuhimiko Maki, entre algunos otros, que comenzaron a abrir el debate en su manifiesto “Metabolism 1960 - The Proposals for New Urbanism” sobre propuestas filosóficas para habitar la tierra en armonía con las fuerzas de la naturaleza (Pernice, 2009); esta corriente presentó novedosas y radicales propuestas donde proyectaban estructuras efímeras, que podían adecuarse, crecer, contraerse, expandirse de tal manera que se ajustaran al medio y a la población que demandaba la satisfacción de las necesidades de vivienda y servicios de los que las proveía la ciudad y cuya realización estaba propuesta por las nuevas tecnologías de ese entonces (Martín-Gutiérrez, 1990).

Las estructuras metabolistas representaban la simbiosis del avance tecnológico con una cultura ancestral llena de significado, que comparaba nuestros edificios y nuestras ciudades con el proceso biológico de la vida: los ciclos de cambio y la constante regeneración y destrucción del tejido orgánico. Proyectos urbanos particularmente interesantes de esta línea, y que tienen que ver con la idea de las ciudades anfibias, son el “Tokio Plan” de 1960 diseñado por Kenzo Tange (fig.09-10) y el “Floating City project Kasumigaura, Japan” de Kisho Kurokawa en 1961 (fig.11), ambos funcionaban según las lógicas de la configuración geográfica e hidrográfica de Japón, donde el espacio habitable disponible era mínimo, proponiendo una expansión de la ciudad sobre porciones de agua, como unos infinitos muelles flotantes que organizaban, de manera orgánica pero funcional, zonas residenciales y de servicios.

o **El nuevo diseño urbano de UrbanLab:** *El agua como servicio*

Estas mismas ideologías un tanto utopistas, han seguido siendo trabajadas en la actualidad mediante la observación de la potencialidad de la crisis como una manera de especulación sobre las posibilidades del futuro diseño urbano. Un ejemplo de ello, se ve en el trabajo y las investigaciones de la oficina UrbanLab, fundada en el 2000 por los arquitectos Martín Felsen y Sarah Dunn, quienes intentan introducir soluciones de diseño innovadoras para crear espacios que establezcan conexiones saludables entre las personas y sus entornos, tal es el caso del plan que diseñaron para la expansión de Changde (fig.12), una ciudad de rápido crecimiento en la provincia china de Hunan, un nuevo distrito que tendrá capacidad para 600,000 personas en 5 millas cuadradas (13 kilómetros cuadrados), el concepto de diseño principal de UrbanLab es re-imaginar el agua como un servicio (no un problema) (fig.13) para las personas, donde el lago se ha vuelto a concebir como un "parque acuático central" para toda la ciudad, sobre el que la trama se amplía como islas flotantes (fig.14).

figura 15.
Plan general red
de parques anillo
verde de Vitoria
Gasteiz



figura 16.
Vista dese parque
Zadorra hacia la
ciudad de Vitoria



figura 17.
Vista aerea límite
de Vitoria y
parque Zabalgana



figura 18.
Capas
desplegadas de
las operaciones
de recuperacióm
del humedal

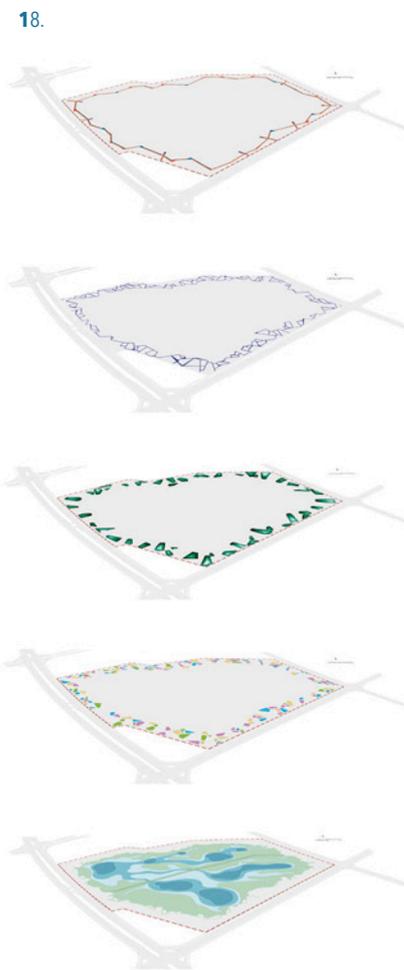
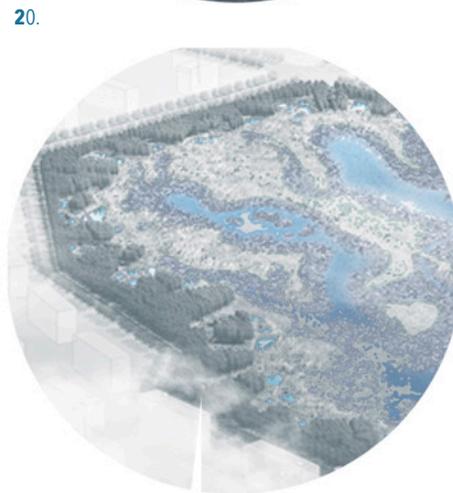


figura 19.
Estado del Qunli
stormwater Park
en 2014



figura 20.
Vista superior
parque de
humedales Qunli



iii. LOS ECOSISTEMAS Y EL AGUA

La naturaleza como parte de los ecosistemas urbanos

○ Anillo Verde de Vitoria-Gasteiz: *La continuidad natural*

El Anillo Verde de Vitoria-Gasteiz es un proyecto que se rige por la introducción de la naturaleza a la ciudad, como el resultado de un ambicioso plan de reconstrucción y recuperación ambiental del perímetro de la ciudad -30,8 kilómetros en total (fig.15)-, que persigue fundamentalmente recuperar el valor ecológico y social de este espacio a través de la creación de un continuo natural alrededor de la ciudad, articulado por diversos enclaves de alto valor ecológico y paisajístico, generando un corredor eco-recreativo de movilidad no motorizada que, al mismo tiempo, define el límite urbano. Vitoria es la ciudad con más metros cuadrados de área verde per cápita en Europa, y posee una gran diversidad de ambientes que se clasifican en los hasta ahora 6 parques consolidados: Armentia, Olarizu, Zadorra (fig.16), Salburua, Zabalzana (fig.17) y Errekaleor; cada uno con una notable riqueza naturalística e identidad, que son conectados por una red de recorridos, muelles y pasarelas que permiten enlazar el anillo con la trama de la ciudad.

○ Qunli stormwaterpark: *El humedal urbano*

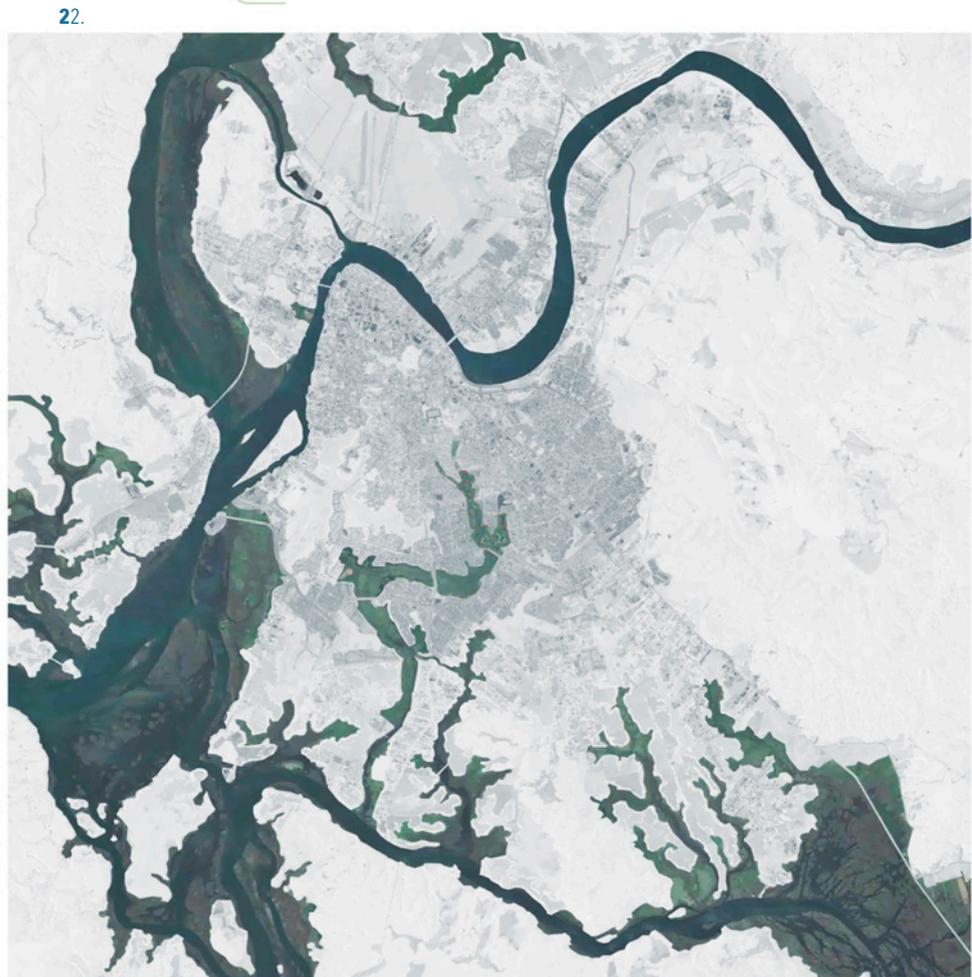
Los arquitectos de Turenscape, como otro ejemplo, han desarrollado obras de paisaje y planificación urbana de integración de ecosistemas a porciones de ciudad; en 2010 Turenscape recibió el encargo de diseñar un parque de 34,2 hectáreas en un antiguo humedal rodeado por cuatro calles donde las fuentes de agua se habían cortado y el humedal estaba bajo la amenaza de desaparecer, una especie de oasis en Qunli, un nuevo distrito chino creado en 2006, con un tamaño de 2733 hectáreas, en las afueras este de la ciudad de Haerbin, en el norte de China. Se proyectaron 32 millones de metros cuadrados de edificios, donde viviría más de un tercio de un millón de personas. La excesiva impermeabilización del suelo, que consideraba tan solo un 16% de área verde, resultó ineficiente para los 567 mm de precipitaciones anuales. El registro de inundaciones y agua fue frecuente durante muchos años, y por ello. La estrategia consideraba transformar el humedal moribundo en un parque urbano de aguas pluviales, mediante soluciones de diseño que incluyen el uso de una técnica simple de corte y relleno para crear una amortiguación de estanques y montículos que rodearan el antiguo humedal y que funcionen captando las aguas lluvia (fig.18), filtrándolas y limpiándolas, además de contener programas que se extienden como unos muelles sobre el humedal continuando la trama urbana, y que sirven como nexo entre naturaleza y ciudad (fig.19). El núcleo principal de evolución natural del humedal, se planteaba como el receptor de las aguas pluviales recogidas en las tuberías del borde para rehidratar las napas freáticas. El humedal se recuperó al cabo de pocos años, y desde entonces no han existido más problemas de inundaciones, por el contrario, ahora existe una desconocida variedad de flora y fauna, además de mejores niveles de contaminación (fig.20).

Además del intento de congeniar los sistemas naturales y los métodos artificiales de construcción de ciudad, los planes antes mencionados tienen otra cosa en común, la idea de lo tectónico y lo estereotómico -lo ligero y lo pesante-, pues identifican diferentes estratos de intervención, aquellos que suponen ser un cimiento para los sistemas, como la tierra, y aquello que actúa como elemento articulador de la trama urbana que se extiende sutilmente sobre el agua y sus ecosistemas, o que contiene y deja introducir las leyes naturales a los sistemas urbanos. Sin ir más lejos y como última referencia, en el sur de Chile ya existe una tradición asociada al agua y a la lluvia, a través de la arquitectura en madera, este material se ha inscrito a un territorio húmedo, de viento y lluvia, de lagos, ríos y mar. Localidades como **Chiloé** y **Caleta Tortel** son reconocidas como “Ciudades de Agua”, expresión que da cuenta de un modo de vivir, literalmente, sobre el agua, donde toda la vida comunitaria, el paseo, el encuentro ciudadano, el trabajo, las relaciones sociales, las faenas de embarque y desembarque de productos y las comunicaciones, se dan en un vínculo estrecho con el agua. De ese modo, las embarcaciones son el medio de transporte de la comunidad, y palafitos, puentes y costaneras, la unidad básica sobre la que se cimienta, construyendo un elemento fundamental del paisaje local (Cerde, 2013).

figura 21.
Contextualización
de Valdivia en
Chile.
Fuente:
VALDIVIA. Capital
sostenible. Plan
de Acción.
(BID)



figura 22.
Red de
humedales de
Valdivia.



10. EL CASO DE VALDIVIA: LA CIUDAD ANFIBIA

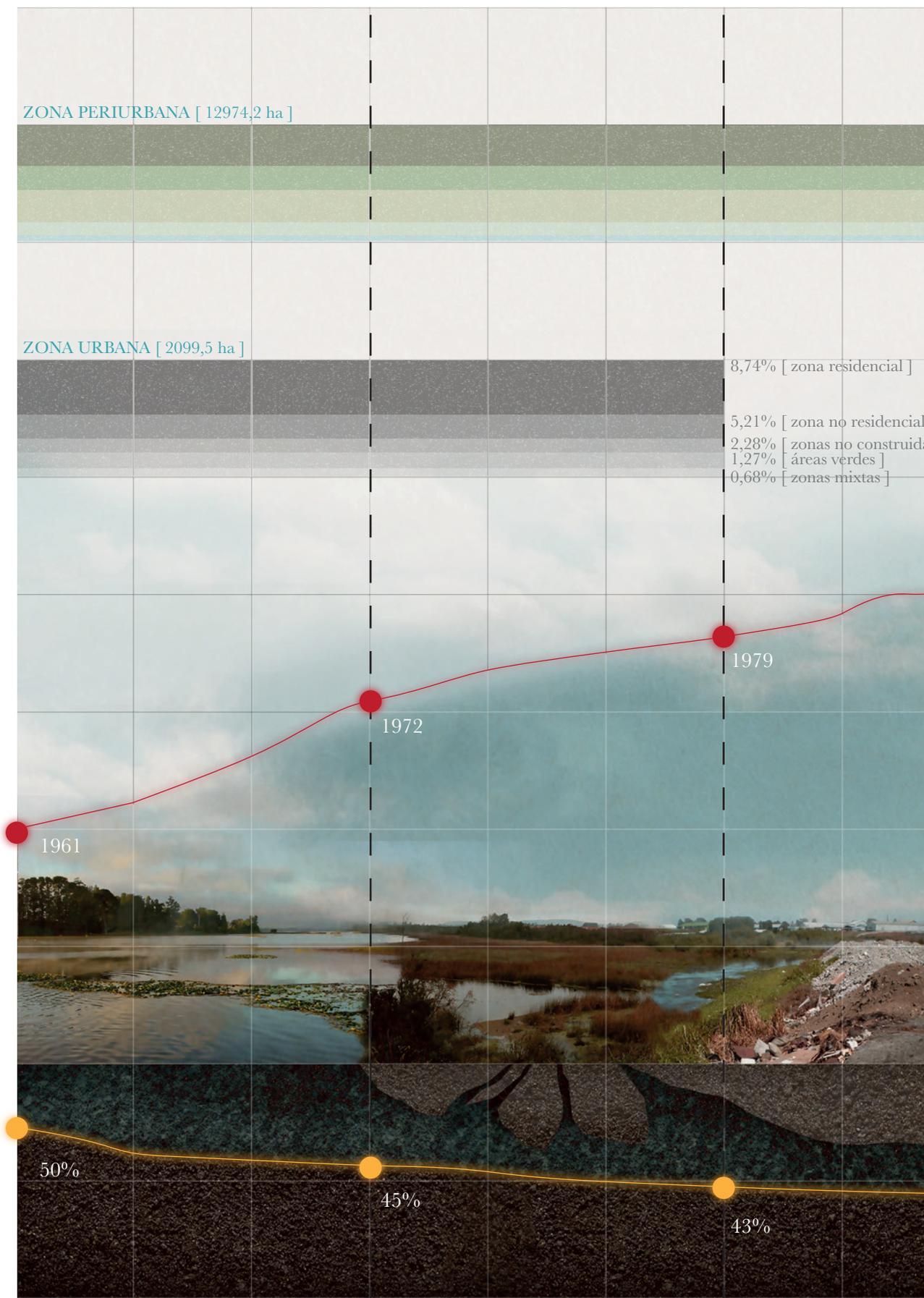
“Pero el rasgo distintivo de la ciudad es el de que escapa a estas limitaciones rurales y a este horizonte próximo. La ciudad es el producto de una enorme movilización de vitalidad, poder y riqueza que, en un principio, estuvo limitada necesariamente a unos cuantos grandes ríos, en regiones excepcionalmente propicias. Una vez que se desecaron las ciénagas y se reguló el nivel de las aguas, la tierra de estos valles resultó muy fértil. Hasta sin abono animal, el rico sedimento depositado en la época de las inundaciones garantizó cosechas casi cien veces mayores que la semilla original; a veces, dos o tres cosechas por año” (Mumford, 1956).

Tal como afirma Mumford, los recursos ácuos han determinado en gran medida el posicionamiento y morfología de las urbanizaciones, y el caso de la ciudad de Valdivia, capital de la Región de los Ríos, es un claro ejemplo. Ésta, cuenta con cerca de 166.000 habitantes y una extensión aproximada de 10 kilómetros, en una localización geográfica privilegiada en la confluencia de tres grandes ríos, Cau Cau, Cruces y Calle Calle, que, en conjunto con sus humedales, forman un sistema hídrico que bordea, recorre y se integra a la ciudad (fig.21-22). La gran riqueza ambiental y geográfica que la hizo atractiva como lugar fundacional y la mantiene como una importante ciudad del sur de Chile, ha configurado su historia desde el origen, muchos estudios arqueológicos recientes estiman que la vida de la ciudad podría tener un milenio, y algunos otros cronistas de la colonización española cuentan de la ocupación indígena en el entorno ribereño, para luego convertirse en lugar de la primera fundación hispana en 1552. A lo largo de la formación de la ciudad, diversos sucesos de origen natural, político y económico condicionaron su crecimiento poblacional y financiero durante décadas. Entre estos se destacan el gran terremoto y maremoto de mayo de 1960, la exclusión de Valdivia del trazado de la carretera Panamericana, y el proceso de regionalización que, sumado a otros factores internacionales, contribuyeron al decaimiento de Valdivia como ciudad industrial, luego de haber sido una de las economías más dinámicas del país. En tan solo 40 años la ciudad experimentó un fuerte proceso de reconversión productiva, hacia una ciudad de servicios, destacando, entre otros, el sector educacional.

No obstante, Valdivia también muestra en la actualidad tendencias y retos de sostenibilidad que ponen en riesgo sus activos más valiosos y condicionan su potencial de desarrollo. Se observa, por ejemplo, una movilidad cada vez más dependiente del vehículo privado por el mal funcionamiento del transporte público, que se ve reflejada en el aumento notorio de la tasa de motorización y, como consecuencia, en mayores niveles de congestión y tiempos de viaje. Tal como sucede en otras ciudades emergentes de la región, predomina un modelo de expansión urbana de baja densidad, sin adecuada planificación producto de la desmedida inversión inmobiliaria. Como consecuencia, la huella urbana ha avanzado hacia zonas de riesgo y vulnerabilidad, y ha afectado, además, a ecosistemas esenciales para la adaptación de la ciudad, como los humedales urbanos y periurbanos que han sido rellenados históricamente de manera artificial para poder ir edificando la ciudad, a pesar de que sus componentes geográficos e hidrográficos presenta cualidades de suelo más bien húmedas y poco aptas para la construcción.

Actualmente, Valdivia se divide en dos macro-zonas, una urbana con 2099,5 ha, y una periurbana con 12974,2 ha (fig.23). El modelo actual de crecimiento urbano guiado por el mercado de suelo y el alcance del automóvil, ha generado una estructura urbana cada vez más segregada y fraccionada espacialmente, con un límite urbano poco definido, que expresa un alto nivel de inequidad social y ambiental. En ese sentido, actualmente, el terreno que alguna vez estuvo compuesto por casi un 65% de agua, configurando más bien una isla surcada o irrigada por diversos cursos de agua desprendidos de los ríos Valdivia y Calle Calle. Producto del crecimiento de la población y los diversos procesos de desarrollo, la urbanización ha ido ganando lugar sobre cenagales y riberas, llevando a las fuentes hídricas a una proporción de menos del 45%. La problemática específica que esta ciudad presenta, tiene que ver con que se ha invertido el orden natural de los recursos, las porciones de tierra que antes se articulaban en torno a humedales, ahora los han convertido en archipiélagos de la urbanización. Esta alteración sobre las dinámicas naturales ha tenido también efectos secundarios sobre la ciudad, como catástrofes naturales, sequía de las napas freáticas en algunas zonas, y bajas tasas de crecimiento y empleo.

figura 23.
Mapa índice que compara la reducción de la superficie de humedales y el crecimiento de la mancha urbana en Valdivia, asociado a sus composiciones urbanas y periurbanas.



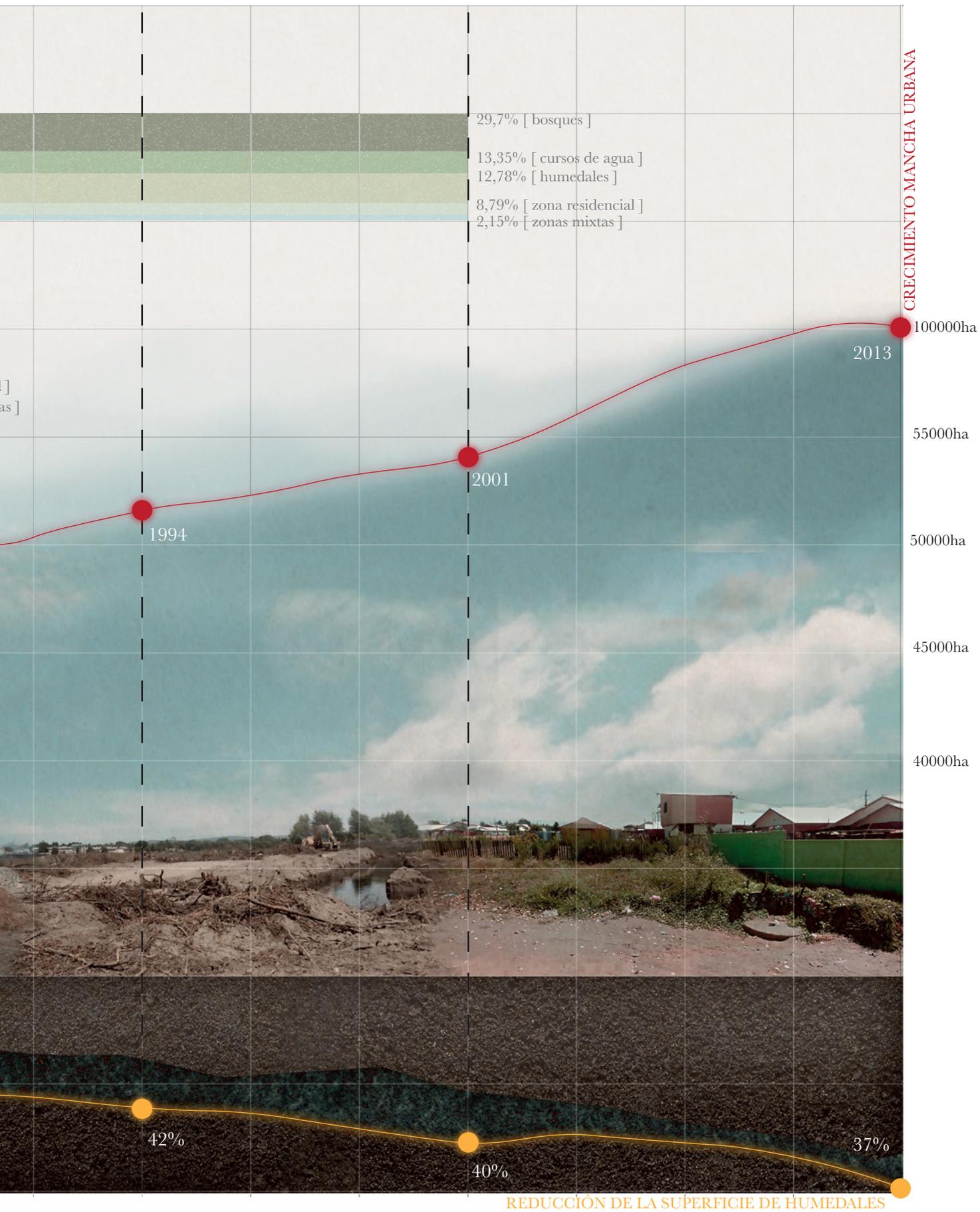


figura 24.
Fuente: Leonor Adán Alfaro, Simón Urbina Araya, Margarita Alvarado Pérez. (2017). Asentamientos humanos en torno a los humedales de la ciudad de Valdivia en Tiempos Prehispánicos e históricos coloniales.

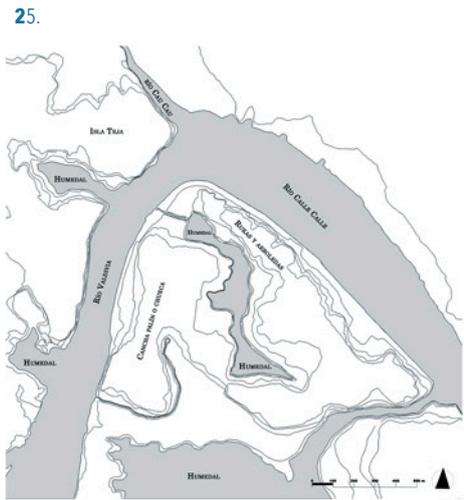
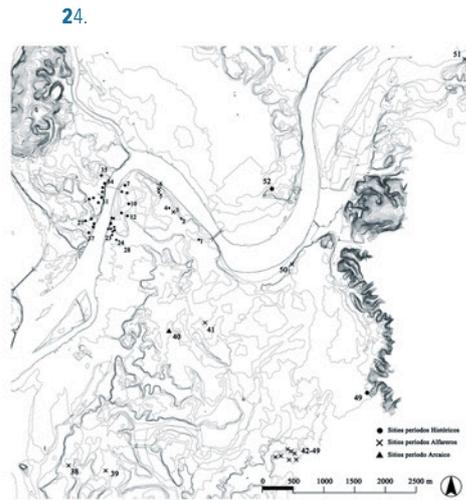


figura 25.
Fuente: Leonor Adán Alfaro, Simón Urbina Araya, Margarita Alvarado Pérez. (2017) Op. cit. Ibid. - Superficies originales de humedales.

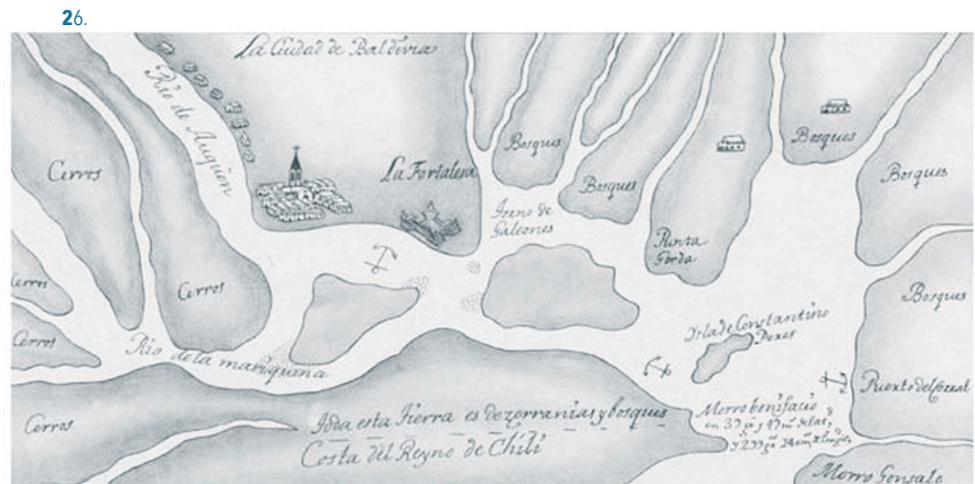


figura 26.
Fuente: Fundación y refundación de Valdivia (Lat. S 39°): Implicancias arqueológicas de dos modalidades de instalación hispana (ca. 1552-1647)

figura 27.
Fuente: Plano composición de suelos de Valdivia 1976. En <http://>

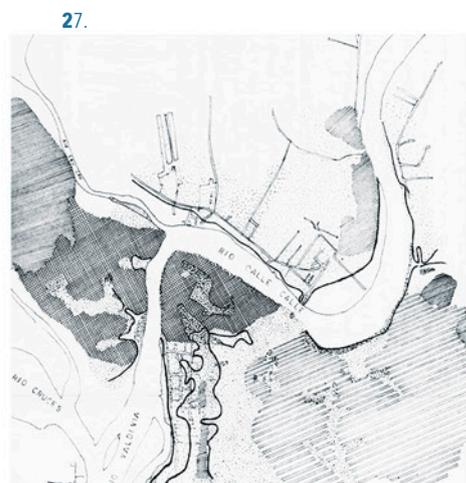


figura 28.
Fuente: Daniel Espinoza Guzmán, Antonio Zumelzu. (2016). Valdivia y su evolución post-terremoto 1960: Enfoques, factores escalares y condicionantes.

figura 29.
Costanera de Valdivia 1899.
Fuente: Borneck, Boris e Izquierdo, José, 2009.



I. VALDIVIA: DE VALLE A CIUDAD

En el caso de Valdivia, su constitución como asentamiento se origina mucho antes de su establecimiento como “ciudad”, y para poder clasificar su desarrollo y entender la forma en la que se fue expandiendo y apropiando de su contexto natural, su evolución será dividida en cuatro periodos (ver diagrama pág.46-47):

Primero en la llamada **“Ciudad Compacta”**, que se extiende desde los asentamientos prehispánicos del pueblo Huilliche (fig.24), en lo que ellos denominaban *“Valle de Guadalafquén”* producto del enorme abastecimiento de cursos de agua que servían para su movilización en canoas y su principal actividad, la pesca (fig.25). Posteriormente, a la llegada de los conquistadores españoles en 1544, para la fundación de Valdivia en 1552, el sector formaba parte de la hoya o cuenca hidrográfica del río Valdivia calificada como trasandina. Ésta, es descrita por el capitán Pedro de Olmos de Aguilera en 1574 como *“provincia de Guadalafquén en el río que dicen de Valdivia”* (Alfaro et al, 2017) (fig.26), su establecimiento se sustenta también por razones estratégicas relacionadas con los recursos hídricos, en un enclave resguardado, pero con fácil acceso al mar. Asimismo, nacen Corral y Niebla (1645 y 1671 respectivamente) como parte de un sistema interconectado de 17 fortificaciones divididas en Castillos, Fuertes y Baterías, que protegían la ciudad de piratas y corsarios holandeses e ingleses; además, les permitía establecer conexiones marítimas de intercambio, convirtiendo a Corral en uno de los puertos más importantes de la época, y a Valdivia en la tercera ciudad con mayor influencia del Virreinato. Por otro lado, es transcendental acentuar que el emplazamiento de la ciudad de Valdivia junto a una zona de humedales enfrentó a sus nuevas poblaciones a un espacio temido por lo inhóspito y dificultoso para el control y dominio. El conocimiento de las formas de vida indígena y la incorporación de tecnologías que hacían habitables estos territorios y se beneficiaban de las zonas de humedales (recursos, canoas monóxilas, material constructivo y prácticas arquitectónicas), propiciaron una valoración ambivalente de los paisajes húmedos, vistos como pródigos y peligrosos (Alfaro et al, 2017). Es importante señalar que, en el año 1794, el actual centro de la ciudad se encontraba en un extenso humedal que fue rellenado artificialmente, y realizándose, por tanto, grandes esfuerzos en las obras de ingeniería “correctiva” para reutilizar esos espacios.

Luego de la Independencia de Chile, en el año 1820 la ciudad es capturada en la “toma de Valdivia” por las fuerzas patriotas de la nueva república lideradas por el Almirante escocés Lord Thomas Cochrane. Desde ese entonces comienza a formarse la ciudad mediante el proceso de colonización que se lleva a cabo fuertemente entre 1845 y 1875, con la llegada de cerca de 6.000 alemanes alfabetos; en ese momento, la ciudad comprendía 17 manzanas en las que no vivían más de 2.000 vecinos, así inicia **“La Ciudad Moderna”**. Esa modernización generada por el trabajo de los inmigrantes causó un explosivo crecimiento de la ciudad (fig.27-28), tal como menciona Almonacid (1999):

“En esa época se consolidan las actividades industriales, comerciales y agrícolas, que se venían desarrollando con fuerza desde mediados del siglo decimonónico y se generan los mayores vínculos nacionales e internacionales por vía marítima, entre otros aspectos”.

Su florecimiento económico y poblacional atrajo la llegada del ferrocarril a la ciudad (1920) que hasta ese entonces se basaba en transporte fluvial (fig.29), la construcción de los primeros puentes desde 1938 y la fundación de la Universidad Austral en 1954. En 1960 tiene lugar la gran catástrofe que volvió a devastar la ciudad, el mayor terremoto registrado en el mundo, que arrasó con los puertos de Niebla y Corral con una ola de 8 metros de altura. El Sismo es también, en términos urbanísticos, el inicio de la expansión territorial de la ciudad,

figura 30.
Fuente: Plano inundaciones post-terremoto 1960. En <http://>

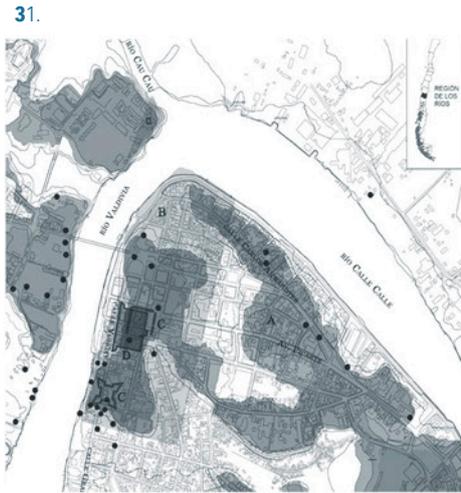
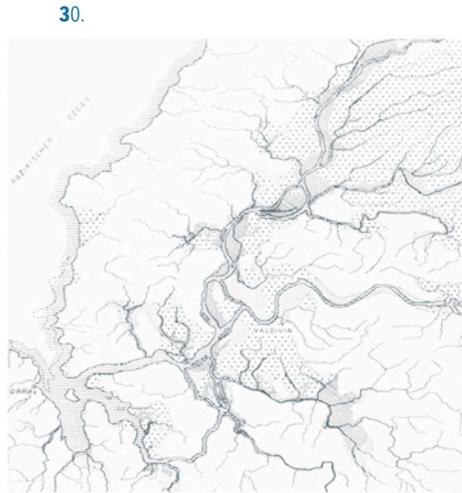


figura 31.
Fuente: Fundación y refundación de Valdivia (Lat. S 39°): Implicancias arqueológicas de dos modalidades de instalación hispana (ca. 1552-1647)



figura 32.
Valdivia 1975
Fuente: Entierro Chile

figura 33.
Fuente: Reservas Naturales de Valdivia. En <https://mvaldivia.wordpress.com/mapa/>



figura 34.
Fuente: Daniel Espinoza Guzmán. (2015). Valdivia 2020. Regeneración urbana en la ribera sur Del Río Calle calle. Santiago: Universidad de Chile. - Red de ciclovías



figura 35.
Valdivia 2014.
Fuente: Sernatur.

hacia su periferia y fue el principal causante de que ella se retrajera del río y se desplazara el centro tierra adentro (fig.30), además de lo anterior, paralizó la gran mayoría de la actividad productiva; enfrentándose al fenómeno de **“La Ciudad Sectorial”** o fragmentada, que producto de la llegada del automóvil intensificó su dispersión; lo que a su vez significó la reducción en la superficie de los humedales por la prolongación de la urbanización, ya que como se sabe, desde la colonización fueron rellenados artificialmente para drenar una gran parte del actual terreno urbano (fig.31-32).

En nuestros días, la ciudad se define como **“La Ciudad Expandida”** (fig.33-34), que toma a Valdivia con 166.080 habitantes, Niebla, que es una delegación de Valdivia y tiene 2.736 y Corral, Municipio independiente, que cuenta con 5.302 habitantes. Las relaciones de interdependencia que se establecen entre las tres ciudades son dadas, en general, porque Valdivia concentra la mayoría de los servicios y fuentes de trabajo de la zona, siendo al mismo tiempo la capital de la Región de Los Ríos (fig.35). En cuanto a conectividad, el camino que une Niebla y Valdivia es de unos 12 km de extensión, y en su longitud de borde río se están construyendo los nuevos proyectos inmobiliarios que permitirían la posible conurbación entre ambas comunas. La comunicación con Corral en tanto, se realiza de manera acuática, los transbordadores cruzan de puerto a puerto cada 30-40 min para poder llevar a la gente del pequeño pueblo astillero a conectarse con la ciudad. Esta última clasificación, será analizada a partir de su descomposición en 4 radios de alcance: **El centro histórico compacto** (servicios y equipamiento – 500m de radio); **La primera extensión de la traza** (sector mixto – 1,5km de radio); **Las zonas orgánicas** (Residencial + humedales urbanos – 5km de radio); y **La zona de conurbación** (conexión Niebla y Corral/ proyectos inmobiliarios borde río – 15km de radio); las cuatro fases del alcance territorial permiten entender las problemáticas de maneras distintas y contextualizan a la ciudad en escalas variables (ver diagrama pág.48-49)

A continuación, la ciudad de Valdivia será descrita en función de los distintos sistemas que la conforman y que interactúan dentro de sus dinámicas tanto urbanas como naturales. Los tres sistemas que van a ser explicados en el desarrollo de la investigación (natural, artificial e híbrido), estarán divididos a su vez en tres tipologías de estratos: Basamento, Vectores y Medio habitable.

- i. **El basamento:** Tiene relación con el terreno, ya sea natural o artificial sobre el cual se estructura cada sistema; se denomina basamento porque constituye el cimiento o fundación sólida que sustenta distribuciones morfológicas, sectoriales, constructivas y funcionales en las que se desarrolla cada sistema a lo largo del territorio.

(Sistema natural – Tipos de suelo / Sistema artificial – Tipos de relleno / Sistema híbrido – Humedales urbanos)

- ii. **Los vectores:** Cuerpo axial de redes que materializan las conexiones internas de cada sistema; tiene que ver con estructuras lineales o redes, se definen como vectores porque no son solo parte de una retícula homogénea, si no que cada uno está compuesto por direcciones, dimensiones y jerarquías diversas, que configuran las dinámicas de movilidad y de flujos de cada clasificación.

(Sistema natural – Red hidrográfica / Sistema artificial – Red vial / Sistema híbrido – Puentes y bocatomas)

- iii. **El medio habitable:** Supone ser el espacio o mecanismo donde se desarrollan ecosistemas, tanto naturales como urbanos; el término medio habitable, hace alusión a un sitio que contiene todo tipo de biota (organismos vivos), es decir especies animales y vegetales que residen y se desarrollan en un lugar que contiene las condiciones necesarias para su supervivencia, donde estas condiciones están determinadas por los dos estratos anteriores.

(Sistema natural – Humedales / Sistema artificial – Edificaciones / Sistema híbrido – Construcciones sobre pilotes)

VALDIVIA

Ubicación_ Extremo norte de la Región de Los ríos
Población_ 166.080 hab
Fundación: 22 de Septiembre de 1544/9 de Febrero de 1552
Superficie_ 10.197,2 km²

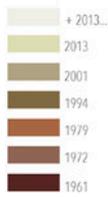
NIEBLA

Ubicación_ 17 km. al suroeste de Valdivia
Población_ 2.736 hab.
Fundación_ 1671 con la construcción del Fuerte "Castillo de la Pura y Limpia Concepción de Manforte de Lemus"

CORRAL

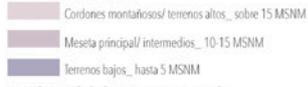
Población_ 5.302 hab.
Fundación_ 1645
Superficie_ 767 km²
Densidad_ 6,91 hab/km²

PERIODOS DE EXPANSIÓN



500 m 1000 m

TOPOGRAFÍA



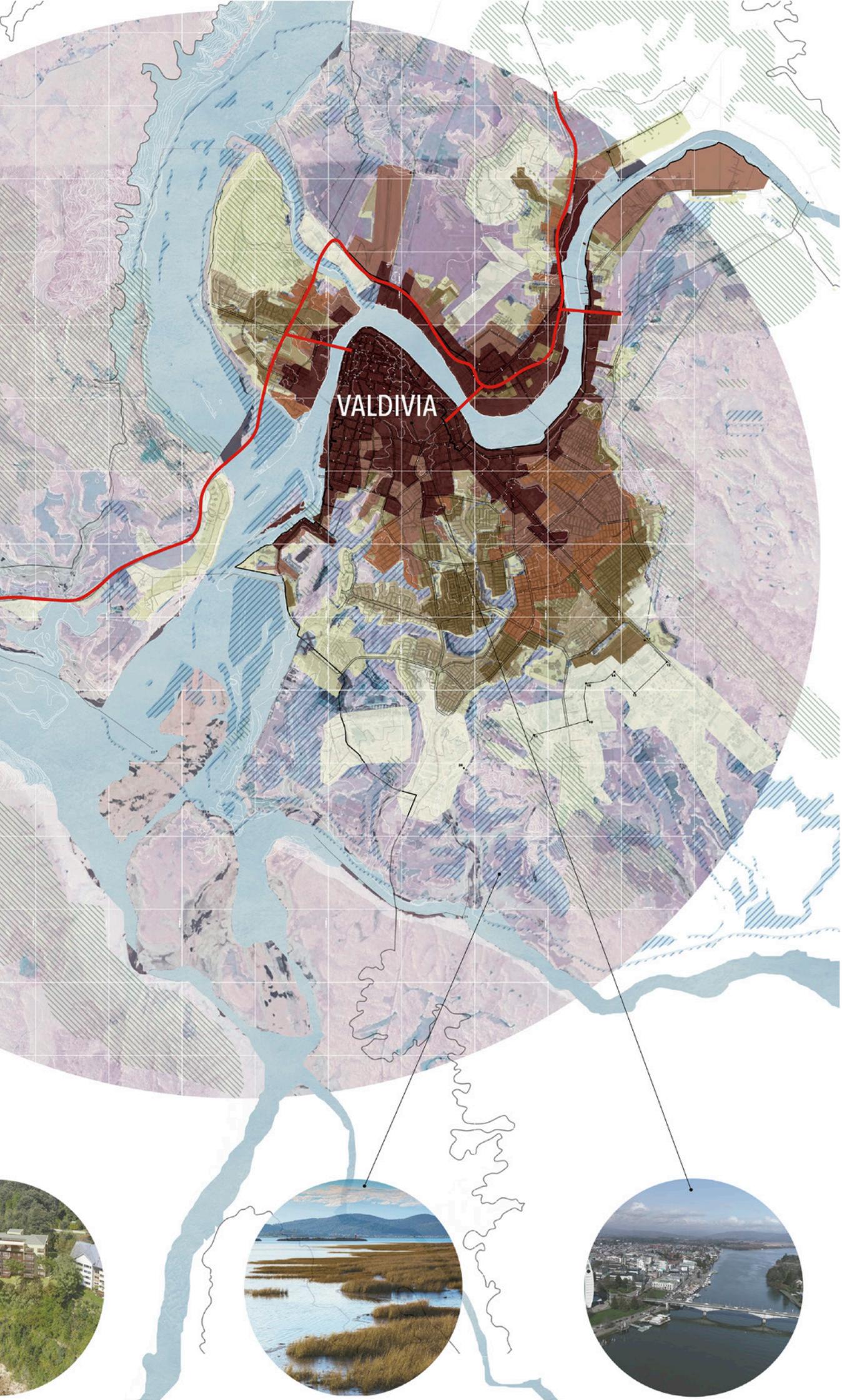
RECURSOS NATURALES



NIEBLA

CORRAL





RADIOS DE ALCANCE_ PROBLEMÁTICAS

RADIO 1_ (500 m.) CENTRO COMPACTO

Casco central de la ciudad donde se concentran los servicios y trabajos. Está delimitado por la curvatura de la cuenca del río Calle Calle y por las calles Yervas Buenas, Beneficiencias, Gunckel y Pedro Montt con la llegada al Puente acceso a la ciudad desde el Nororiente. Se caracteriza por una trama mucho más compacta y relativamente ortogonal que denota un tiempo histórico determinado.



RADIO 2_ (1.5 km.) EXTENSIÓN DE LA ESTRUCTURA

Luego del Centro histórico, se extiende una zona mayoritariamente residencial como una especie de primer subcentro urbano, que cambia radicalmente el grano y la grilla de la ciudad y comienza a ser la primera apropiación de terrenos blandos que sube el terreno.



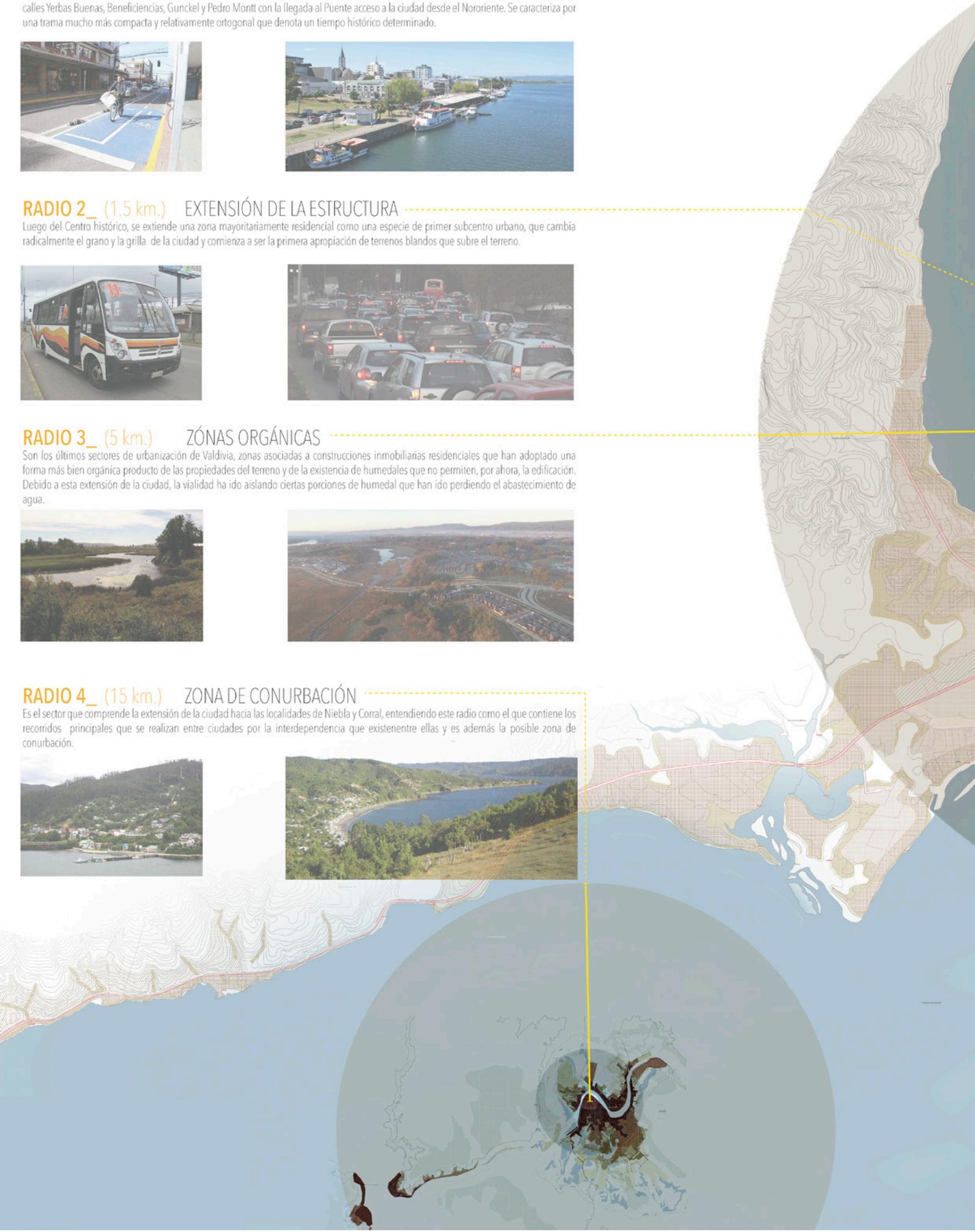
RADIO 3_ (5 km.) ZÓNAS ORGÁNICAS

Son los últimos sectores de urbanización de Valdivia, zonas asociadas a construcciones inmobiliarias residenciales que han adoptado una forma más bien orgánica producto de las propiedades del terreno y de la existencia de humedales que no permiten, por ahora, la edificación. Debido a esta extensión de la ciudad, la vialidad ha ido aislando ciertas porciones de humedal que han ido perdiendo el abastecimiento de agua.



RADIO 4_ (15 km.) ZONA DE CONURBACIÓN

Es el sector que comprende la extensión de la ciudad hacia las localidades de Niebla y Corral, entendiéndose este radio como el que contiene los recorridos principales que se realizan entre ciudades por la interdependencia que existen entre ellas y es además la posible zona de conurbación.





500 m

500 m

figura 36.
Cerros: Terrenos altos +15m. - profundidad de napas +5m.
Fuente: Elaboración propia.



figura 37.
Cerros del sector de La Isla Teja.
Fuente: Universidad Austral de Chile, (n.d.)



figura 38.
Cancaguas: Terrenos intermedios hasta 5m. - profundidad de napas hasta 5m.
Fuente: Elaboración propia.

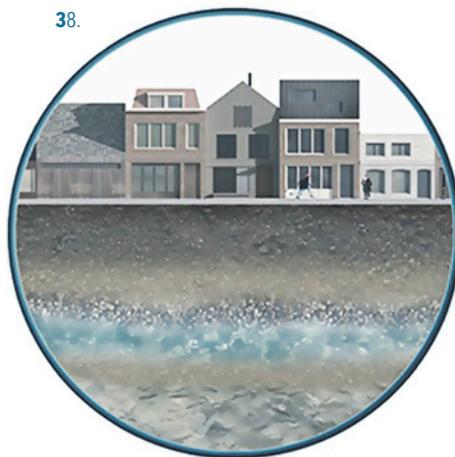


figura 39.
Terrazas fluviales del centro de Valdivia.
Fuente: Servicio Nacional de Turismo



figura 40.
Llanura de Inundación: Terrenos bajos -5m. - Profundidad de napas -5m.
Fuente: Elaboración propia.

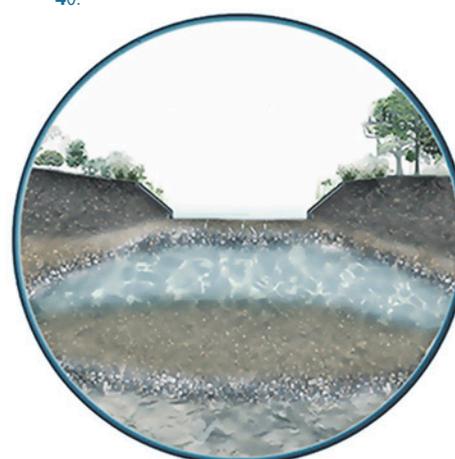


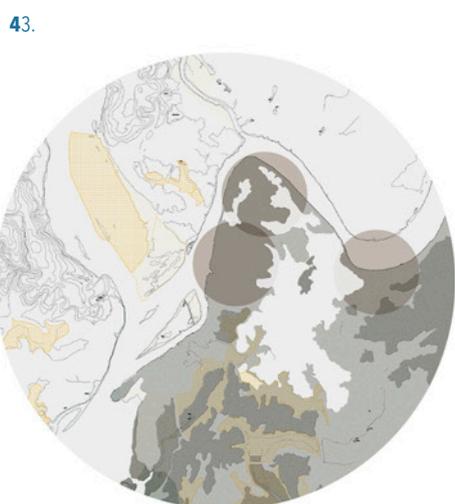
figura 41.
Rivera del río Calle Calle.
Fuente: Desconocida.



figura 42.
Plano de identificación de zonas de atracción (rojo) y concentración de población (azul).
Fuente: Elaboración propia.



figura 43.
Plano de identificación de sectores bajos en Valdivia.
Fuente: Elaboración propia.



II. SISTEMA NATURAL DE VALDIVIA

El Sistema Natural de Valdivia se asocia a todos los procesos biológicos y biofísicos que se dan en el planeta, corresponde al medio no construido, y al aprovechamiento y manejo de los recursos naturales que dan origen a ecosistemas de alta potencialidad medioambiental (ver diagrama pág.58-59/60-61).

i. BASAMENTO

Tipos de suelos

La ciudad de Valdivia se emplaza principalmente sobre unidades geológicas naturales y artificiales; los primeros se encuentran sobre las planicies conformadas por sedimentos fluvio-estuarinos del último periodo interglacial, con cotas superiores a 8 msnm (13 msnm en promedio), y también sobre las llanuras de inundación de los ríos Calle-Calle, Cruces y Valdivia. Estas últimas están conformadas por depósitos fluviales y estuarinos y tienen cotas generalmente inferiores a 5 msnm (Hidalgo et al, 2015). En igual condición se encuentran las zonas pantanosas, inundadas desde el sismo de 1960, principalmente por su alto contenido de materia orgánica y agua.

Las diferencias al interior de las unidades geológicas se explican, principalmente, por las variaciones en la litología y la profundidad del nivel freático. El asentamiento de la ciudad sobre suelos de alta inestabilidad geológica y áreas que sufrieron procesos de hundimiento en 1960, favorece el incremento de la intensidad sísmica. En resumen, estas diferencias se traducen en tres tipologías principales de suelos: Los Cerros, Las Cancaguas y Las Llanuras de inundación.

Los **“Cerros”** (fig.36-37) están compuestos por piedra laja y son los de mejor calidad para construcciones. Esta unidad, es la menos representativa de la ciudad, situada en la zona Teja norte, 30 metros hacia arriba, y en la parte poniente de Valdivia.

Las **“Cancaguas”** (fig.38-39), también conocidas como terrazas fluviales, son las más representativas de la región, y se hacen menos uniformes hacia el oriente de Valdivia; esta unidad se ubica de 9 a 15 metros sobre el nivel del mar y es la mejor para evitar desbordes de río. Estos terrenos corresponden a pequeñas plataformas sedimentarias o mesas construidas en un valle fluvial por los propios sedimentos del río que se depositan a los lados del cauce en los lugares en los que la pendiente del mismo se hace menor; son, además, los que dan origen a humedales y pantanos cuando son penetrados por cursos de agua; estos humedales corresponderían a sectores donde se produjo compactación por “materiales sedimentarios, poco consolidados, de alta porosidad y fuerte contenido de aguas subterráneas” (Rubilar, 2002), en otras palabras, son terrenos que correspondían a cursos de agua, pero que han sido rellenados por la erosión natural de las capas terrestres.

El tercer tipo es el denominado **“Llanura inundación”** (fig.40-41) también conocidas como vegas o llanuras aluviales, son los terrenos más bajos y cercanos a los ríos. Esta unidad está localizada en Yerbas Buenas, Collíco, Las Animas, Barrios Bajos y sectores de la Isla Teja; los cuales corren grave peligro en caso de inundaciones porque corresponden a la parte orográfica que contiene el cauce, y que puede ser desbordada ante una eventual crecida de las aguas. Estos son los puntos en que los humedales se convierten en agentes claves de la constitución de la ciudad; la reducción de la superficie de los humedales por la extensión de la urbanización, ha repercutido en el aumento de anegamientos en las plantas bajas de los edificios, principalmente del centro, provocando hundimientos y levantamientos significativos en diversas zonas del área urbana (fig.42-43).

figura 44.
Red hidrográfica
de la región de
Los Ríos.
Fuente:
Elaborado por
Sebastián Otayza.
(MAPA)

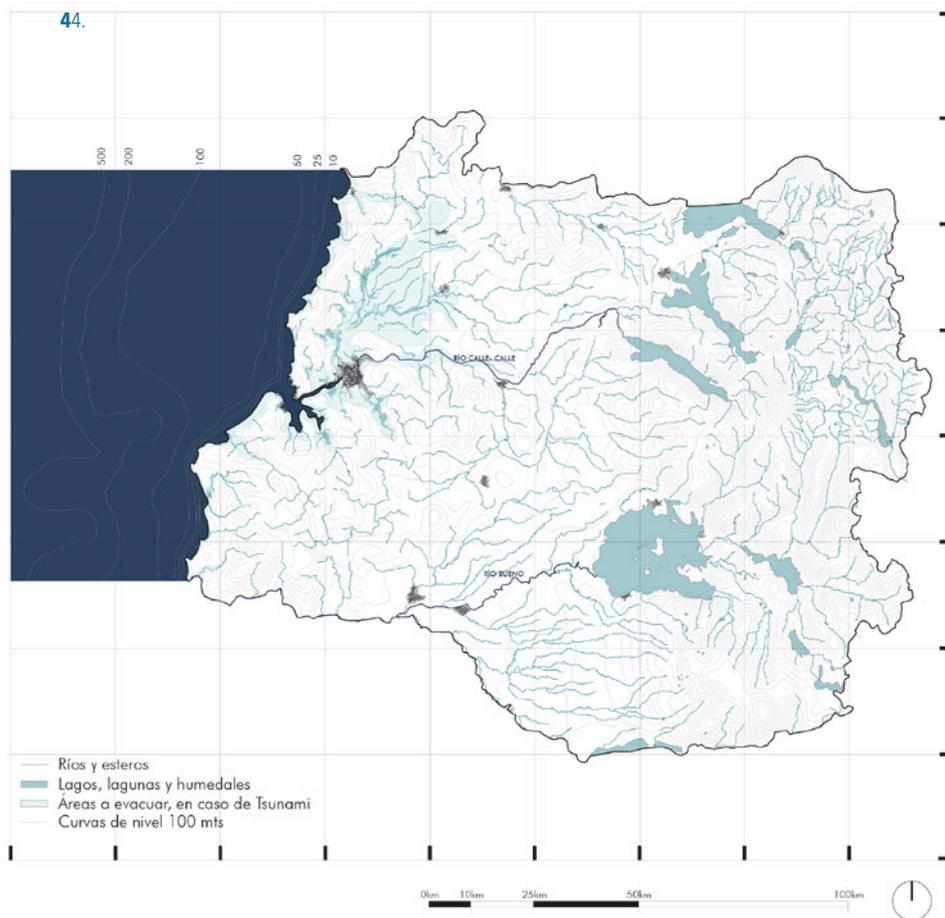


figura 45.
Río Calle Calle.
Fuente:
VALDIVIA. Capital
sostenible. Plan
de Acción.
(BID)



figura 46.
Río Valdivia.
Fuente: Sebastián
Otayza



figura 47.
Río Angachilla.
Fuente:
Desconocida.

ii. VECTORES

Red hidrográfica

“Chile cuenta con 1.251 ríos, los que se emplazan en las 101 cuencas principales existentes en el país. Además, hay más de 15.000 lagos y lagunas de todo tipo de formas y tamaños que constituyen un invaluable activo medio ambiental y turístico” (SERNATUR, 2012)

Chile posee una extensión marítima equivalente a 2,4 millones de km², si se considera que Chile sudamericano tiene una superficie aproximada de 756.000 km², la zona económica exclusiva es más de tres veces mayor, posicionándolo en el lugar 20 entre los países de mayor prolongación litoral. Dentro de ese contexto, Valdivia se localiza a 73°10' longitud occidental, 39°50' de latitud austral, a una altura de 0 – 15 metros sobre el nivel del mar, ubicada en una cuenca intra-montaña en la Cordillera de la Costa, formada por la confluencia de los ríos Calle-Calle y Cruces, que dan origen al río Valdivia. (Borsdorf, 2000)

Dentro de la clasificación de cursos ácuos que se encuentran en la hidrografía de Valdivia, se puede distinguir la presencia de una **red primaria de ríos, porciones de agua urbanizadas como canalizaciones**, y un **circuito secundario de esteros** que forman la red de humedales.

La región de los Ríos, cuenta con la única red nacional de más de 200 kilómetros de ríos navegables, con anchos que pueden llegar hasta los 800 metros cerca de la zona costera, y distancias de 300 metros en la zona urbana o canalizada (Magnani, 2016) (fig.44). Se encuentra la ciudad de Valdivia rodeada por un complejo estuario que es, a su vez, el más importante del país (Perillo *et al.*, 1999), el que incluye los estuarios de los ríos Calle- Calle, Valdivia, Cruces, Cau-Cau, Futa, Angachilla y Tornagaleones, entre los más grandes, que inician en un tejido que se genera más allá de la línea de frontera con Argentina, en el lago Lacar que se conecta con el río Huahum, y finaliza cuando el río Valdivia desemboca al mar en la bahía de Corral. Los estuarios son zonas de transición entre los ambientes fluviales y marinos, en otras palabras, se ubican en la boca de los ríos. Como característica propia de ellos, puede mencionarse el notorio cambio físico en variables como salinidad, temperatura del agua, y corrientes, debido a las diferencias que se producen periódicamente por el efecto de las mareas.

El río Calle Calle es derivación de un complejo sistema fluvioacustre, en el que las aguas, especialmente de lluvias, son reguladas en los lagos andinos, originando un caudal abundante y relativamente uniforme durante todo el año. Este se ocasiona de la junta de los ríos San Pedro y Quinchilca, 8 kilómetros aguas arriba de la ciudad de Los Lagos, siendo el primer emisario de ellos el lago Riñihue, que recibe a su vez los afluentes de otros 7 lagos, para desaguar al Río San Pedro, donde finalmente recibe el nombre de río Calle Calle (fig.45). Tiene una extensión total de 200 km y una superficie de 9.900 km². Sobre sus aguas cruzan los puentes Calle Calle I y Calle Calle II que unen la ciudad con el sector de las Ánimas, y es precisamente la parte del río que esta, de alguna manera, canalizada. Dirige su curso de 55 km. al oeste, en un desarrollo meándrico y de poca pendiente. A su término, envuelve la ciudad de Valdivia por sus costados este, norte y la ribera sureste de la isla Tejas, apareciendo en el otro costado de esta isla el río Cruces.

A partir de la unión de ambos nace el río Valdivia, con un ancho medio de 700 metros, una profundidad de 7 a 22 metros y una superficie de 11.280 km² (Muñoz, 2003), que va a desembocar al Océano Pacífico en la bahía de Corral, tras un recorrido de 15 km (fig.46). El régimen de alimentación de este río es de índole pluvial, y por las excesivas lluvias de la zona, su caudal es constante durante todo el año, con un promedio de 687 m³/seg (MOP, 2004). En el trayecto final de su extensión, conecta con el estero Estancilla, el Río Cutipay y el río Torragaleones. Este último brazo recibe por su ribera oriental dos ríos de cursos paralelos de breve desarrollo: son los ríos Angachilla y Futa (fig.47), que dan origen a muchos de los humedales del sur. El estuario micromareal del río Valdivia tiene una sincronía del 80% de los casos entre inundaciones y mareas de sicigia, porque su influencia se extiende hasta 50 km hacia el interior de su desembocadura (Rojas, Mardones, 2003).

figura 48.
Río Cruces.
Fuente: Sebastián
Otayza



figura 49.
Humedal
Terremoto 1960/
Santuario de la
Naturaleza Carlos
Anwandter
Fuente: Revista
Agua.

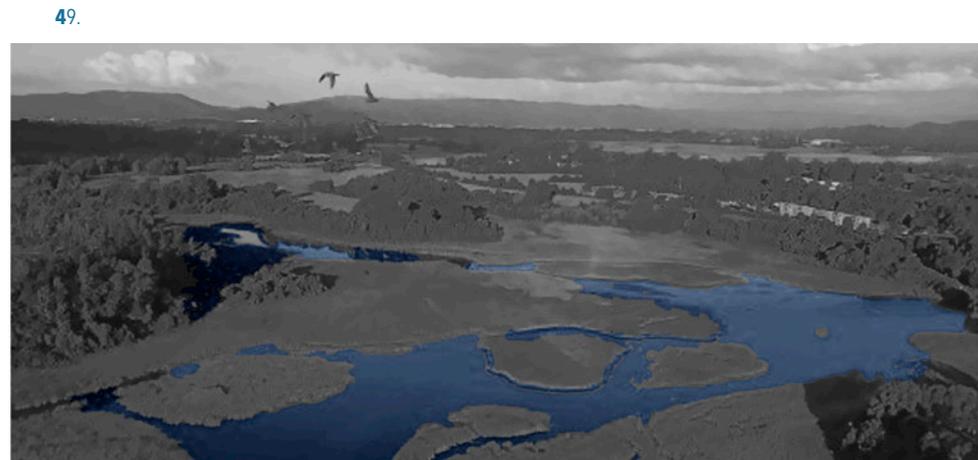


figura 50.
Laguna de Alivio
sector Miraflores.
Fuente:
Elaboración
propia.



figura 51.
Fotografía
área de las
inundaciones
post-terremoto en
el sector Barrios
Bajos (1960).
Fuente:
Transformaciones
espaciales
en ciudades
intermedias:
el caso de
Valdivia Chile
y su evolución
post-terremoto.
(Espinoza et al,
2016).



El río Cruces por su parte, tiene un desarrollo total de 125 km de noreste a suroeste, entre riberas acantiladas con numerosas vueltas y meandros que dejan islas, pantanos y humedales (fig.48); entre los humedales del río cruces se encuentra el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter (fig.49), formado por el terremoto de 1960, que convirtió lugares de tierra firme en zonas inundadas permanentemente. Nace con el nombre de San José Copihuelpi, de la reunión de varios esteros que se originan en la vertiente occidental de los cerros situados entre los lagos Villarrica y Calafquén. Drena una superficie de 3.233 km², baña a su paso la ciudad de San José de Mariquina y toma el nombre de Cruces al pasar por el caserío homónimo. Antes de su reunión con el Calle Calle en Valdivia, recibe dos aportes importantes: los ríos Nanihue y Pichoy.

Además de la trama abierta de cursos de agua, Valdivia se caracteriza por ser una ciudad llena de ríos subterráneos. El Geólogo Carlos Rojas, especifica que existe una laguna de alivio (que recoge aguas lluvia) que atraviesa la calle Bueras con Av. Francia, y baja por el campus Miraflores, desembocando en Angachilla (fig.50); los ríos subterráneos o catricos, van desde Beneficencia, bajando por Cochrane, hasta el Torreón de Gral. Lagos (fig.51).

Esta imbricada red de ríos, lagos y esteros, condiciona la presencia de infinitos ecosistemas diseminados dentro de la trama urbana de la ciudad; estos hábitats juegan un importante papel en la mitigación de los efectos del cambio climático, contribuyendo a la regulación de la cantidad de agua; y la propia gestión de humedales puede asegurar un flujo de agua estable, suavizando así los periodos de superabundancia de lluvias y sequías, principalmente por ser de alimentación fluvial, pluvial y subterránea (napas freáticas).

figura 52. Beneficios sociales, ecológicos y espaciales de los humedales. Fuente: Elaboración propia.

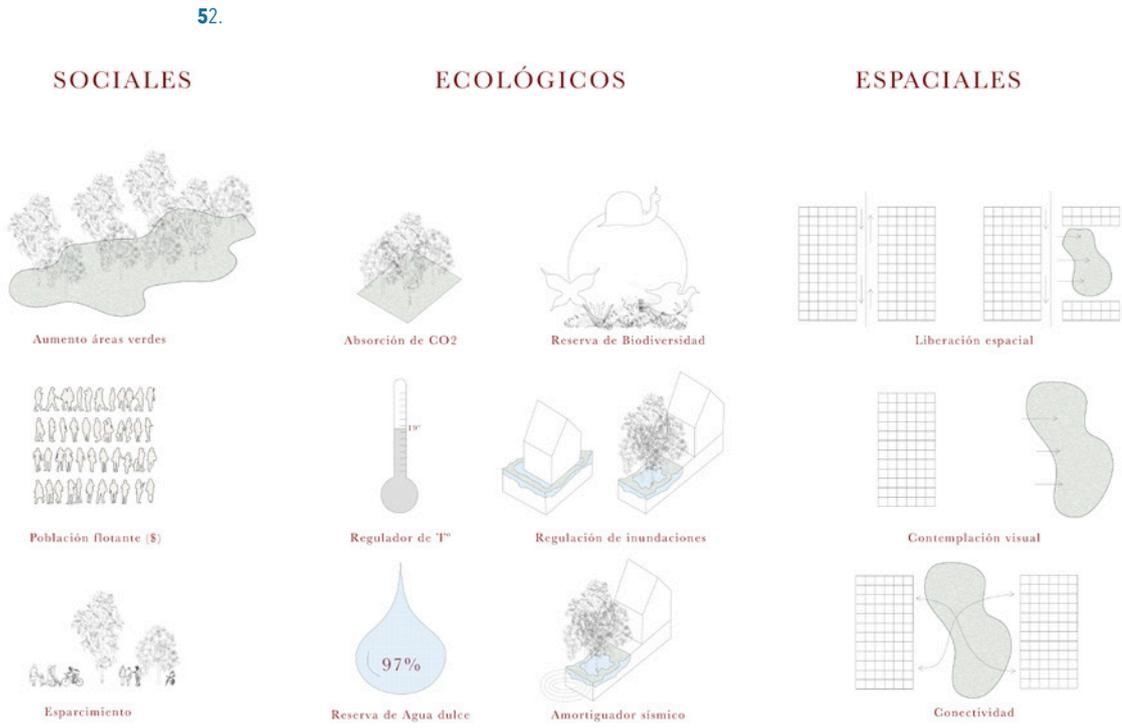
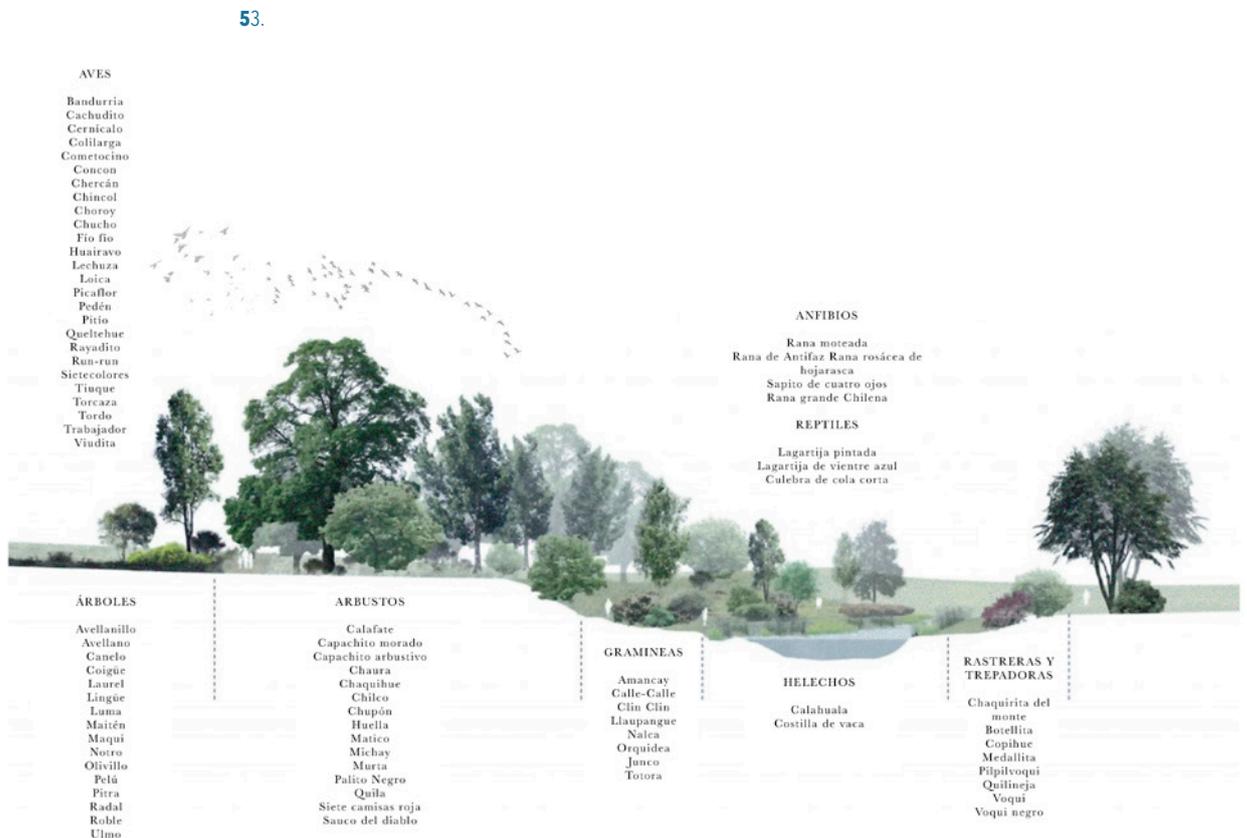


figura 53. Diagrama de especies en ecosistemas anfibios. Los humedales. Fuente: Elaboración propia.



iii. MEDIO HABITABLE *Humedales urbanos y periurbanos*

Valdivia posee una superficie de más de 2.000 km² y se encuentra inserta en un ambiente muy propicio para el desarrollo de flora y fauna endémica al no existir meses secos (con precipitaciones totales mensuales cercanas a 60 mm), siendo el promedio anual de precipitaciones de 2.500 mm y en algunos sectores mucho mayor, producto de la posición geográfica en la que se encuentran, siempre la precipitación es mayor que la evaporación. (Echeverría, 2007); estas condiciones más el clima de tipo templado húmedo -temperatura media anual de 11,9°C (Hajek y Di Castri, 1975)- y la geomorfología del lugar crean lo que se llama la Eco-Región de los Bosques Valdivianos, o selva Valdiviana (Bran et al. 2002); ésta, constituye la única muestra de bioma de bosque templado en Sudamérica, y es parte de la red ecosistémica que, junto a los humedales, conforman las herramientas de combate ante el cambio climático de la ciudad.

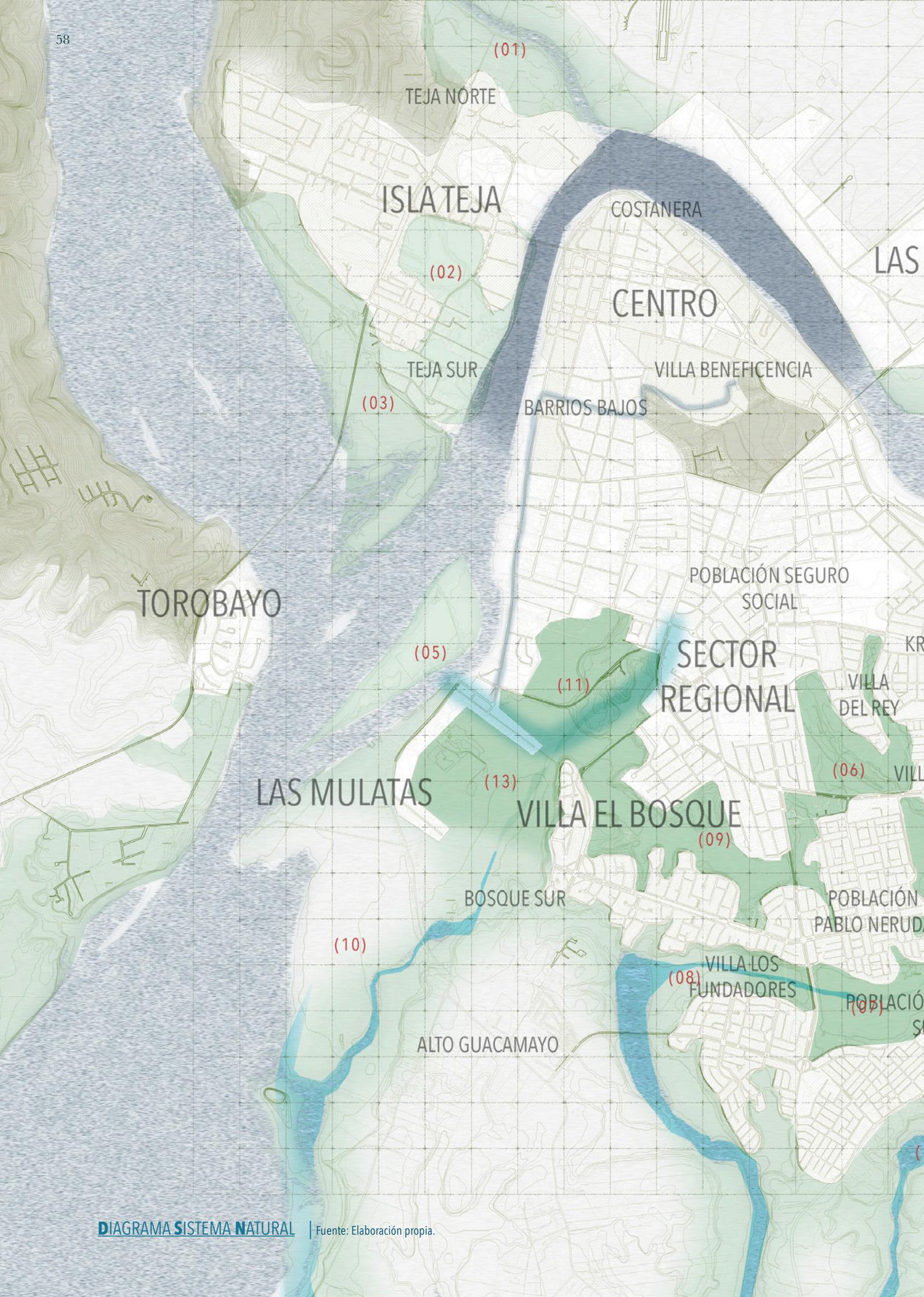
Para especificar, dentro de la configuración de Valdivia, es posible encontrar humedales urbanos –que están insertos en la trama urbana-, y humedales periurbanos –los que configuran el límite de la ciudad-, que, a pesar de ser catalogados con un adjetivo diferente, son parte de la misma red biológica de casi 3000 hectáreas (fig.52). En términos de ecosistemas, la conservación de especies vegetales y animales de los humedales periurbanos es mucho mayor, pero, en general, son contenedores de la misma variedad de biota (organismos vivos).

La fauna de humedales posee un bajo número de representantes mamíferos, las especies más comunes son el huillín, el coipo y el visón; en ocasiones, el lobo marino llega hasta esas áreas, dependiendo de la profundidad de las aguas. También alberga una gran cantidad y variedad de aves, como taguas, tagüitas, distintos tipos de garzas que conforman colonias de reproducción, bandurrias, choroyes, loicas, sietecolores, tiuques, picaflores, lechuzas, queltehues, carnícalos, entre muchísimos otros. En el sector, se identifican 19 especies de peces, 12 de ellos autóctonos; y 8 especies entre anfibios y reptiles, de ellos destacan la rana moteada, la rana grande chilena, el sapito de cuatro ojos, la lagartija pintada, la de vientre azul y la culebra cola corta (fig.53). (Jara et al, 2014)

Respecto a la flora, en la zona límite y ecotonal entre estas dos formaciones vegetales (pantano y bosque) prosperaron dos asociaciones vegetales pantanosas. Primero el pantano de cortadera, de características herbáceas y perennes, de unos 80 cm de alto, que ocupa depresiones y riberas pantanosas con suelo anegado, en toda la depresión intermedia y valles cordilleranos costeros. Y segundo, el pantano de cortadera azul, que también es una asociación pantanosa, herbácea, perenne, de aproximadamente 2 m de alto, y ocupa depresiones anegadas en el curso inferior de los ríos (San Martín et al, 2002). Dentro de estas dos clasificaciones se pueden identificar diversos arbustos como el calafate y la quila, helechos como la colahuala y la costilla de vaca, y gramíneas como juncos, totoras calle-calles y nalcas (fig.53).

Parte de estas formaciones vegetales se han generado porque los primitivos bosques fueron talados y en su lugar se desarrollan praderas antropogénicas: una húmeda de junquillo, y otra seca de paja ratonera. Las porciones de bosques que aún se conservan, son de asociación pantanosa y perenne, de unos 18 m de altura, desarrollándose preferentemente en tierras bajas, ocupando depresiones del terreno en las que se acumula agua o en las riberas de cuerpos de agua, donde anualmente pueden permanecer hasta 8 meses bajo agua. Algunas de las especies de árboles que se pueden encontrar son: Avellanillo, Avellano, Canelo, Coigüe, Laurel, Maitén, Pitra, Roble, Ulmo, entre muchos otros (fig.53). (San Martín et al, 2002)

La temperatura y el porcentaje de inundación de estos terrenos, son elementos claves para la mantención de un equilibrio en el desarrollo de ecosistemas. La falta de irrigación que han presentado algunos humedales por su fragmentación, y la deforestación de Reservas Naturales de bosque Valdiviano, han producido una pérdida importante de material natural, que no solo altera el ciclo natural de las especies antes mencionadas, sino que también de muchos de los recursos, como el propio ciclo de renovación del agua y, en consecuencia, el humano, viéndose afectado el medio urbano y la calidad de vida de sus habitantes.



- (01) humedal de las Marías
- (02) humedal Isla Teja
- (03) humedal Río Cruces
- (04) humedal Parque Las Animas
- (05) humedal islote haverbeck
- (08) humedal Angachilla sur
- (10) humedal puerto Las Mulatas
- (12) humedal Miraflores

Humedales urbanos

- (06) humedal Parque Krahmer
- (07) humedal Angachilla
- (09) humedal El Bosque
- (11) humedal Universidad Austral
- (13) humedal Las Mulatas

Tipos de agua



Canalización



Cursos primarios



Cursos secundarios

Tipos de suelo



Cerros



Cancaguas



Llanuras de inundación



ECOSISTEMAS



HUMEDALES URBANOS Y PERIURBANOS

Humedales urbanos Humedales periurbanos



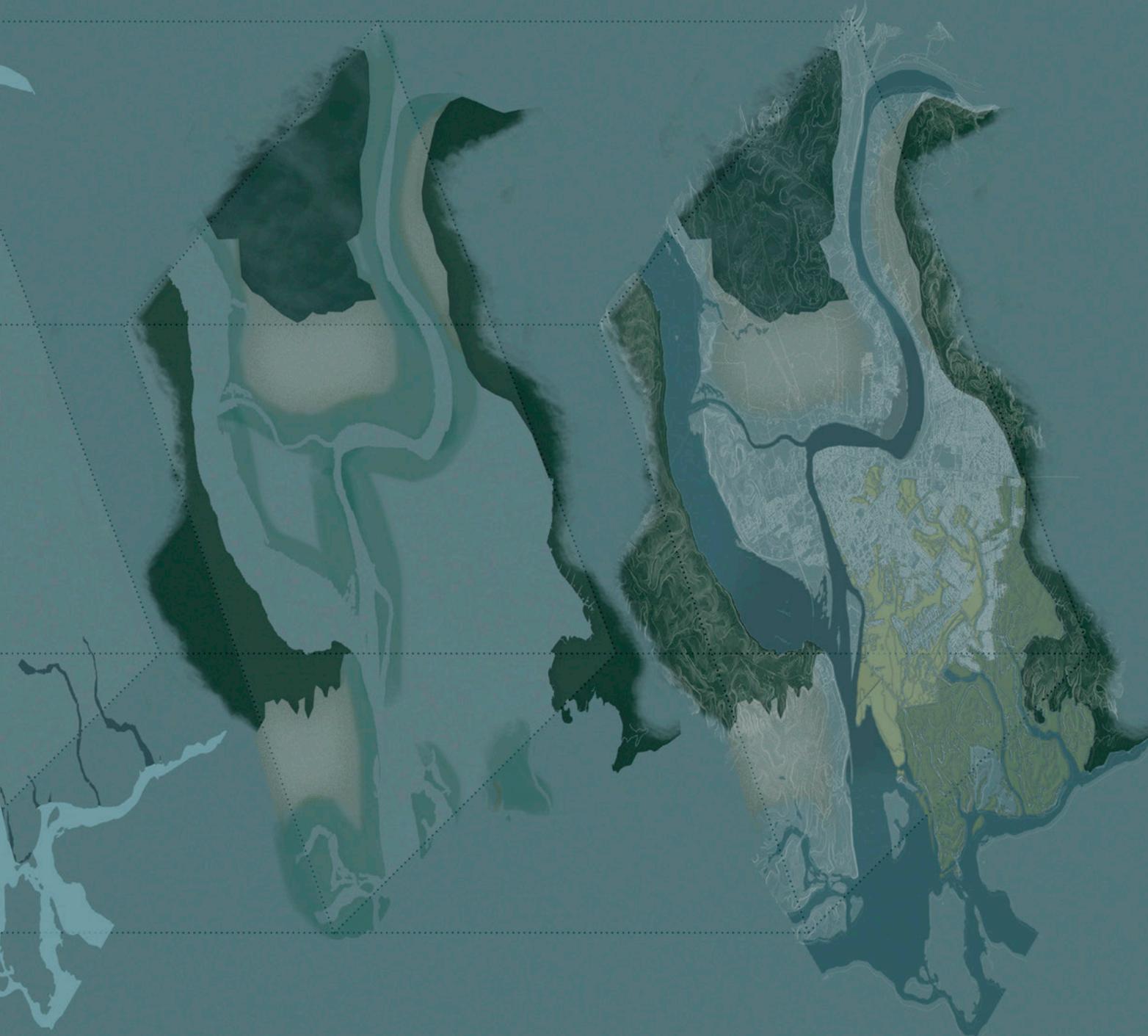
TIPOS DE AGUA

Ríos (primarios) Canalización (urbanizado) Esteros (secundario)



TIPOS DE SUELO

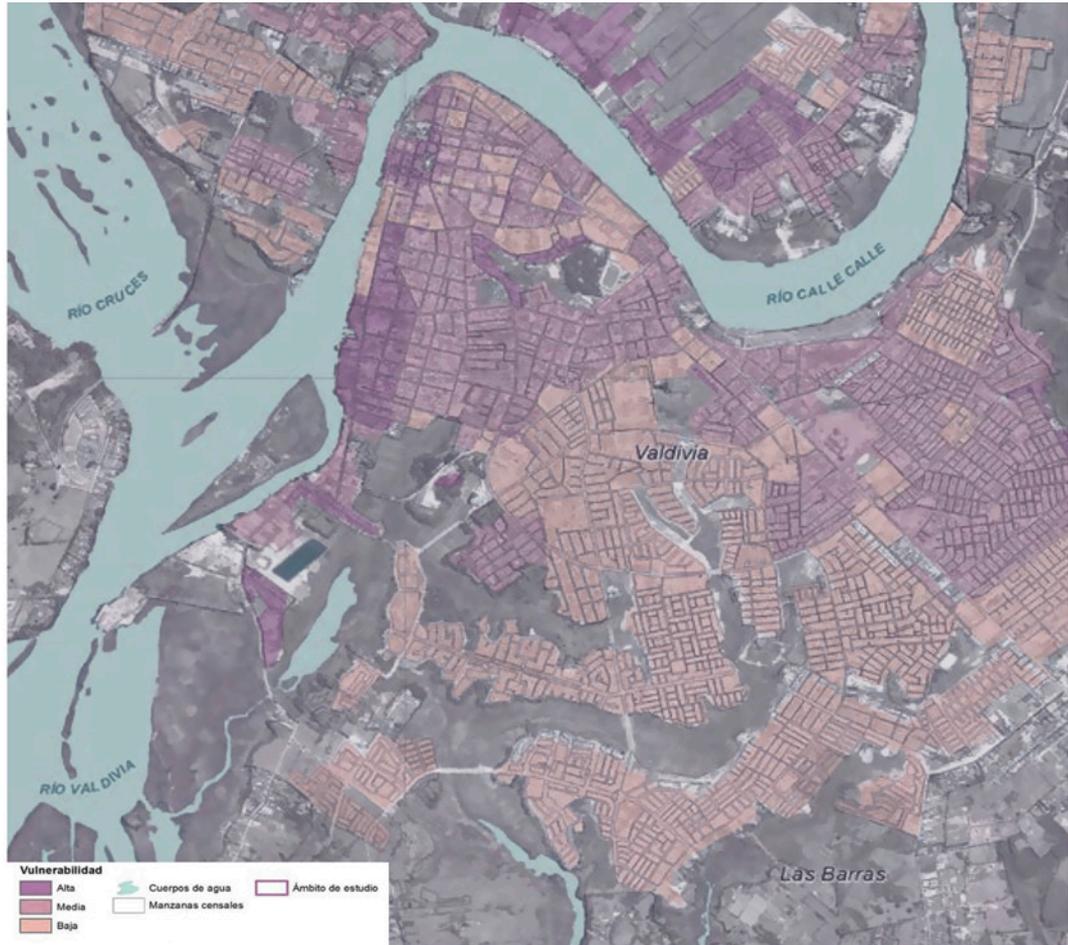
- Cerros
- Caneagua
- Llanura de inundación



SISTEMA COMPLETO

54.

figura 54.
Mapeo de vulnerabilidad material frente a inundaciones y sismos.
Fuente: LPT-UCT 2014



55.

figura 55.
Fotografía de humedal en proceso de relleno.
Fuente:
Elaboración propia.



III. SISTEMA ARTIFICIAL DE VALDIVIA

Como ya se especificó, los “Sistemas Artificiales” serán entendidos como la materialización de los sistemas sociales en el proceso de habitabilidad del medio natural, las creaciones de la destreza humana y sus dinámicas (ver diagrama pág.72-73/74-75).

i. BASAMENTO

Terrazas y rellenos de llanura antropogénicos

El sistema artificial de Valdivia, según la clasificación anterior, está cimentado sobre diferentes tipos de rellenos que sirven como una especie de zócalo urbano. Existen 6 tipologías de rellenos que pueden provenir de material de desmonte, bloques, hormigón, desechos, inclusive tierra vegetal, que van desde los 3 a 9 metros de profundidad. Estos rellenos están asociados, además, a un orden cronológico de expansión de la ciudad, ya que fueron siendo reemplazados principalmente por problemas frente a eventos geológicos e inundaciones (fig.54-55).

En ese sentido, la primera clase de relleno artificial que se realizó sobre las superficies de humedales, sirvió de fundación para la ciudad, específicamente en las zonas del centro de Valdivia y su extensión hacia la Isla Teja, éste corresponde principalmente a **“arenisca”**, una roca sedimentaria que puede ser de diferentes litologías –constitución mineral- y que tiene una excelente gradación y eficiente drenaje, otorgándole muy buenas propiedades ante acontecimientos de inundaciones y movimientos telúricos. El segundo tipo de relleno que ha sido aplicado, pertenece concretamente a **“rellenos de origen artificial”**, es decir, de hormigón, cemento o escombros; éstos trabajan de muy mala manera ante las dinámicas geofísicas de Valdivia, substancialmente porque carecen de flexibilidad, son rellenos poco estratificados y, en consecuencia, no tienen suficiencia de drenaje, provocando un proceso de erosión y debilitamiento del suelo natural, resultando en anegamientos en las primeras plantas de las construcciones realizadas sobre esas porciones; este fenómeno se presenta en franjas del centro de la ciudad y algunas otras contiguas al sector de los Barrios Bajos.

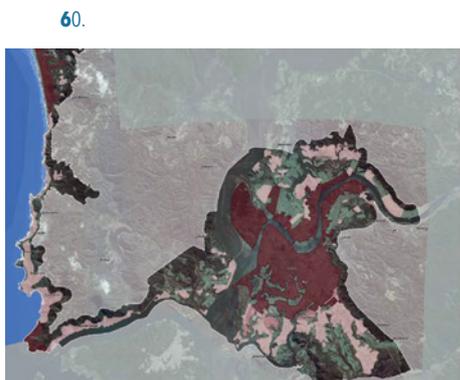
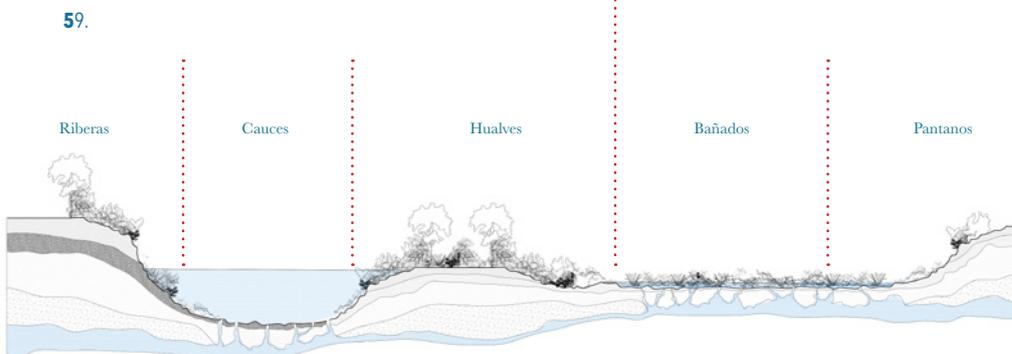
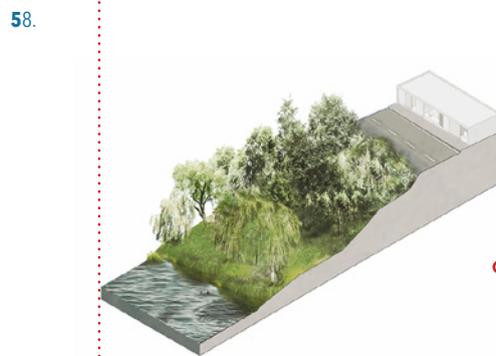
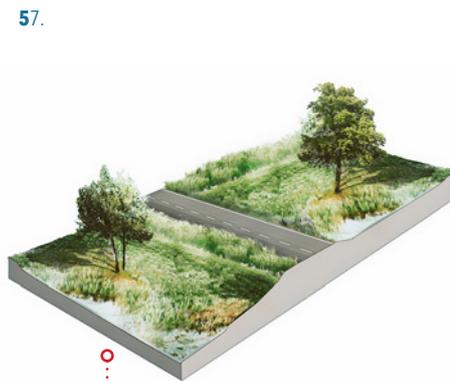
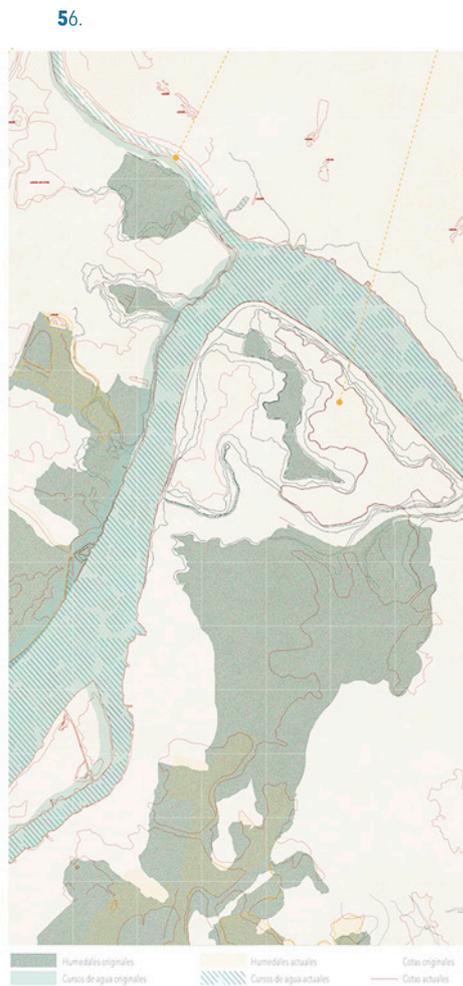
La tercera tipología corresponde a **“arena limosa”** que, en general, se sitúa en todos los rellenos de borde río –Barrios Bajos, Las Animas, Las Mulatas, Barrio Estación, Colico-; esta composición es muy húmeda e inestable, según explicó Enrique Sánchez, arquitecto encargado del departamento de edificación de la municipalidad, después del terremoto se produjo una especie de licuefacción (proceso en el que la tierra y la arena se comportan como un fluido denso más que como un sólido húmedo durante un terremoto, donde las partículas de arena se agitan separadamente y dan la consistencia de fangos a la arena movediza húmeda), en el que el terreno de los Barrios Bajos, Pérez Rosales y parte de la plaza, se hundió 1 a 2 metros, quedando propenso a cualquier tipo de inundación de aguas lluvias y catalogado como una zona de riesgo (ZR) para vivir. Por esta razón hasta el 2002 no se permitía construir viviendas o algo semejante en dicho sector, precisamente porque son terrenos que carecen de estratificación, donde las aguas subterráneas se encuentran muy superficiales; tal como indico el especialista, esta tierra, producto del relleno, se comporta como un terreno de aluvio y no es cien por ciento estable para construir edificaciones mayores, salvo cosas livianas, como parques o reservas.

figura 56.
Plano de comparación entre superficies de humedales originales y actuales.
Fuente:
Elaboración propia

figura 57-58.
Esquema axonométrico de transformación de los estratos de humedal en rellenos puntuales de vialidad o rellenos de edificación
Fuente:
Elaboración propia

figura 59.
Esquema de identificación de los estratos de un humedal.
Fuente:
Elaboración propia

figura 60.
Plano de comparación entre planes de expansión y situación actual de la ciudad.
Fuente:
VALDIVIA. Capital sostenible. Plan de Acción. (BID)



Un cuarto tipo de relleno está compuesto por **“arena y limo intercalado”**, este funciona particularmente bien porque tiene una buena estratificación, pero tiene problemas de drenaje al ser demasiado húmedo; estos terrenos representan una porción considerable de la ciudad, porque son parte de uno de los periodos de expansión fuerte que sufrió Valdivia luego del terremoto, momento en el que el centro se retranquea del río, específicamente en la Población Seguro Social y el Sector Regional. El quinto componente tiene relación con la mayor y más reciente extensión de la mancha urbana, todos los proyectos inmobiliarios de los últimos 15 años se han cimentado sobre una mezcla de **“arena y ripio”**, que funciona mucho mejor que los demás, esencialmente porque está muy bien graduado y compactado, pero a la vez tiene una excelente capacidad de drenaje por su porosidad.

La última genealogía corresponde a la que se comporta de mejor manera, los **“esquistos micáceos”**, que no constituye una gran parte de Valdivia, pero se encuentra en algunas porciones del sector de Las Animas y hacia el límite poniente de la ciudad. Éstos corresponden a rocas metamórficas, mejor conocidas localmente como “piedra laja”, que en algunas de las piezas han sido combinadas con escombros.

Para el geólogo Carlos Rojas, académico de la Universidad Austral de Chile, la “prueba de fuego” de la inestabilidad de los rellenos quedó al descubierto luego del terremoto del 60, momento donde las calles rellenas se desplomaron fácilmente, y cientos de ellas tuvieron que ser rellenadas y compactadas con tierra nuevamente; entre esas calles, las que se vieron más seriamente dañadas, fueron la de los Barrios Bajos, tal como relató José Leiva, lugareño en pleno corazón del sector:

“El cielo se puso amarillo, y el río comenzó a subir, las calles comenzaron a hundirse, a tal extremo que muchas industrias desaparecieron en el sector de Las Mulatas. Las calles se abrieron por estas partes, y desde ese momento todos los años se inundan...”

Éstos rellenos se han convertido en una bomba de tiempo en caso de posible movimiento telúrico, porque han sido fundados sobre terrenos que originalmente correspondían a hualves, catricos o humedales de muy mala cimentación (fig.56-57-58-59), y han alterado el régimen natural de las aguas por falta de infiltración. El ingeniero civil de la UACh, Luís Collarte, explicó que no existe en Valdivia una política de suelos respecto a los rellenos, salvo algunas normas relativas a ensayos de laboratorio. Para el académico, “se puede construir cualquier cosa en cualquier lugar, lo que varía sólo es el costo de cada fundación (base de la casa), pero no presentaría mayormente problemas de tipo técnico”. Reconoce que falta más atención en cuanto al sitio donde se construye, se “extraña” una política de suelos. Además –agregó– no es muy usual rellenar terrenos, porque es muy caro. Y en caso de que sí se rellenase, se realiza con una finalidad eficiente; usando grava de arena bien compactada, de acuerdo al proyecto establecido y autorizado por la municipalidad. Independiente de que no exista una política de suelo, en el plano regulador se establecen Zonas de Riesgo donde se prohíbe cualquier tipo de construcción por compromiso a inundaciones o deslizamientos de tierra; sin embargo, la norma no es tan estricta, y los permisos de edificación son igualmente otorgados, si los testeos de funcionamiento de los rellenos aprueban su efectividad (fig.60).

figura 61.
Plano de estudio de la relación entre la trayectoria de la vialidad estructurante y los humedales.
Fuente:
Elaboración propia

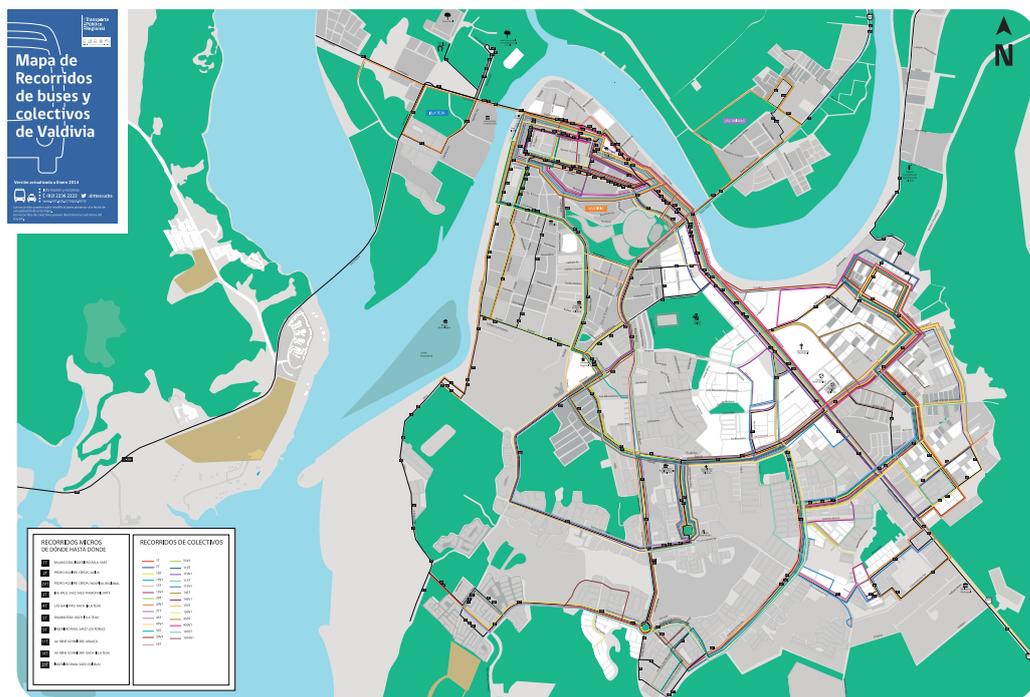


figura 62.
Plano de estudio de la correspondencia entre la forma urbana de los predios y la presencia de humedales.
Fuente:
Elaboración propia



63.

figura 63.
Mapa de recorrido de la red de buses dentro de la ciudad de Valdivia.
Fuente: MTT



ii. VECTORES *La vialidad y el transporte*

"...la singularidad de su traza, con predominio de cuadras apaisadas, al revés de la tradicional cuadrícula de manzanas de cuatro solares; la constante alteración de su traza, por efecto de accidentes naturales o por razones militares, derivadas de lo estratégico de su situación dentro del Pacífico; en fin, al revés de auténticas constantes observadas en la mayoría de las fundaciones indianas, no se mantendrá la traza original, ni la locación de sus edificios públicos, ni de sus iglesias ni, dentro de las calles, una línea clara de edificación..."(Paulsen, 2008)

Tal como describió alguna vez el Padre Gabriel Gurda, el tejido urbano de Valdivia, entendido como la red de calles y caminos que conforman la ciudad, al estar inscrito dentro de un sistema de piezas fragmentadas entre porciones de humedales y rellenos artificiales, se ha transformado en una trama de morfología particular. Valdivia posee 316 km totales de vialidad, correspondiente a una densidad vial por debajo del promedio nacional. De acuerdo a la Cámara Chilena de Construcción, en la actualidad Valdivia es una de las cuatro ciudades chilenas con mayor déficit de infraestructura vial urbana, correspondiendo a 154 kilómetros de déficit con una inversión requerida de alrededor de US\$127 (Hidalgo et al, 2012) (fig.61-62).

Dentro de su estructura, existe un trazado jerárquico de vías principales y secundarias. Aquellas que suponen ser arterias de la ciudad son principalmente las Avenidas Pedro Aguirre Cerda, que conecta con la ruta 202 que viene desde la Ruta 5 sur o Carretera Panamericana, y que posteriormente se convierte en la Avenida Pedro Montt al traspasar el río Calle Calle; la Avenida Arturo Prat que configura toda la extensión de la costanera, y se transforma en la Avenida General Lagos hacia el oriente, y hacia el sur en la Avenida Balmaceda; la Avenida Ramón Picarte que continúa hacia el norte como Avenida Alemania y da paso al puente Pedro de Valdivia, terminando en la Isla Teja como la calle Los Robles; La Calle los Lingues en la Isla Teja que conecta con el camino a Niebla y con el puente Cau-Cau; La Avenida Lord Cochrane que cambia su nombre a Aníbal Pinto, luego a Francia y finalmente a Clemente Holzappel a medida que avanza hacia el sur; la Avenida Simpson; la Avenida Circunvalación sur; Camino a Angachilla, la Avenida Intendente Luis Damann Asenjo; y por último la Avenida Rene Schneider. Estas rutas son particularmente importantes porque poseen una continuidad de la que las demás carecen, son las responsables de mantener una organización urbana relativamente cohesionada y fluida, mientras que todas las restantes distribuyen los flujos internos de cada zona (fig.63).

Debido a este fraccionamiento, el sistema de transporte público funciona de manera muy ineficiente, porque los tiempos de viajes, aunque las distancias no son muy grandes, se hacen mayores por falta de accesibilidad. Durante la última década la movilidad en Valdivia ha tenido cambios representativos; junto con la extensión de la huella urbana, está creciendo el uso del transporte privado en automóvil en perjuicio del transporte público mayor y la movilidad peatonal. Efectivamente, es posible que producto de un incremento del poder adquisitivo y de un deterioro de los servicios públicos de transporte, la población se haya inclinado hacia viajes en automóvil privado. En un día laboral normal se realizan en la ciudad 561.830 viajes, 74 % de los cuales corresponden a viajes motorizados. El 29 % de los viajes diarios tiene como propósito el trabajo, mientras que el 22% del propósito es estudio y el 49 % de los viajes es por otros motivos. En términos globales, el modo más utilizado corresponde al auto chofer con un 24,5 % de los viajes diarios, seguido de auto acompañante con 20,4 %, caminata (18,9 %), taxi bus (17,4 %) y taxi colectivo (11,8 %), en tanto que en el último lugar aparece el modo otro, alcanzando solo un 1,0 %. El modo bicicleta corresponde al 1,9 % de los viajes diarios (Hidalgo et al, 2012). Dentro de estos viajes hay un porcentaje no considerado que está asociado a las formas de movilización acuáticas, que consideran por lo menos 175 traslados diarios -0,03% del total de viajes diarios-, cada uno con alrededor de 30 pasajeros (SECTRA, 2015).

figura 63.
Gráfico de la partición modal en Valdivia. Fuente: VALDIVIA. Capital Sostenible. Plan de Acción. Valdivia, Chile.

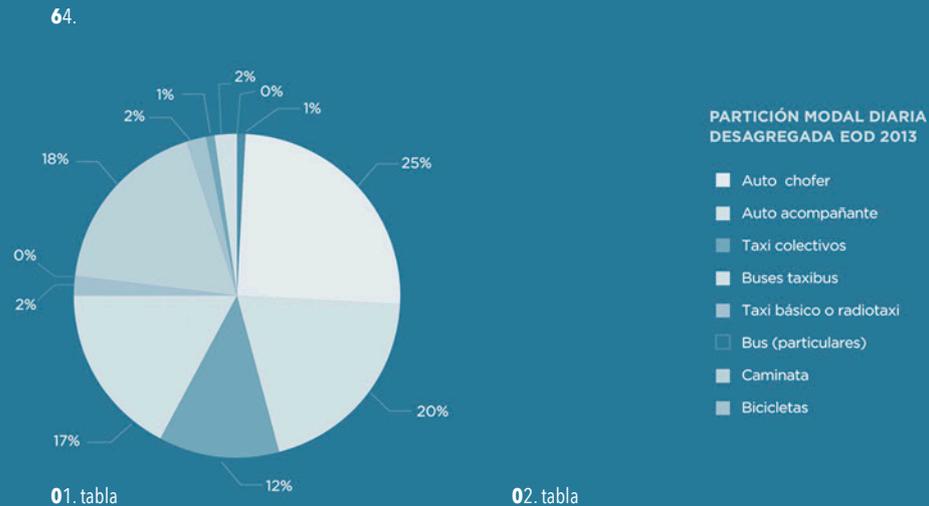


tabla 01.
Tablas: Partición modal diaria. Fuente: VALDIVIA. Capital Sostenible. Plan de Acción. Valdivia, Chile.

01. tabla

PARTICIÓN MODAL DIARIA: VIAJES EN TODOS LOS MODOS. PERIODO: TODO EL DÍA

Modo	Propósito			Total
	Trabajo	Estudio	Otro	
Auto chofer %	56.651 10%	4.234 1%	76.544 14%	137.429 24%
Auto acompañante %	23.503 4%	32.746 6%	58.161 10%	114.411 20%
Taxi colectivo %	25.871 5%	7.552 1%	33.027 6%	66.450 12%
Bus-taxibus %	22.333 4%	40.825 7%	34.500 6%	97.659 17%
Taxi básico-radiotaxi %	1.554 0%	730 0%	5.812 1%	8.096 1%
Bus (particular) %	1.493 0%	99 0%	95 0%	1.687 0%
Caminata %	17.454 3%	21.715 4%	62.472 11%	101.641 18%
Bicicleta %	5.726 1%	2.083 0%	2.889 0%	10.699 2%
Bus interprovincial %	3.284 1%	1.402 0%	1.372 0%	6.058 1%
Transporte escolar %	3.067 1%	1.120 0%	1.608 0%	5.794 1%
Otros %	211 0%	11.353 2%	168 0%	11.732 2%
Barcaza %	97 0%	13 0%	65 0%	175 0%
Total %	161.245 29%	123.872 22%	276.714 49%	561.831 100%

tabla 02.
Análisis de indicadores sobre transporte en Valdivia. Fuente: VALDIVIA. Capital Sostenible. Plan de Acción. Valdivia, Chile.

02. tabla

Indicador	Valor
Kilómetros de vías preferenciales para el transporte público	● 0
Modal split - Vehículo motor privado	● 40%
Modal split - Transporte público (incluyendo taxi)	● 29%
Modal split - Bicicleta	● 2%
Modal split - A Pie	● 23%
Porcentaje de la flota que utiliza tecnologías limpias	● 0%
Victimas mortales por accidentes de tráfico cada 100.000 habitantes	● 6%
Velocidad media en vías principales	● 30 km/hr
Políticas y prácticas para la gestión adecuada de la demanda activamente implementadas	● No
Travel time index privado	● 13 min
Travel time index publico	● 22 min
Número de automóviles per capita	● 0,22

figura 65.
Mapa Viajes generados al día. Fuente: Actualización Plan de transporte de Valdivia y desarrollo de anteproyecto. Etapa I



figura 66.
Mapa Viajes atraídos al día. Fuente: Actualización Plan de transporte de Valdivia y desarrollo de anteproyecto. Etapa I



La cifra de vehículos particulares está aumentando a tasas dominantes: con un crecimiento del 34 % entre los años 2008 y 2012. Comparablemente, el número de taxis y taxis colectivos ha sido prácticamente nulo (0,2 %). Al contrastar los resultados conseguidos en la Encuesta Origen-Destino 2013 con la encuesta anterior (EOD, 2002), se advierte que la tasa de motorización entre ambos años aumenta de forma considerable (tablas 01-02). De la misma fuente, es posible obtener los sectores de atracción -el centro específicamente- y aquellos generadores -zonas residenciales- de viajes, que modelan las dinámicas de desplazamiento que se llevan a cabo en Valdivia en función de la localización de la mayoría de los hogares y las fuentes de trabajo, equipamientos y servicios (fig.64-65-66).

Por otra parte, volviendo a la temática de los rellenos, toda la trama vial de Valdivia es parte de esta cimentación artificial, y en las últimas décadas la ciudad se ha extendido hacia la periferia sin una planificación concreta, ocupando zonas vulnerables como son los ecosistemas de humedales urbanos y periurbanos. En ese sentido, se puede decir que la ciudad se ha ido configurando de una forma un tanto antinatural, desde su asentamiento, hasta sus infraestructuras. Por la singular condición física de la ciudad, las redes de transporte (vialidad) son un elemento crítico ante situaciones de eventos naturales violentos.

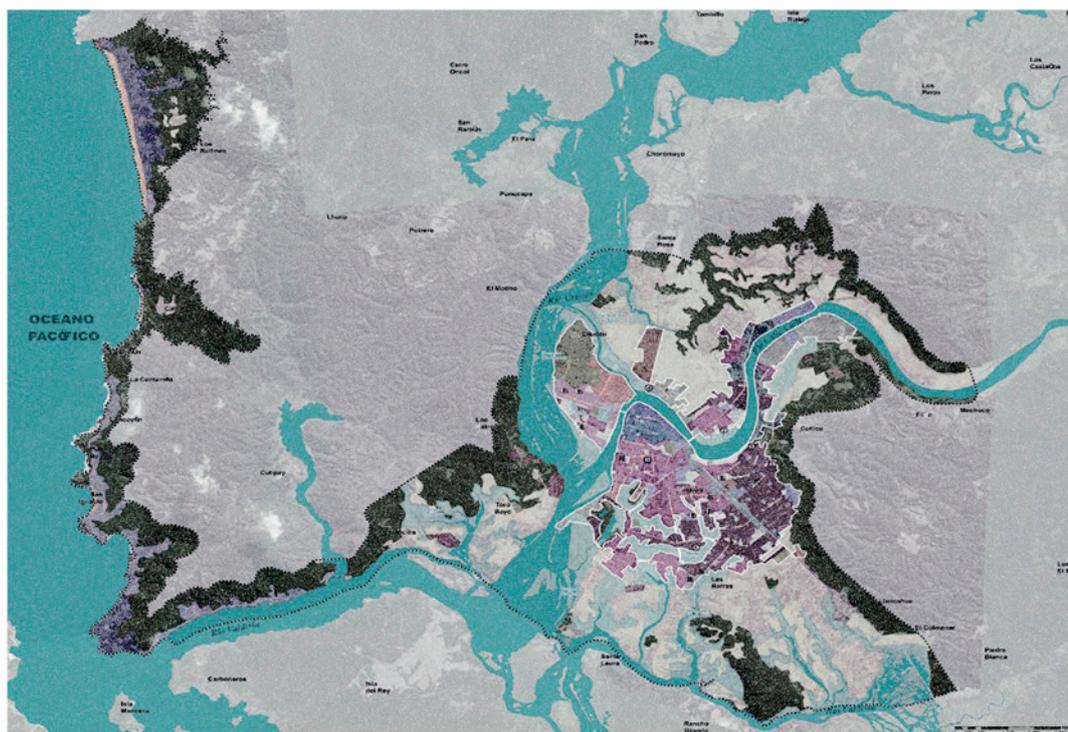
Primero desde la perspectiva geofísica e hidrológica, los puntos críticos de la infraestructura de transporte frente a estos eventos son: Los puentes Calle Calle y Pedro de Valdivia, principalmente ante terremoto; la carretera a Niebla, sustancialmente en remoción de masa y sismo; la carretera costera entre Niebla y Curiñanco, ante inundaciones; por lo demás, la vialidad trae consigo una falta de infiltración del terreno asfaltado, por los 2307,3 mm promedio anuales -fluctúan entre 1393,6mm y 2307mm- de precipitaciones que experimenta la ciudad, donde se generan inundaciones por la acumulación de las aguas lluvia; frente a estos eventos de anegamiento, la principal infraestructura crítica es el sistema de colectores, esencialmente en los sectores de cota más baja: Barrios Bajos, Collico y Las Ánimas. Por otro lado, el colapso de las calles, y de la ciudad completa, se produce por las inundaciones por desbordes del río, éstos tienen una clara relación con las mareas - 70 eventos registrados desde el año 1989- 2006 (Rojas, 2010)- cuando se superan los 80 mm/24 horas, su nivel puede acrecentarse hasta casi 2 m; este estrecho vínculo entre el cauce del río y las mareas se acrecienta considerando que la desembocadura del río Valdivia se encuentra cercana a los poblados de Niebla y Corral, a unos 12 km, y la influencia de las mareas se ejerce hasta 50 km hacia el interior, teniendo en cuenta que el río tiene un caudal promedio de 687 m³/seg, alcanzado su máximo en aproximadamente 2300 m³/seg. Tales problemáticas, serían mitigadas por la capacidad de absorción de las 2966ha de humedales, pero al estar aislados de infiltración producto del fraccionamiento que les ha inferido la trama urbana, se han visto restringidos en el acceso al agua, comenzando un proceso de paulatina desecación y devaluación, con el correspondiente aumento de las dificultades urbanas por el agua superficial acumulada.

Esta misma extensión de la trama urbana que ha desaguado los humedales, como huella urbana poco compacta, tiende a reforzar la segregación espacial y supone un uso poco eficiente de los recursos a los que se vincula, al mismo tiempo que impulsa el aumento del uso del automóvil. Ahora bien, es cierto que la ciudad no presenta una dialéctica clara con su medio natural inmediato, pero actualmente el Municipio y diversas organizaciones ambientales se están encargando de poner a Valdivia en vías de convertirse en una metrópolis resiliente ante aquello que la precede. Dentro de los proyectos más importantes en transporte público se encuentran, los ya mencionados TFS (Transporte Fluvial Solar) traídos por el empresario Alemán Alex Whopper, la posible incorporación de un tranvía, una extensa red de ciclovías, la reconversión de la línea férrea y una reestructuración de la flota de micros. (Hidalgo et al, 2012).

figura 67.
Zonificación territorial de Valdivia.

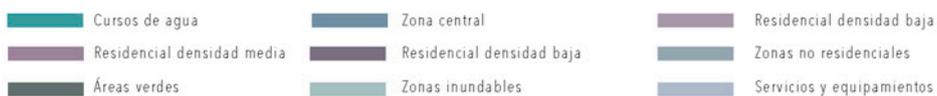
Fuente:
VALDIVIA. Capital Sostenible.
Plan de Acción.
Valdivia, Chile.

67.



68.

figura 68.
Usos de suelo de Valdivia.
Fuente:
VALDIVIA. Capital Sostenible.
Plan de Acción.
Valdivia, Chile.



iii. MEDIO HABITABLE

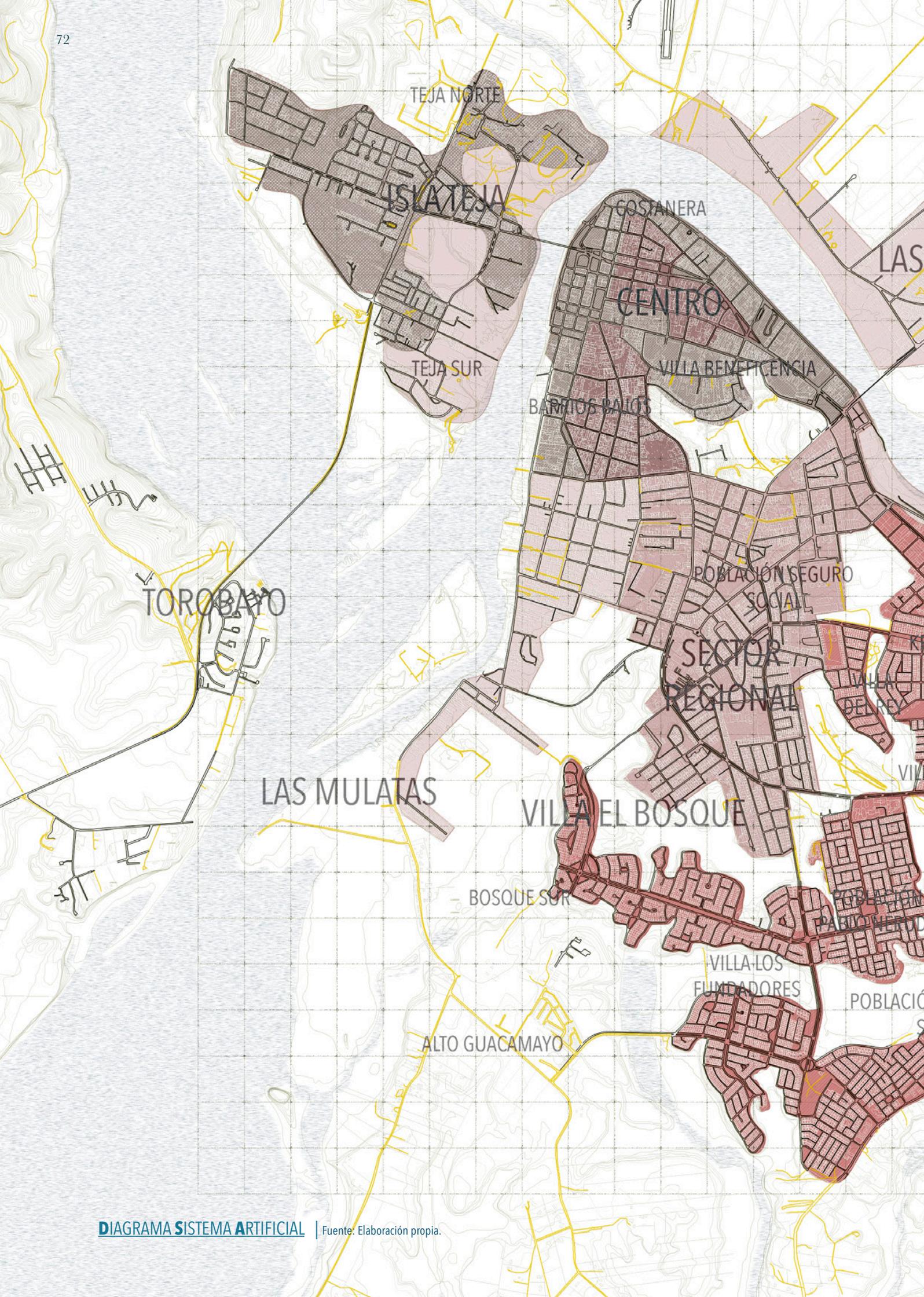
Las edificaciones y el uso de suelo urbano

Entendiendo al ecosistema urbano como un sistema con sus propias dinámicas, nos encontramos ante un nuevo enfoque de lo ecológico en la ciudad, el cual identifica a lo edificado como un objeto de estudio superpuesto a lo natural y que ha generado, con el tiempo, nuevas dinámicas en el ecosistema, es decir, una visión ecológica en donde la ciudad construida y el ecosistema natural constituyen una relación simbiótica parasitaria, siendo el primero el huésped del segundo. En este sentido, para comprender la relación entre la ciudad edificada y el ecosistema natural es necesario asumir lo urbano como un sistema con sus propias dinámicas (Di Pace, 2004).

Al analizar el crecimiento urbano de Valdivia por encima de los sistemas naturales, se muestra una marcada tendencia hacia un modelo de expansión de baja densidad (56,6 Hab./Ha). En este contexto, el Plan Regulador Comunal funciona como herramienta de ordenación de los usos del suelo urbano para la edificación. Sin embargo, su desactualización ha permitido que parte del desarrollo inmobiliario en la ciudad se lleve a cabo al margen de una estrategia de zonificación que coordine los intereses particulares con el bien común. El estudio del modelo territorial parte del análisis de las formas de ocupación del suelo en tres ámbitos principales: la mancha urbana actual, el ámbito periurbano y el medio natural no urbanizado (fig.67). La mancha urbana comprende el sistema urbano continuo, su división en unidades de análisis y elementos más significativos. Desde el origen, el centro histórico ha sido el corazón de la ciudad tradicional y presenta la forma más compacta e integradora de funciones y relaciones: usos mixtos. Progresivamente, se ha dado la urbanización de sectores colindantes, hacia el norte y este, con la construcción de puentes y, hacia el sur, en mancha de aceite. Se ha generado una expansión de los espacios urbanizados fundamentalmente para uso residencial. El mosaico de usos del suelo de la ciudad de Valdivia se representa sintéticamente con las siguientes categorías o clases de análisis (fig.68) (Hidalgo et al, 2012):

- _Zonas mixtas: centro urbano / costanera / crecimiento asociado a vías.
- _Zonas predominantemente residenciales: Los barrios residenciales de la ciudad de Valdivia evidencian una fuerte segregación socio-espacial. La vivienda unifamiliar es la tipología predominante con escasas edificaciones en altura; existen, a su vez, dos tipologías de vivienda, las cimentadas sobre los rellenos artificiales, y aquellas que se posan sobre los humedales como construcciones en sobre pilotes. Por otro lado, el tamaño del lote (grandes parcelas, medias o pequeñas) se puede asociar a un nivel socioeconómico determinado.
- _Sectores no residenciales: áreas industriales / centros comerciales / institucional. Entre las formas de ocupación de usos no residenciales destaca la presencia de zonas universitarias y, entre los usos especiales, el aeródromo o la cárcel. Estas construcciones son las que poseen mayores problemas de cimentación porque necesitan más profundidad para sus fundaciones (hasta 40 metros).
- _Zonas verdes urbanas, parques.
- _Suelo vacante: sitios baldíos.

Por otra parte, la estructura socio-espacial urbana se ha modificado, aproximadamente desde el año 1992 en adelante, desde un patrón clásico polarizado a uno más complejo en que los grupos de la elite emigran hacia la periferia urbana, evidenciando, además, patrones de crecimiento urbano difuso. En este contexto, el análisis del uso de suelo muestra la presencia de urbanizaciones cerradas en la periferia oeste de la ciudad y en la Isla Teja, destinados a grupos de muy alto nivel, con mecanismos de seguridad y equipamiento interno. Las urbanizaciones cerradas más grandes están separadas físicamente de la ciudad por la intrincada red de humedales, internándose en el espacio rural. Destaca, en este contexto la alta concentración de los grupos vulnerables más pobres en zonas homogéneas ubicadas preferentemente hacia el oriente de la ciudad. En consecuencia, no existen sub-centralidades urbanas dentro de la distribución de usos y actividades en la ciudad, por el contrario, a lo largo del tiempo se ha producido un reforzamiento del núcleo comercial central y un uso exclusivamente habitacional de la periferia.

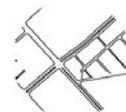


Edificaciones



Cimentadas

Vialidad



Sistema primario



Caminos rurales

Tipos de Relleno



Arena y limo intercalado / Bueno



Arenisca / Muy bueno



Relleno Artificial / Malo



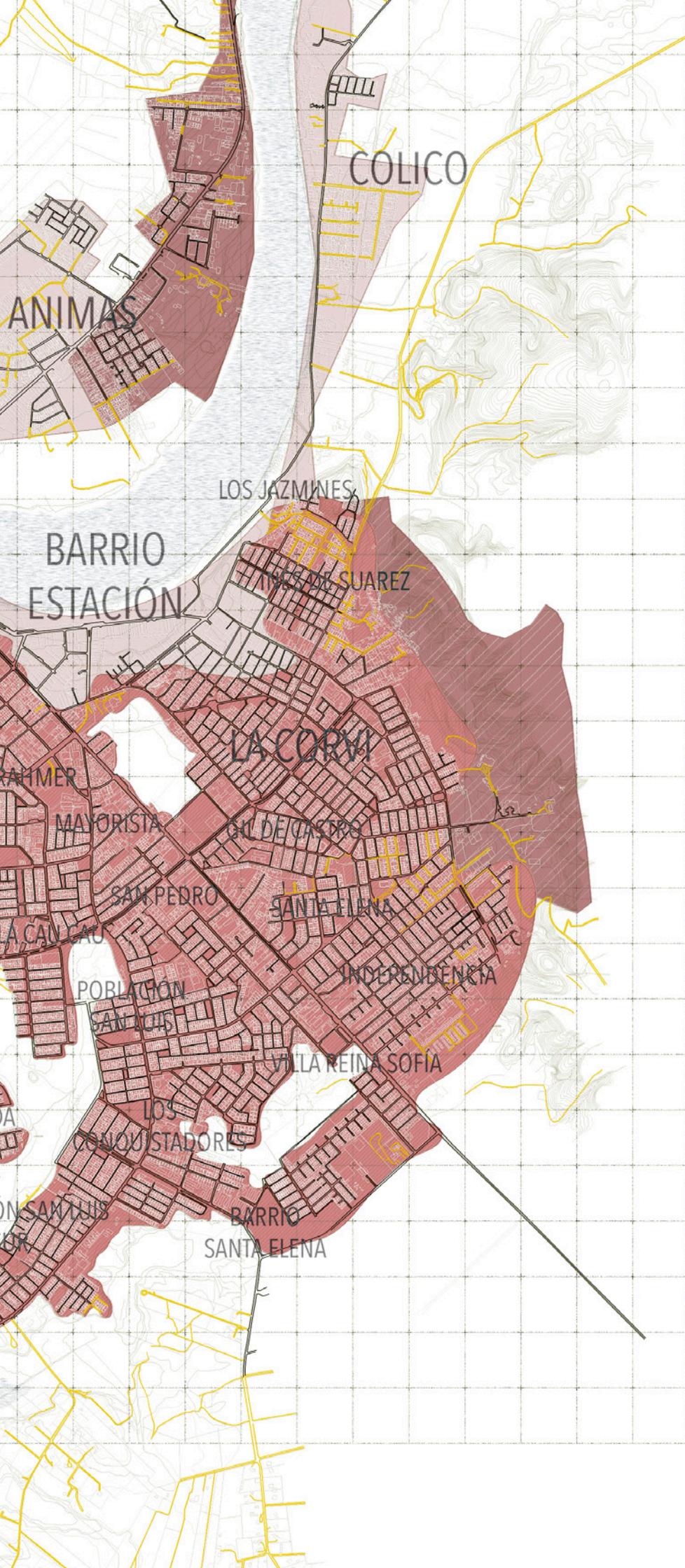
Arena y ripio / Bueno



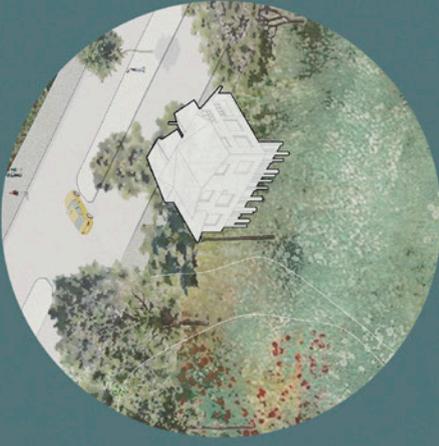
Arena limosa / Malo



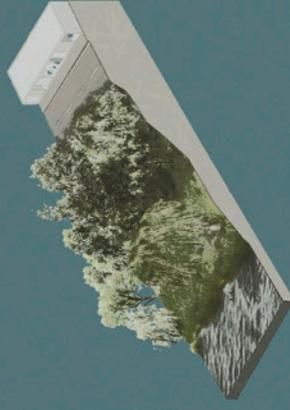
Esquistos micaceos / Excelente



EDIFICACIÓN EN PALAFITOS



EDIFICACIONES CIMENTADAS



VIALIDAD



RELLENOS

Relleno de arena y ripio	Relleno de arena y limo	Relleno de arena limosa
--------------------------	-------------------------	-------------------------



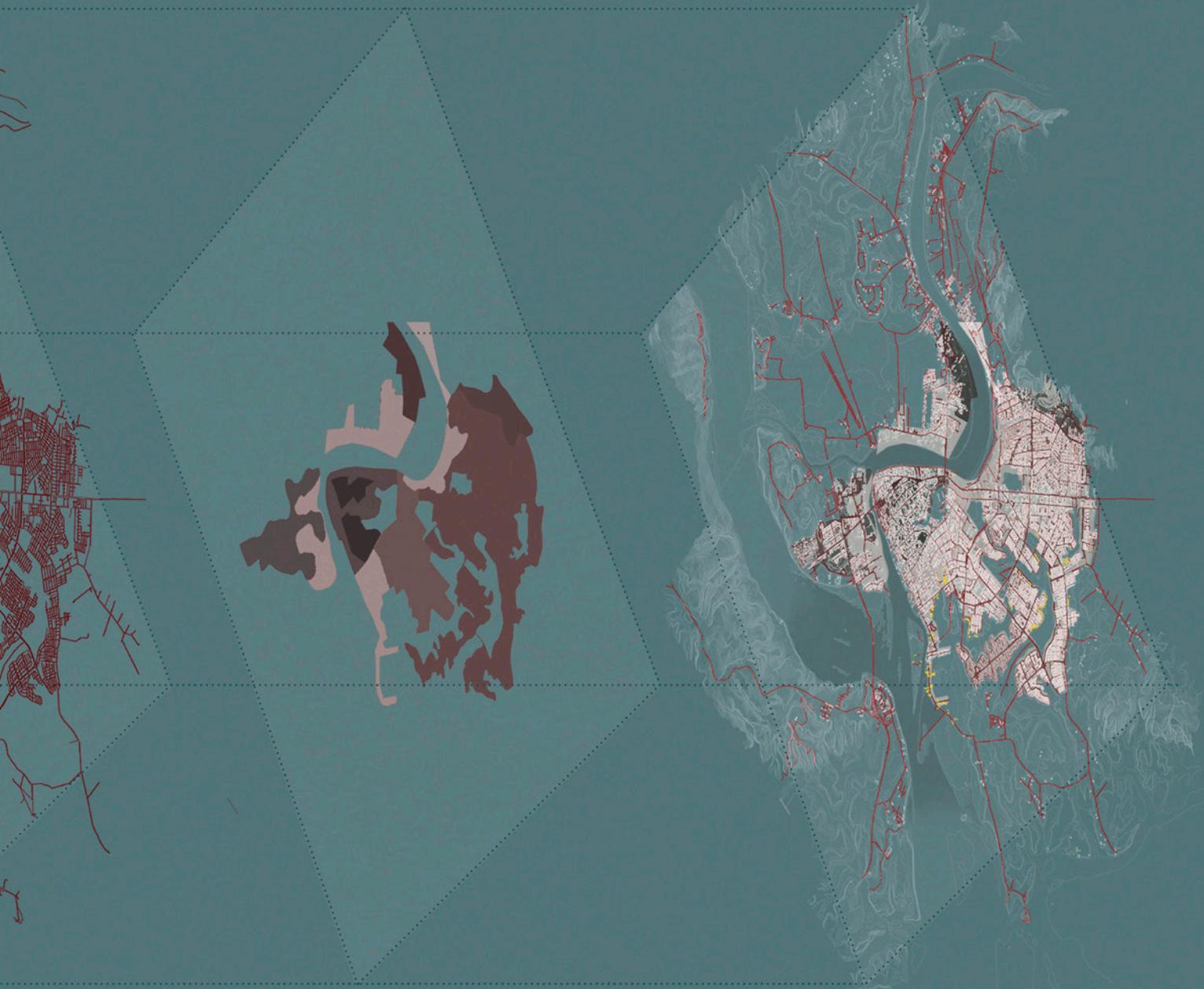
Relleno artificial



Relleno de arenisca

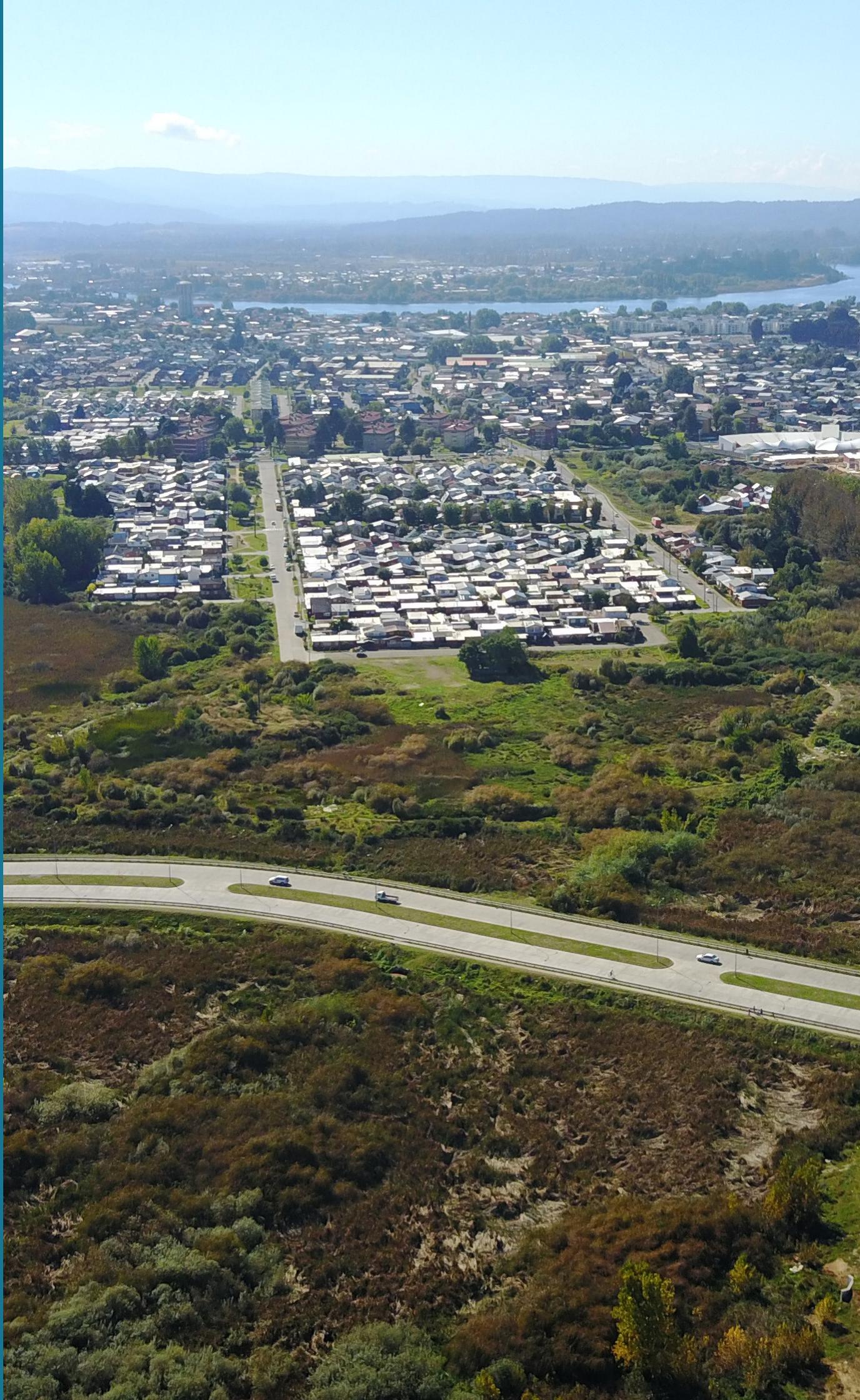


Esquistos micaceous



SISTEMA COMPLETO

figura 69.
Vista aérea
Humedal
Krahmer.
Fuente:
Diario Los Ríos.



IV. SISTEMA HÍBRIDO DE VALDIVIA

Dentro de la investigación, el Sistema Híbrido de Valdivia se incorpora como una nueva tipología de levantamiento, correspondiente a todas aquellas herramientas que articulan el desarrollo equitativo de los dos sistemas antes descritos –natural y artificial–, en el sentido en que permiten la continuidad y el funcionamiento de ambos. Éstos híbridos, serán clasificados en los mismos tres géneros: Basamento, vectores y medio habitable, pero teniendo en cuenta que pueden ser de procedencia natural o artificial (ver diagrama pág.114-115/116-117):

—De origen natural: Todo ecosistema inscrito en la trama urbana que preste servicios ecológicos.

—De origen artificial: Todas aquellas infraestructuras artificiales que permiten la introducción de leyes naturales al interior de las ciudades.

i. BASAMENTO *Humedales urbanos*

Los humedales urbanos se inscriben dentro de la prestación de servicios ecológicos a las ciudades, por su capacidad para administrar el agua, distribuyéndola de a poco en el verano y acumulándola en invierno, beneficiando la infiltración del agua hacia las napas subterráneas, proceso contrario al que ocurre con el pavimento impermeable, en el que cae el agua, se desliza y escurre inmediatamente; entonces... ¿Qué es mejor? ¿Invertir mucho en hacer colectores de aguas lluvias, o mantener los sistemas de humedales que hacen ese trabajo naturalmente?... Ellos dan este servicio gratuito, y además contribuyen a la reducción de la contaminación que está en el asfalto y que llega al humedal tras las lluvias, que puede ser degradada por las plantas y bacterias que ahí habitan, transformándola en agua limpia para ser reutilizada; mientras que artificialmente, hay que gastar en la construcción de infraestructura gris y plantas de tratamiento. Por otro lado, también ayudan a disminuir la distancia entre la población y la naturaleza aumentando las áreas verdes, son amortiguadores sísmicos y liberan espacialmente la trama urbana.

Para el análisis de los humedales urbanos en Valdivia, se seleccionaron 5 extensiones que representan zonas consolidadas dentro de la configuración morfológica de la ciudad, es decir, son los responsables de su forma orgánica y, por lo demás, sobrevivientes a sus dinámicas.

o Humedal Krahmer | 16 hectáreas

El humedal Krahmer correspondía originalmente a la pampa Krahmer, y con el proceso expansivo de Valdivia, se rellenó parte del humedal con dos tipos de relleno específicamente -arena y limo o arena y ripio-, para convertirse lo restante, en el actual Parque Krahmer. Éste está delimitado principalmente por las avenidas Simpson, Ricardo Krahmer, San Martín y Circunvalación sur, además de muchas calles pequeñas que lo circundan. Corresponde a una de las porciones prematuras ante el proceso de urbanización y, por lo mismo, su terreno se encuentra muy erosionado y compactado, sin irrigación de agua suficiente y con poca visualización de ecosistemas.

En su borde norponiente, es posible encontrar viviendas unifamiliares en parcelaciones más grandes, correspondientes a estratos socioeconómicos altos, mientras que al suroriente son de clases más bien media-baja. Si bien el parque en su tramo norte permite la continuidad de la trama urbana, a medida que alcanza mayor superficie hacia el sur, sus orillas se ven cada vez más degradadas y su extensión empieza a ser un mecanismo de segregación social. (fig.69) (ver diagrama pág. 82-83).

figura 70.
Fotografía Parque
Humedal El
Bosque.
Fuente:
Elaboración
propia.

70.



figura 71.
Fotografía
Humedal
Angachilla.
Fuente:
Elaboración
propia.

71.



72.

figura 72.
Fotografía
Humedal
Miraflores -
Universidad
Austral.
Fuente:
Elaboración
propia



○ Humedal El Bosque | 53 hectáreas

El humedal El Bosque está circunscrito entre dos barrios residenciales que se conectan primariamente por las avenidas Pedro Montt, Circunvalación sur, Simpson y Francia. Las viviendas en ambos frentes hacia el extremo poniente (norponiente y surponiente) son de clase relativamente alta, mientras que una parte hacia el suroriente corresponde a vivienda social o poblaciones, ambas cimentadas sobre rellenos de arena y limo y de arena y ripio. Estos terrenos se encuentran en la zona de Huachocopihue, que pertenecieron al fundo del mismo nombre, adquirido por el SERIVIU para urbanizarse en los 60, y no reconocida como área verde hasta 1980, cuando los vecinos frenaron los procesos de urbanización.

En este humedal también existe un parque, la reserva ecológica El Bosque, que se concentra al poniente, pero que se extiende como ecosistema en casi todo el borde, con una espesa y alta vegetación, que funciona como límite visual y amortiguación del corazón del humedal, diluyendo la relación de las edificaciones y las calles -casi inexistentes- con lo natural, excepto en algunas partes donde algunas de las viviendas se toman una porción de los pantanos como patio trasero. Desde la perspectiva de la biodiversidad, este hualve conserva una amplia gama de especies porque aun recibe agua del río Angachilla, y esta encapsulado dentro de la trama urbana, al ser remanentes de bosques que hoy en día colindan con el mismo humedal sin presentar obras antrópicas de por medio. (fig.70) (ver diagrama pág. 84-85).

○ Humedal Angachilla | 43 hectáreas

El humedal Angachilla es uno de los que se conserva más nutridos porque tiene una conexión relativamente directa al río homónimo, y por lo mismo, mantiene variados ecosistemas. Su extensión es más bien lineal oriente-poniente y está fragmentado en tres por el cruce de las avenidas Pedro Montt e Intendente Luis Damann Asenjo, además de sectores urbanos e industriales que lo separan de la laguna de alivio hacia el poniente, y la Villa Claro de Luna y algunos suelos de uso agropecuario en su límite Suroeste. Otro parque tiene cabida dentro de este humedal, el nuevo y no finalizado Parque Urbano y Deportivo Catrico -parte del Plan Chile área verde-, un megaproyecto urbano de 539 mil metros cuadrados -que equivale a 75 canchas de fútbol-, como parte de la recuperación del humedal por donde pasa el río subterráneo, que durante los últimos años estaba siendo usado como un basural ilegal y visto como un foco de inseguridad.

Respecto a la población que lo rodea, es característicamente de clase media hacia el norponiente en la población El Bosque, que lo divide del humedal con el mismo nombre; y baja hacia el nororiente y sur, encontrando muchas poblaciones de muy escasos recursos con amplias tomas del borde. Hay una falta de conexión entre ciudad y hualve en casi toda la orilla, manteniendo la condición boscosa del humedal anterior. Esta área no contaba con ningún tipo de protección, sin embargo, desde el año 2007 la Junta de vecinos Claro de Luna a través del trabajo comunitario, iniciaron un programa de rescate y recuperación del humedal; en la actualidad cuenta con un programa de restauración ecológica dirigido por la Fundación Centro de los Bosques Nativos (FORECOS) y el Centro de Estudios Ambientales (CEAM) iniciativa financiada por el Ministerio del Medio Ambiente. (fig.71) (ver diagrama pág. 86-87).

○ Humedal Miraflores Universidad Austral | 46 hectáreas

El humedal Miraflores en el tramo correspondiente al terreno privado de la Universidad Austral, donde está emplazada la facultad de ingeniería, integra parte de la laguna de Alivio -donde desembocan las aguas pluviales- que colinda con la población El Bosque. Está delimitado por las calles Miraflores, Simpson, coronel Santiago Bueras y un espesor urbanizado en la costanera que lo separan del río Valdivia.

Su alimentación es pluvial y fluvial, originándose como brazo del río Angachilla, manteniendo, dentro del campus, una amplia diversidad ecológica. Está rodeado casi completamente por establecimientos de la universidad y, excepcionalmente, colinda en algunos puntos con poblaciones de estrato bajo al poniente y alto al oriente. Los rellenos contiguos a este humedal son particularmente evidentes porque tuvieron que rellenar una gran cantidad de terreno que resulto en zócalos de cemento visibles, siendo los materiales predominantes arena y limo, y arena limosa. (fig.72) (ver diagrama pág. 88-89).

figura 73.
Fotografía
Humedal
Miraflores - Las
Mulatas.
Fuente:
Elaboración
propia.



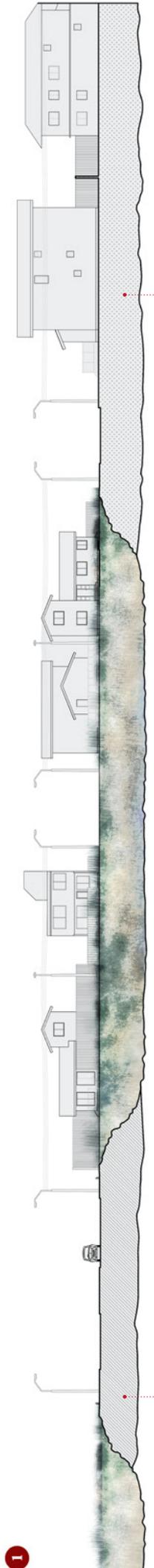
- Humedal Miraflores Las Mulatas | 67 hectáreas

El humedal Miraflores en el sector cercano al Puerto Las Mulatas, es el ecosistema que menos intervención ha tenido, es el de mayor extensión y configura el primer enlace de la red con el río Angachilla, y por ende, está permanentemente inundado; su ecosistema boscoso se encuentra aislado de la urbanización y es mucho más dilatado. Al igual que el otro tramo, también contiene parte de la laguna de Alivio que limita con la población El Bosque hacia el oriente, y además de ese borde, solo confina con la calle Miraflores, un tranque, y es atravesado por la calle Camino Angachilla que marca su diferenciación entre humedal urbano y periurbano. Hay poca urbanización circundante, y se identifica clase baja al poniente y media-alta al oriente, con las mismas tipologías de rellenos anteriores.

Estos 5 humedales configuran la principal red intra-urbana de ecosistemas que necesitan ser conectados e integrados a la trama urbana, para evitar la intensificación de los problemas que la ciudad instauró desde un comienzo, por su mala planificación. (fig.73) (ver diagrama pág. 90-91).

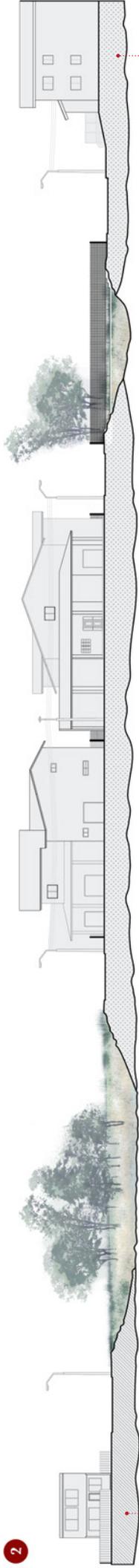


Emplazamiento de edificaciones sobre humedales | 1:5000

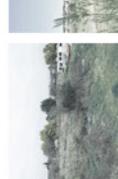




2



ARENA Y RIPIO



LIMO Y ARENA

3

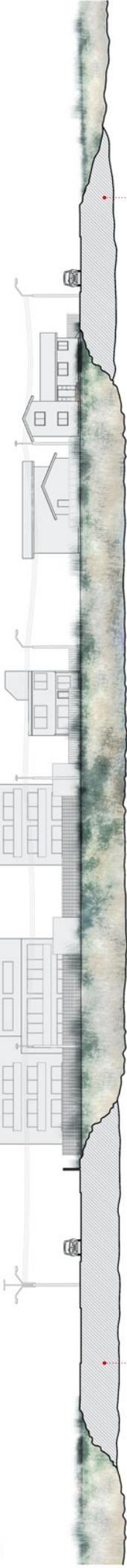


LIMO Y ARENA



ARENA Y RIPIO

4



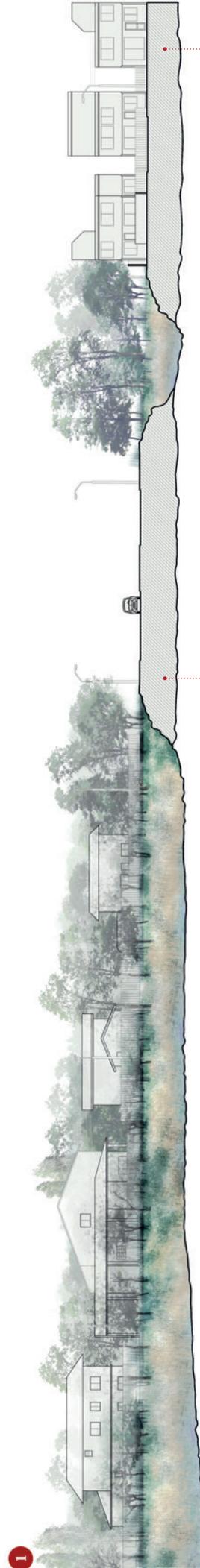
ARENA Y RIPIO

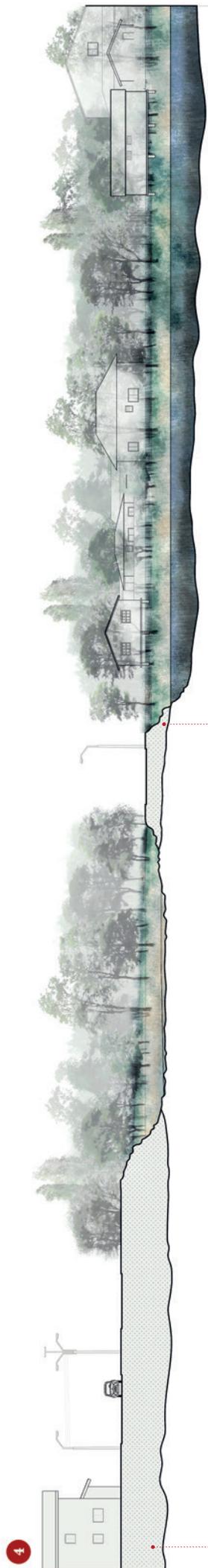
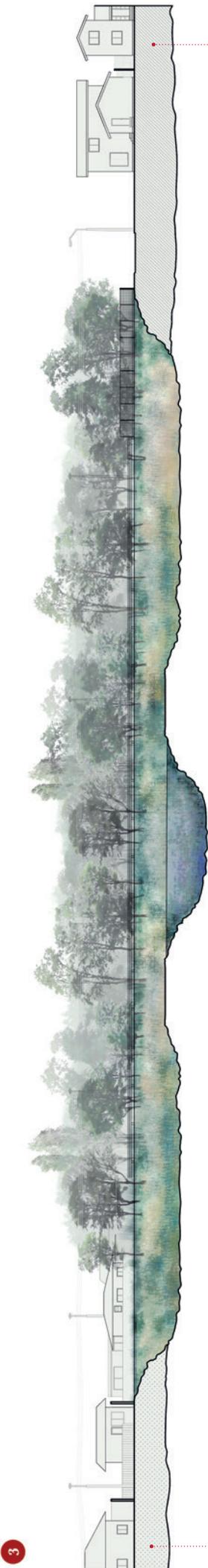
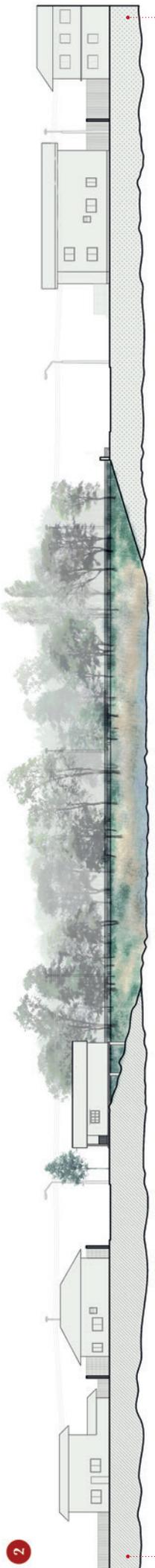


ARENA Y RIPIO

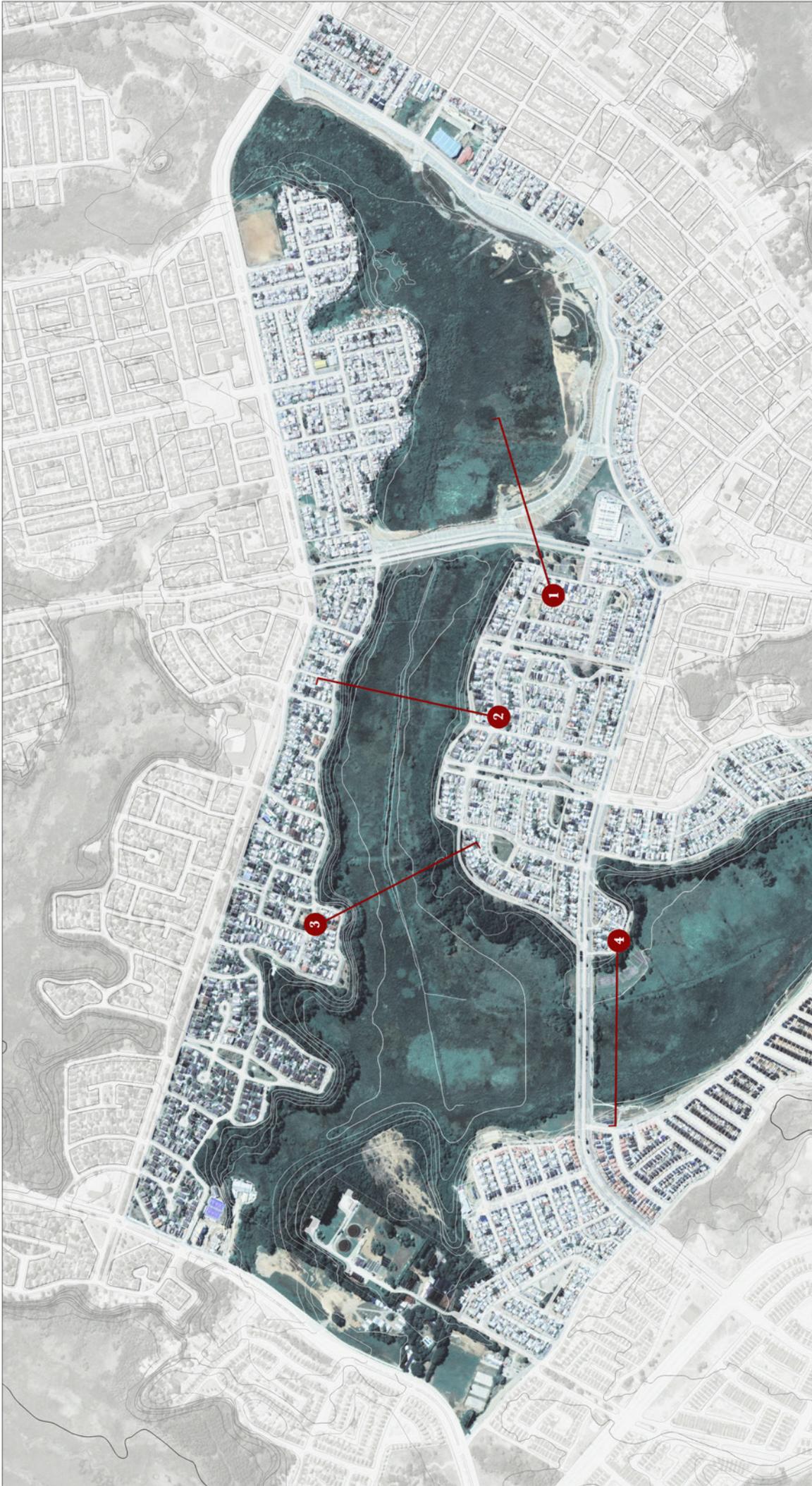


Emplazamiento de edificaciones sobre humedales | 1:5000

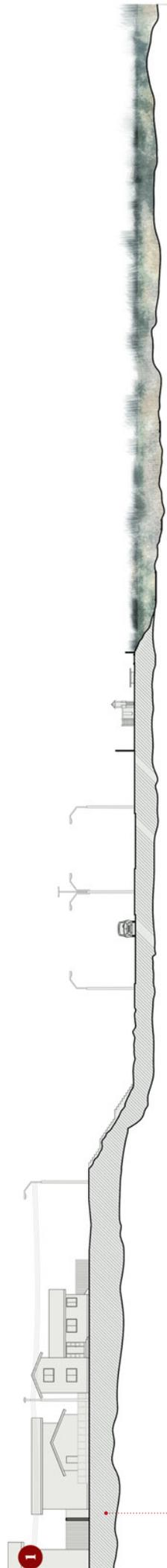




Secciones humedal | 1:250

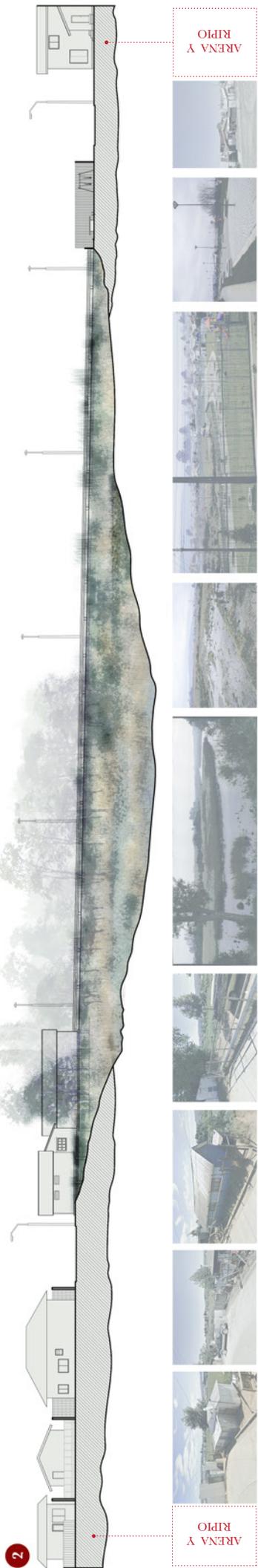


Emplazamiento de edificaciones sobresobre humedales | 1:5000





ARENA Y RIPIO



2

ARENA Y RIPIO



ARENA Y RIPIO

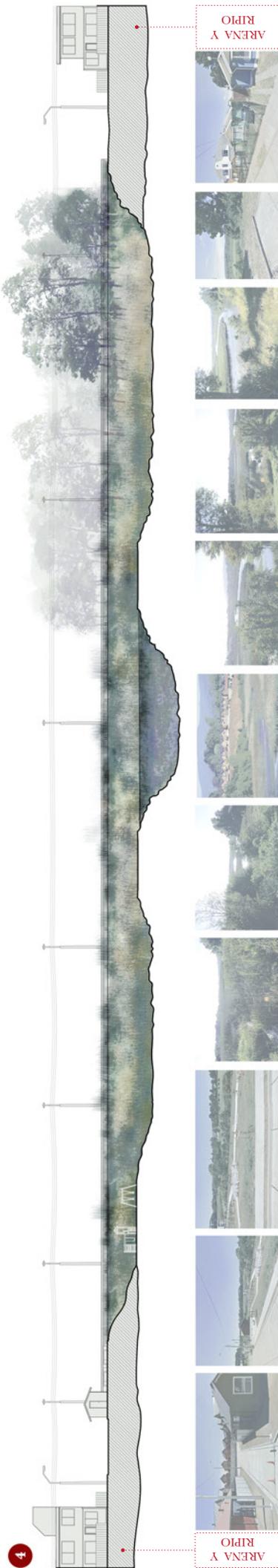


3

ARENA Y RIPIO



ARENA Y RIPIO



4

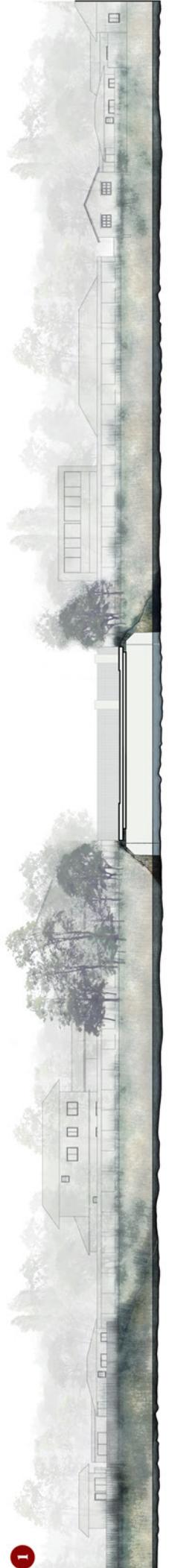
ARENA Y RIPIO

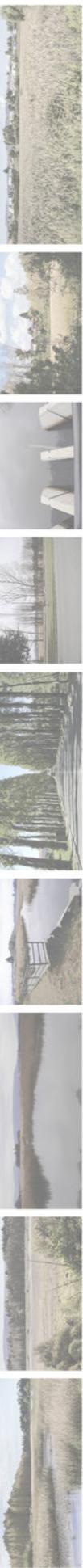


ARENA Y RIPIO

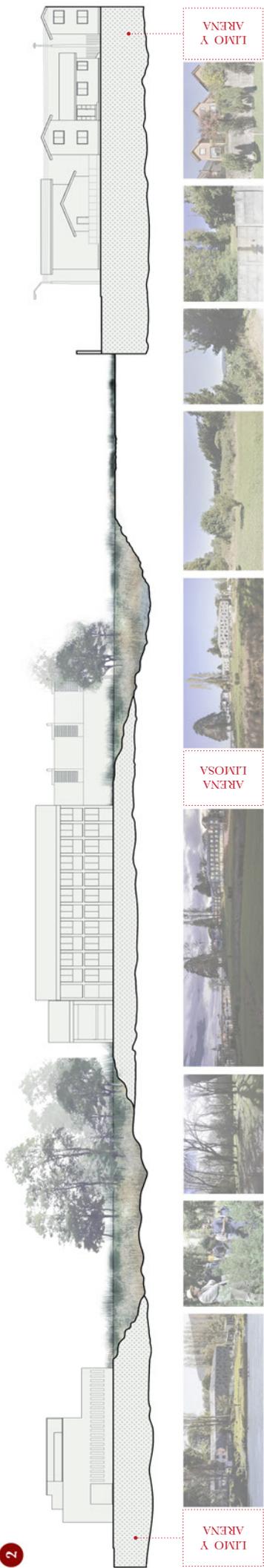


Emplazamiento de edificaciones sobresobre humedales | 1:5000





2

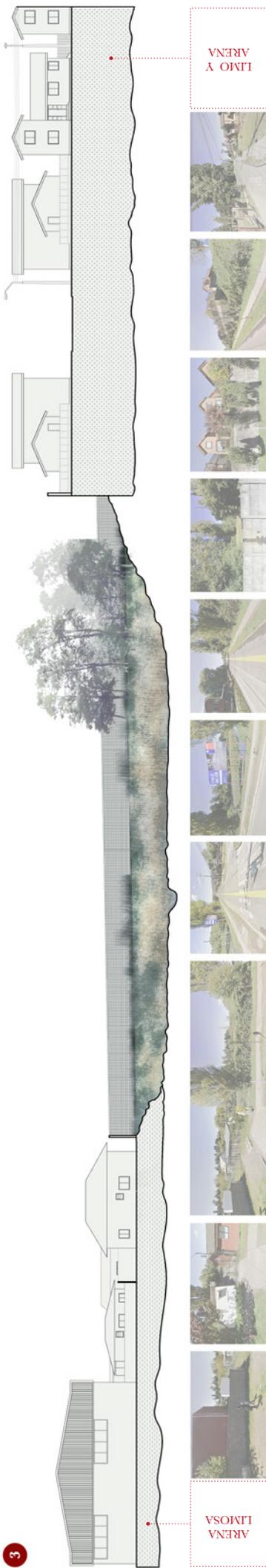


LIMO Y ARENA

ARENA LIMOSA



3

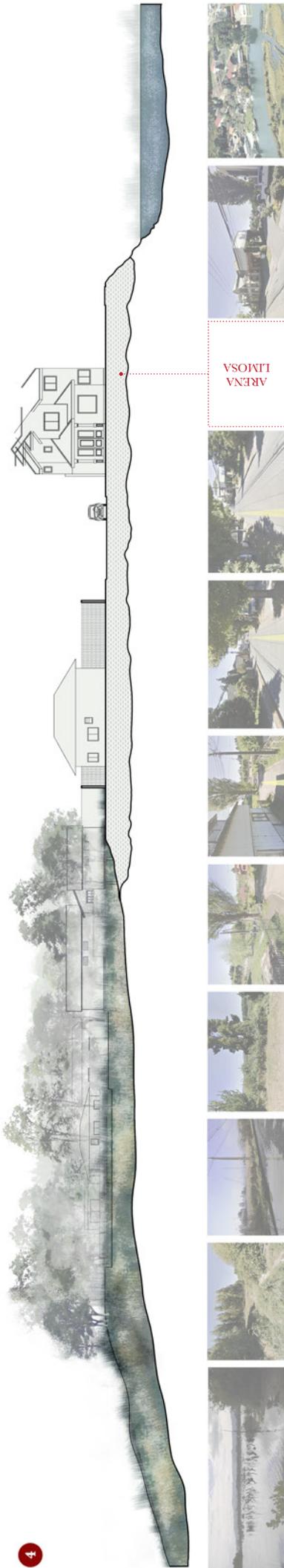


ARENA LIMOSA

LIMO Y ARENA

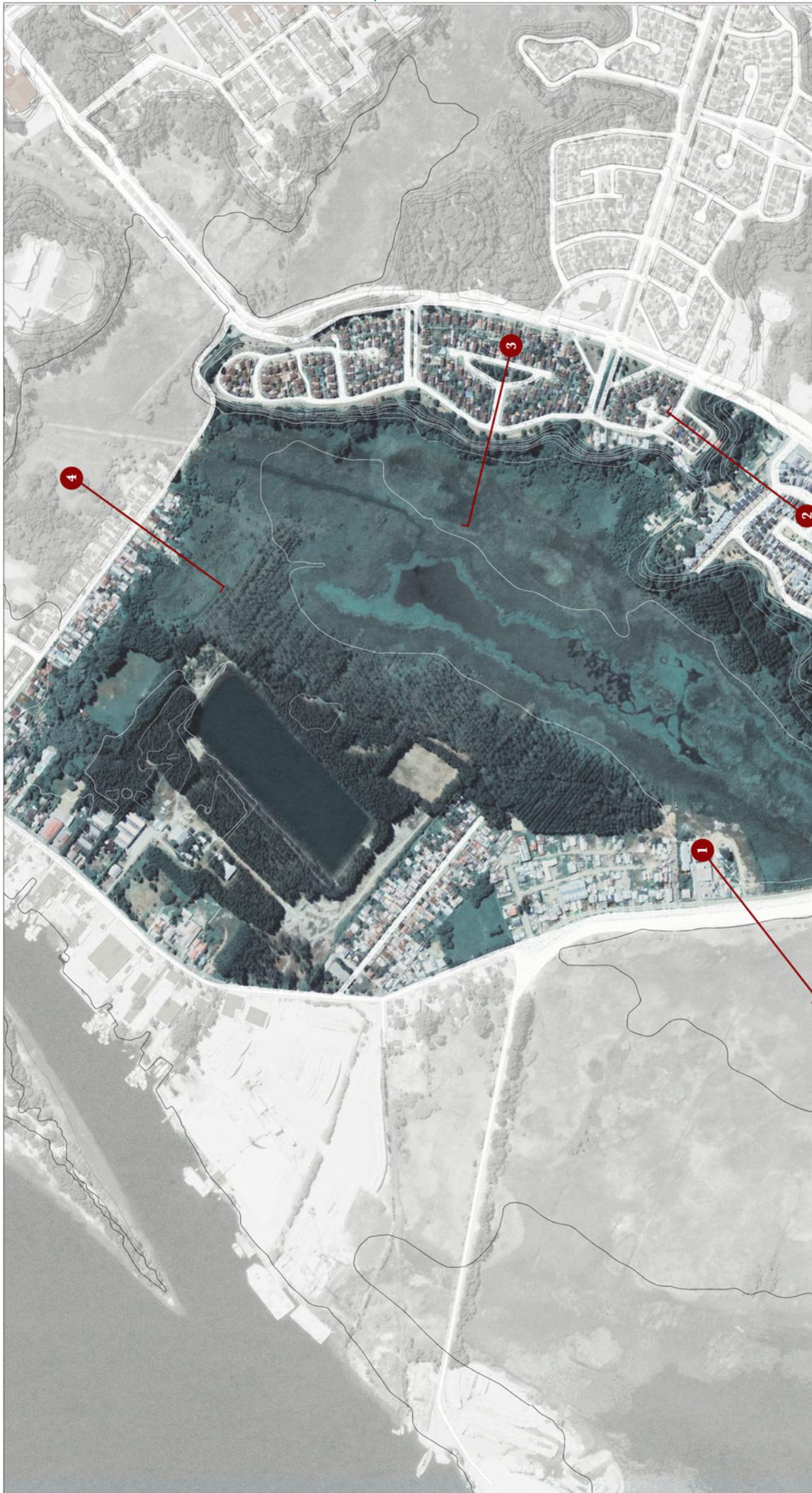


4



ARENA LIMOSA



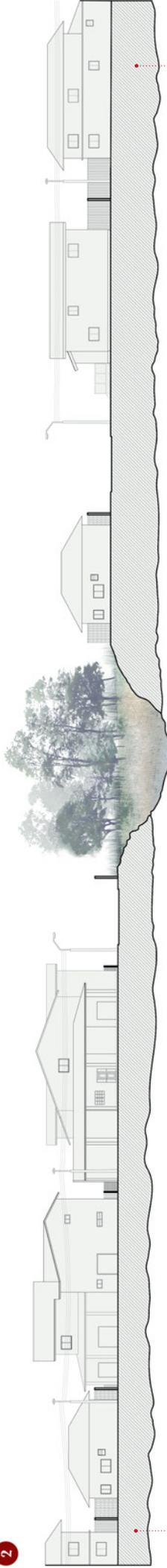


Emplazamiento de edificaciones sobresobre humedales | 1:50000





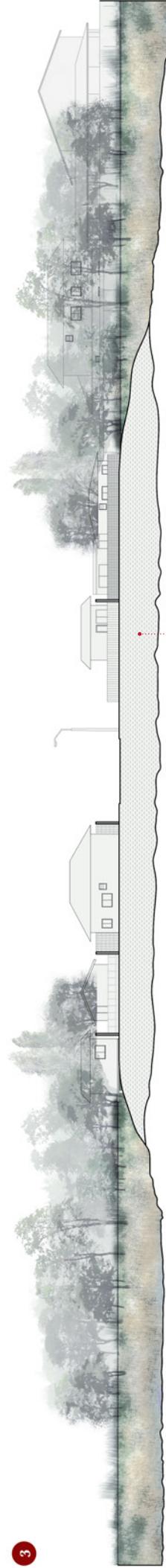
2



ARENA Y RIPIO



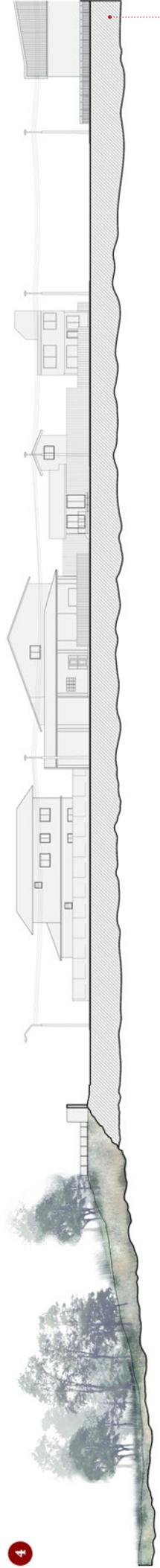
3



ARENA LIMOSA



4



RIPIO Y ARENA



figura 74.
Fotografía Puente
Pedro de Valdivia.
Fuente: MOP,
2015.

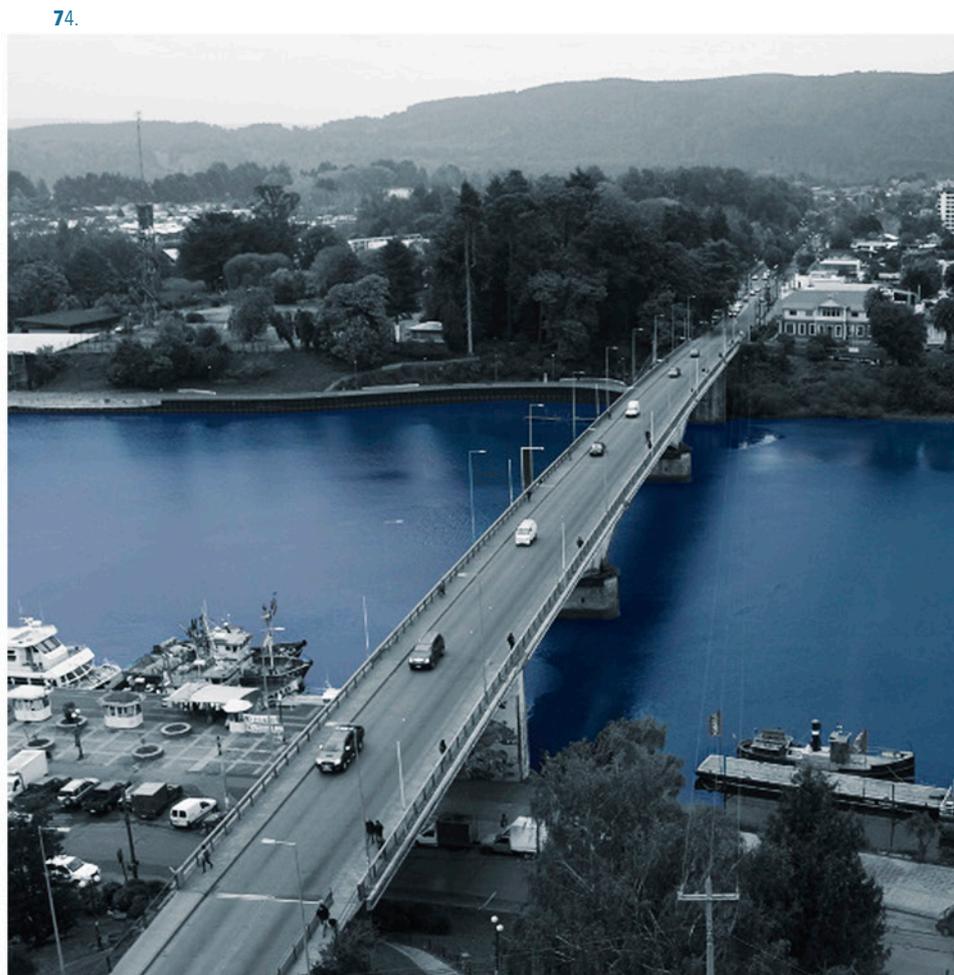


figura 75.
Fotografía
Puente Calle-
Calle. Fuente:
Desconocida.



En los dos sistemas antes descritos –natural y artificial-, los vectores estaban asociados a los trazados lineales que tienen la funcionalidad de contener los flujos, ya sea de agua o de personas. Dentro de esa lógica, los vectores del sistema híbrido, guardan relación con aquellas infraestructuras de origen artificial que permiten articular la continuidad de las dos tipologías de flujos, por un lado, la continuación de la trama urbana a través de puentes que dejen fluir las aguas en su curso natural, y por otro, todas las calles que contienen bocatomas puntuales, que encauzan los esteros y permiten la irrigación de agua a los humedales urbanos.

PUENTES

Para el análisis de los puentes, se seleccionaron los cuatro más característicos de la ciudad: El Puente Calle Calle, el Puente Pedro de Valdivia, el Puente Cruces y el Puente Cau Cau.

o Puente Pedro de Valdivia

El puente Pedro de Valdivia es un puente en arco de hormigón armado que cruza el río Valdivia, y que une el centro de la ciudad de Valdivia con el área residencial de la Isla Teja. Recibe su nombre en honor al fundador de la ciudad, el conquistador español Pedro de Valdivia. Este puente tiene 238,7 metros de largo por 10,5 de ancho, donde la calzada es de 7 metros con veredas de 1,8 metros de ancho en cada lado. Su construcción se realizó entre los años 1938 y 1953, siendo finalmente abierto en 1954 e inaugurado de forma oficial, el 12 de marzo de 1955, por el presidente de la República de la época, Carlos Ibáñez del Campo.

Su emplazamiento en el espacio urbano hacia el sur, en el lado del centro de Valdivia, se eleva sobre la costanera llegando a la cota superior, conectando ambos niveles a través de taludes naturales que, al mismo tiempo, configuran pequeñas plazas asociadas a hitos de la ciudad, como son el Casino Dreams, la Municipalidad y la Feria Fluvial. Hacia el lado de la Isla Teja, el puente se posa sobre el borde natural de la ribera, bajo el cual se extiende un paseo de borde que conecta con el Museo de Arte Contemporáneo de Valdivia y, al igual que su frente, articula a través de taludes vegetales la conexión de ambos niveles. (fig.74) (ver diagrama pág. 96-97).

o Puente Calle Calle

El Puente Calle-Calle son dos puentes paralelos en arco de hormigón armado, con 223 metros de largo por 12 de ancho y dos pistas vehiculares cada uno, que cruzan el río homónimo, y que conecta los sectores de Las Ánimas con la Valdivia central. Estos dos puentes son: el Puente Calle-Calle 1 que fue construido entre 1938 y 1945, y que actualmente es utilizado para cruzar en la dirección desde Valdivia a Las Ánimas; y el Puente Calle-Calle 2, que es utilizado para pasar en el sentido contrario, y cuya licitación fue iniciada en 1994 e inaugurado en 1997.

Este puente es también la conexión de Valdivia con el mundo, porque recibe la entrada de la Ruta 202 que conecta con la 5 Sur y que se convierte en la Avenida Pedro Montt. Antes de la construcción del puente para cruzar era necesario utilizar balsas, y para ingresar a la ciudad desde el norte, se disponía del ferrocarril.

Cada uno de los puentes tienen en sus extremos exteriores una vereda para paso peatonal. El posicionamiento del puente en el sector de Valdivia es muy parecido al del Puente Pedro de Valdivia, se sustenta sobre taludes naturales que conectan la costanera y el Cementerio Alemán con la ciudad alta. Hacia Las Animas, la llegada del puente es más disruptiva, dividiendo la zona urbana en dos extremos. (fig.75) (ver diagrama pág. 98-99).

figura 76.
Fotografía Puente
Cruces.
Fuente: Egon
Wolf.



figura 77.
Fotografía
Puenyte Cau-Cau.
Fuente: Diario
El Desconcierto
(2018).

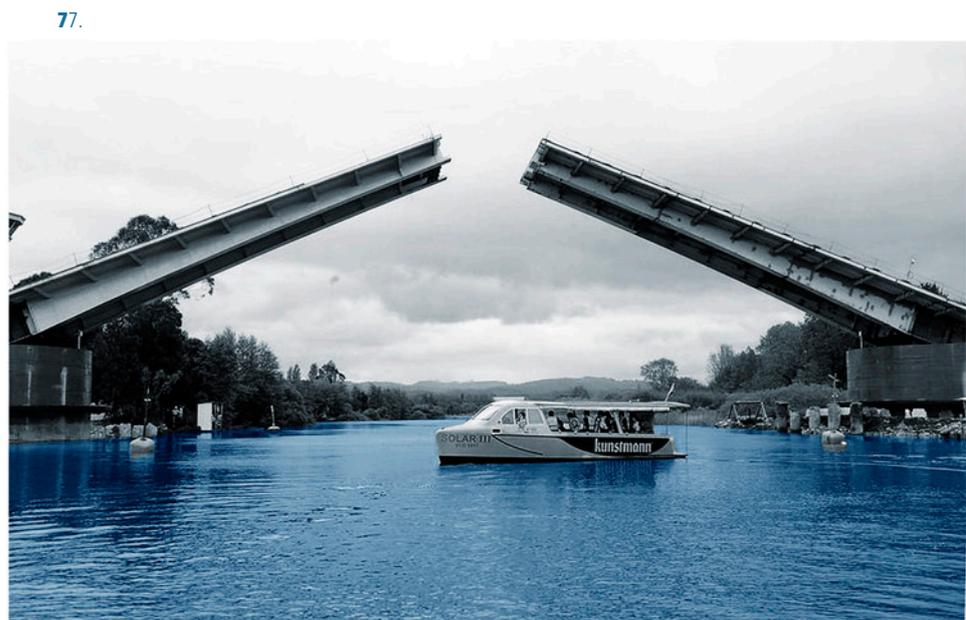


figura 78.
Fotografía
Puenyte Cau-Cau.
Fuente: Biobio
Chile - Carlos
López (2018).



El puente es además un atractivo turístico de la ciudad, y ha considerado importantes inversiones en los últimos años, en 2011 por ejemplo, el MOP reemplazo todo el pavimento, y en 2015 fue instalada iluminación led decorativa a los costados.

○ Puente Cruces

El Puente Cruces, que pasa sobre el río con el mismo nombre, fue construido entre 1984 y 1987 con el fin de terminar con el aislamiento de las zonas costeras de Valdivia (Niebla, Los Molinos y Curiñanco) que solo se conectaban mediante balsas. Éste, enlaza el sector de Isla Teja con la ruta T-350 del sector Torobayo (que conecta la zona costera de Niebla).

Es un puente mixto (de Hormigón armado y Acero). Tiene 455 metros de longitud, 10,4 metros de ancho, de los cuales 8 metros son de calzada (4 metros de calzada por cada sentido) y dos pasos peatonales de 1,20 metros cada uno. Las empresas encargadas para la construcción fueron: SEGEX Ltda. (contratista), EDYCE CORP (constructores de los pilares de la estructura) y el diseño estuvo a cargo de los ingenieros del Ministerio de Obras Públicas, y tuvo un costo de \$368.869.497 (González, 2013). Este puente se encuentra en una zona mucho más rural que los otros dos, y su emplazamiento es realizado simplemente sobre los bordes del río que configuran humedales ribereños. (fig.76) (ver diagrama pág. 100-101).

○ Puente Cau Cau

El puente Cau Cau es el más nuevo, comenzando con el proyecto del puente en 1991, recién se inician las obras en 2011 en manos de la empresa española Azvi, y hasta octubre de este año estaba inhabilitado por fallas estructurales graves y al parecer irreparables, según señalaron los estudios del MOP; hoy solo es utilizable para peatones, ciclistas y automóviles de carga liviana. Este puente es de tipo basculante –el primero del país- para permitir el paso de embarcaciones más grandes por el río, y conectaría los sectores de Las Animas con la Isla Teja para descongestionar el alto tráfico del puente Pedro de Valdivia.

La estructura de 90 metros de largo total, es conformada por dos tramos móviles de 35 metros cada uno, dos contrapesos de 10 metros por lado y 9,4 metros de ancho, 8 metros para vehículos y 1,4 para peatones, donde la coordinación del puente era supervisada por una torre de control de 54 metros de altura. Además, se contaban con 2,6 kilómetros de nueva pavimentación asociadas al emplazamiento del puente, incluyendo la construcción de aceras y una ciclovía. (fig.77-78) (ver diagrama pág. 102-103).

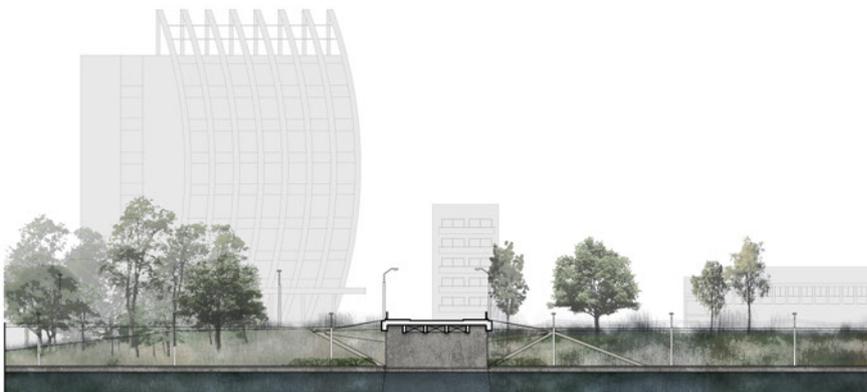
Los viaductos son muy importantes para todas las comunas que integran la provincia de Valdivia porque su conectividad depende de ellos, y por lo mismo están proyectados dos puentes más, uno que una el Puerto Las Mulatas con Torobayo para conectar el camino hacia la costa, y otro que se extiende de la calle Cochrane a la Isla Teja, además de la ampliación de vías del actual puente Pedro de Valdivia. Sin embargo, hoy por hoy, la iniciativa privada antes mencionada a cargo de la empresa Transporte Fluvial Sustentable (TFS) se encuentra implementando un proyecto de transporte público en los ríos Valdivia y Calle-Calle que conecta la provincia sin necesidad de nuevas infraestructuras viales. Las embarcaciones desarrolladas por TFS funcionan mediante tecnología de punta asociada a energía solar y tienen una capacidad de más de 26 pasajeros. Estas lanchas no contaminan, no hacen ruido y producen menos oleaje que otras embarcaciones similares. Está previsto que el proyecto de TFS derive en una nueva empresa de carácter asociativo, de bien público y sin necesidades de lucro, que será la encargada de operar el sistema. De manera complementaria, la municipalidad, junto con la SUBDERE y el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, está implementado una red de embarcaderos fluviales a ser utilizados por las lanchas de TFS. La eficacia de este proyecto dependerá de la factibilidad de asegurar capacidad de transporte y frecuencia acorde a la demanda y la integración de este nuevo modo al sistema de transporte urbano de forma exitosa. Con fondos de la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo se construyeron seis muelles públicos, ubicados en La Peña, Los Castaños, Carampangue, Collico y terminal de buses en el recinto de vialidad bajo del puente Calle-Calle. (Hidalgo et al, 2012)



Planta emplazamiento | 1:500



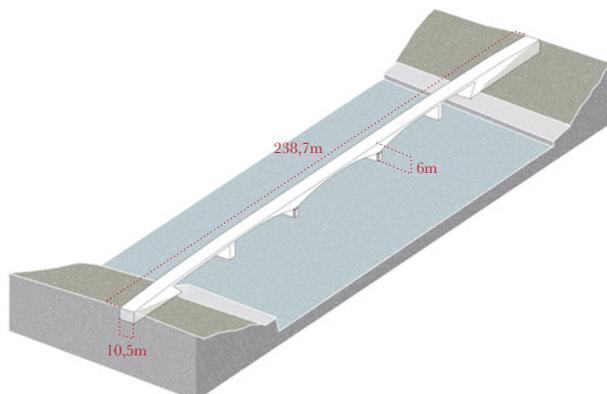
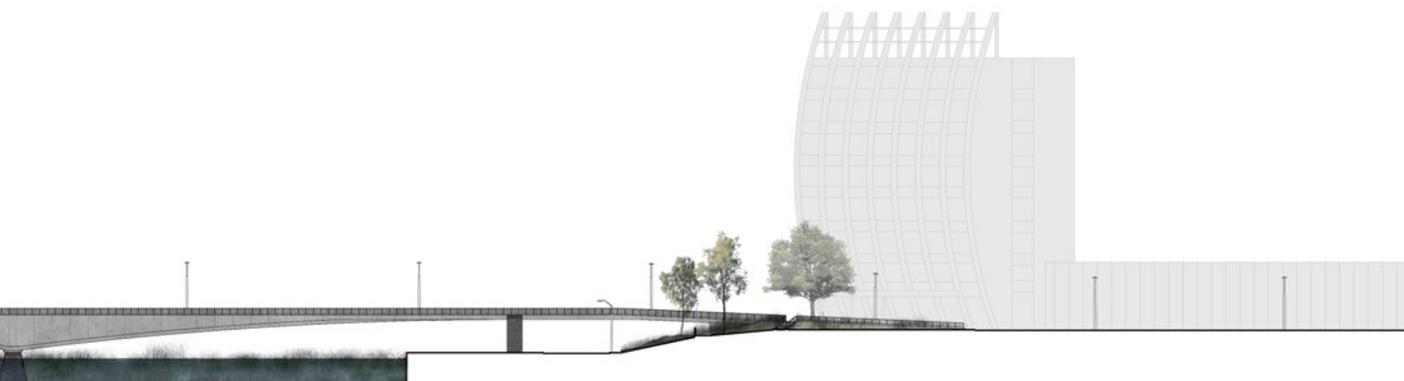
Corte longitudinal | 1:500



Corte transversal poniente | 1:500



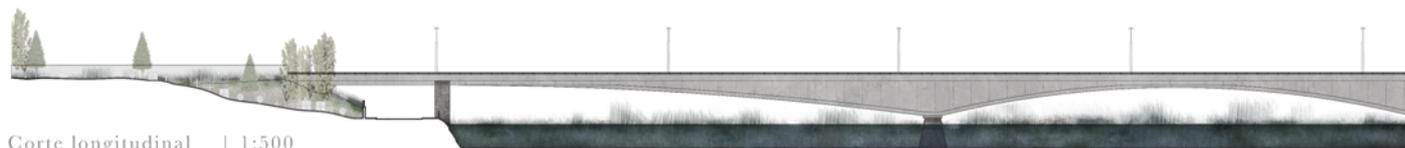
Corte transversal oriente | 1:500



Esquema axonómico de emplazamiento



Planta emplazamiento | 1:500



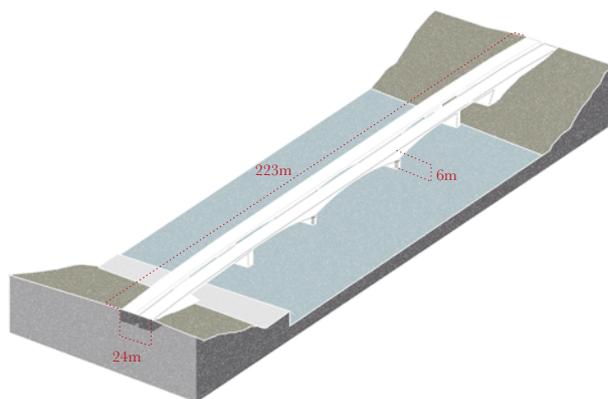
Corte longitudinal | 1:500



Corte transversal poniente | 1:500



Corte transversal oriente | 1:500



Esquema axonométrico de emplazamiento



Planta emplazamiento | 1:500



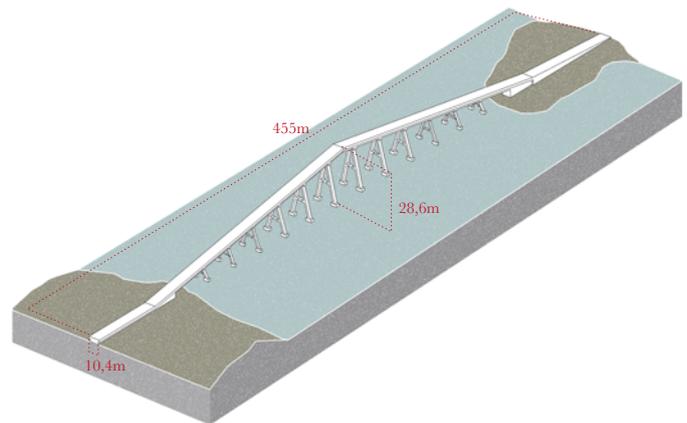
Corte longitudinal | 1:500



Corte transversal poniente | 1:500



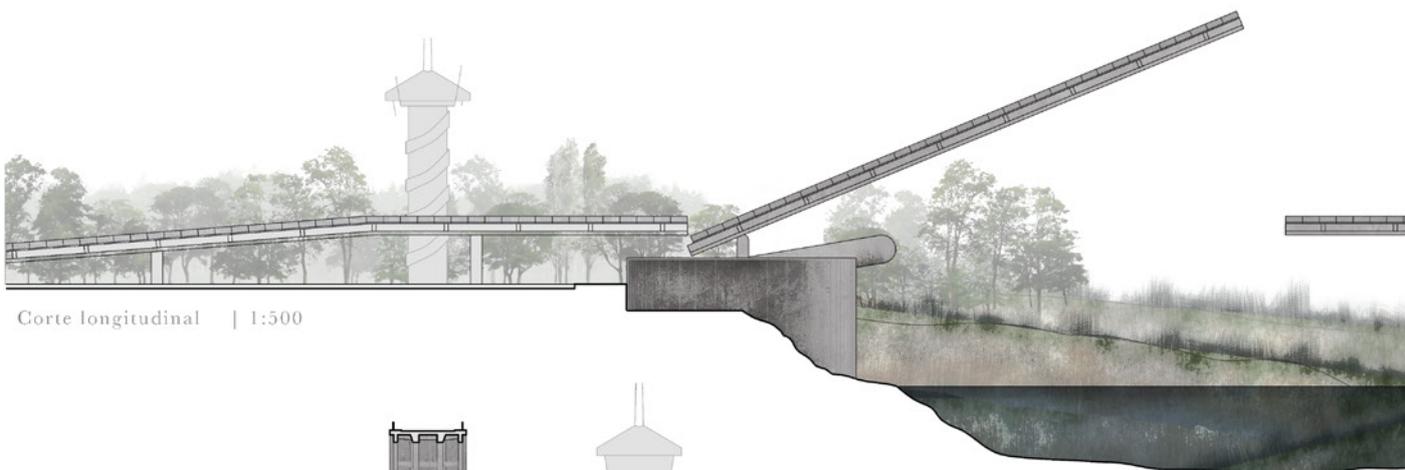
Corte transversal oriente | 1:500



Esquema axonométrico de emplazamiento



Planta emplazamiento | 1:1000



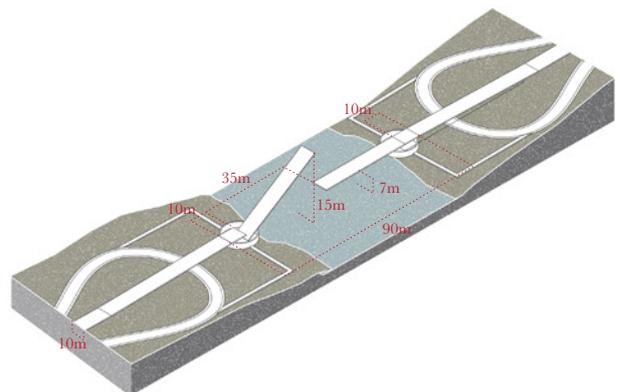
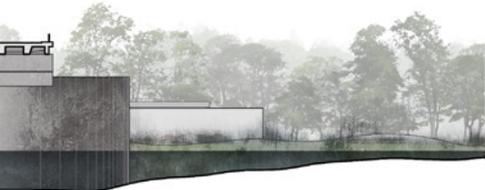
Corte longitudinal | 1:500



Corte transversal poniente | 1:500



Corte transversal oriente | 1:500



Esquema axonómico de emplazamiento

figura 79.
Fotografía
Bocatoma Parque
Krahmer.
Fuente:
Elaboración
propia.

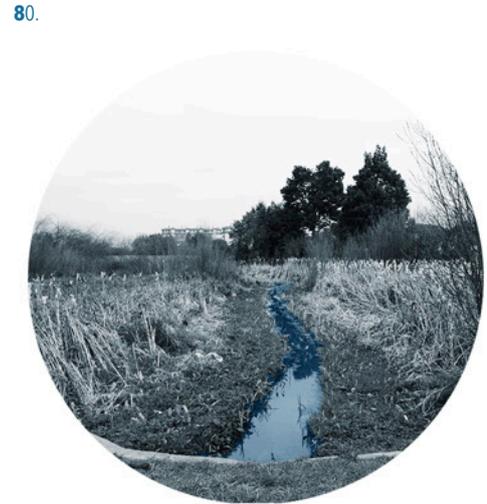


figura 80.
Fotografía
Bocatoma Calle
San Martín.
Fuente:
Elaboración
propia.



figura 81.
Fotografía
Bocatoma Camino
a Angachilla.
Fuente:
Elaboración
propia.



figura 82.
Fotografía
Bocatoma Camino
a Angachilla.
Fuente:
Elaboración
propia.

figura 83.
Fotografía
Bocatoma
Avenida
Circunvalación
sur.
Fuente:
Elaboración
propia.

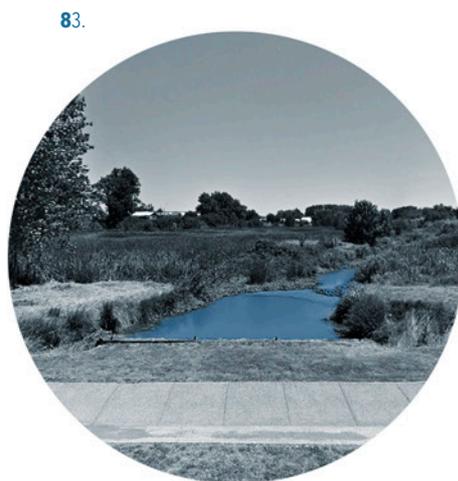


figura 84.
Fotografía
Bocatoma
Avenida
Circunvalación
sur.
Fuente:
Elaboración
propia.

BOCATOMAS

En cuanto a las bocatomas, se eligieron cuatro, las más trascendentes, porque consideran la conexión de un importante flujo de agua hacia parte de los 5 humedales urbanos antes descritos. Una bocatoma es una estructura hidráulica de captación de agua para derivar parte de un curso fuera de su flujo natural, en otras palabras, una canalización menor.

○ Bocatoma Parque Humedal Krahrmer

Esta pequeña obra hidráulica de 22 metros de ancho, 2 metros de profundidad y 3 metros de largo aproximadamente, permite conectar parte del flujo que aun recibe el humedal, por debajo de la calle Carlos Hilker, e integrarla al paisajismo del parque, siendo además utilizada para el riego del lugar. La captación funciona además como el atraveso peatonal sobre el pequeño estero. (fig.79) (ver diagrama pág. 106)

○ Bocatoma Calle San Martín

Esta captación es un poco más grande que la anterior, tiene 16 metros de ancho, 2,3 metros de profundidad y 6 de largo, y conecta el otro extremo del Parque Humedal Krahrmer, con el sistema de irrigación del humedal cortado por la calle San Martín. Sirve también como agua de riego para el sistema vegetal del parque y como drenaje de aguas lluvias acumuladas. (fig.80) (ver diagrama pág. 107)

○ Bocatoma Camino a Angachilla

Esta es la más grande e importante de las bocatomas, es la primera captación del río Angachilla y sus desviaciones, y coincide, además, en ser la división entre la parte periurbana y urbana del humedal Miraflores. Su profundidad es de unos 4 metros, por 9 de largo y 22 de ancho, y a diferencia de las otras, esta mantiene un flujo constante de agua. (fig.81-82) (ver diagrama pág. 108)

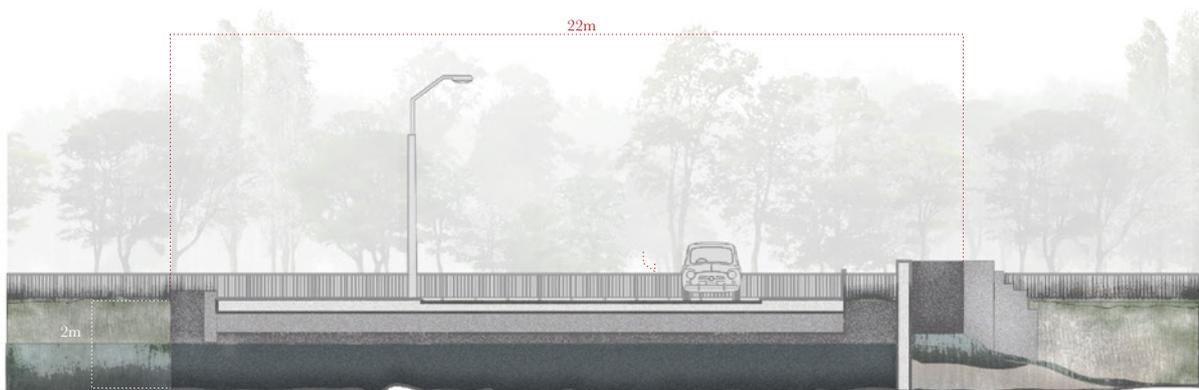
○ Bocatoma Avenida Circunvalación Sur

Esta bocatoma es bastante invisible dentro del paisaje urbano, porque con las últimas obras del parque Catrico, fue integrada a la extensión del pavimento, para permitir el flujo del agua, que viene desde el poniente, por debajo de la calle Pedro Montt hacia el interior de la fracción de humedal. Esta captación tiene alrededor de 35 metros de ancho, con 2,5 metros de profundidad y 5 de largo, a pesar de lo extensa que es, su flujo no es demasiado abundante, sirviendo para tomar las aguas de lluvia y canalizarlas humedal abajo. (fig.83-84) (ver diagrama pág. 109)

Las bocatomas sirven como la única fuente de nutrición de los humedales urbanos y, a pesar de ser una solución un tanto temporal al efecto que el relleno de las calles ejerce sobre su fragmentación, funcionan también para poder desaguar las inundaciones.



Planta emplazamiento | 1:500



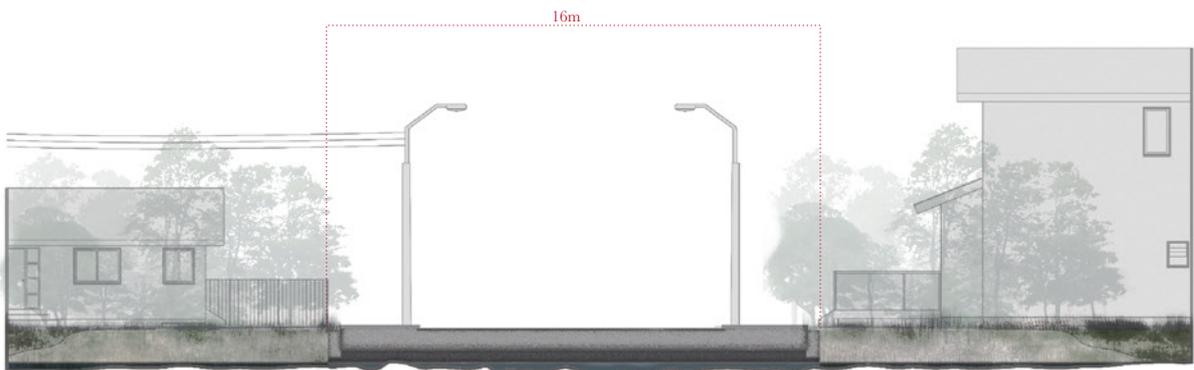
Corte transversal | 1:100



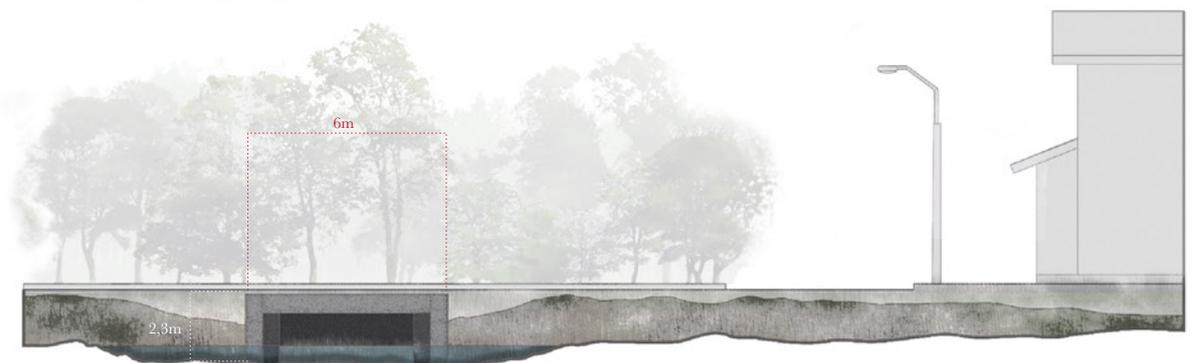
Elevación | 1:100



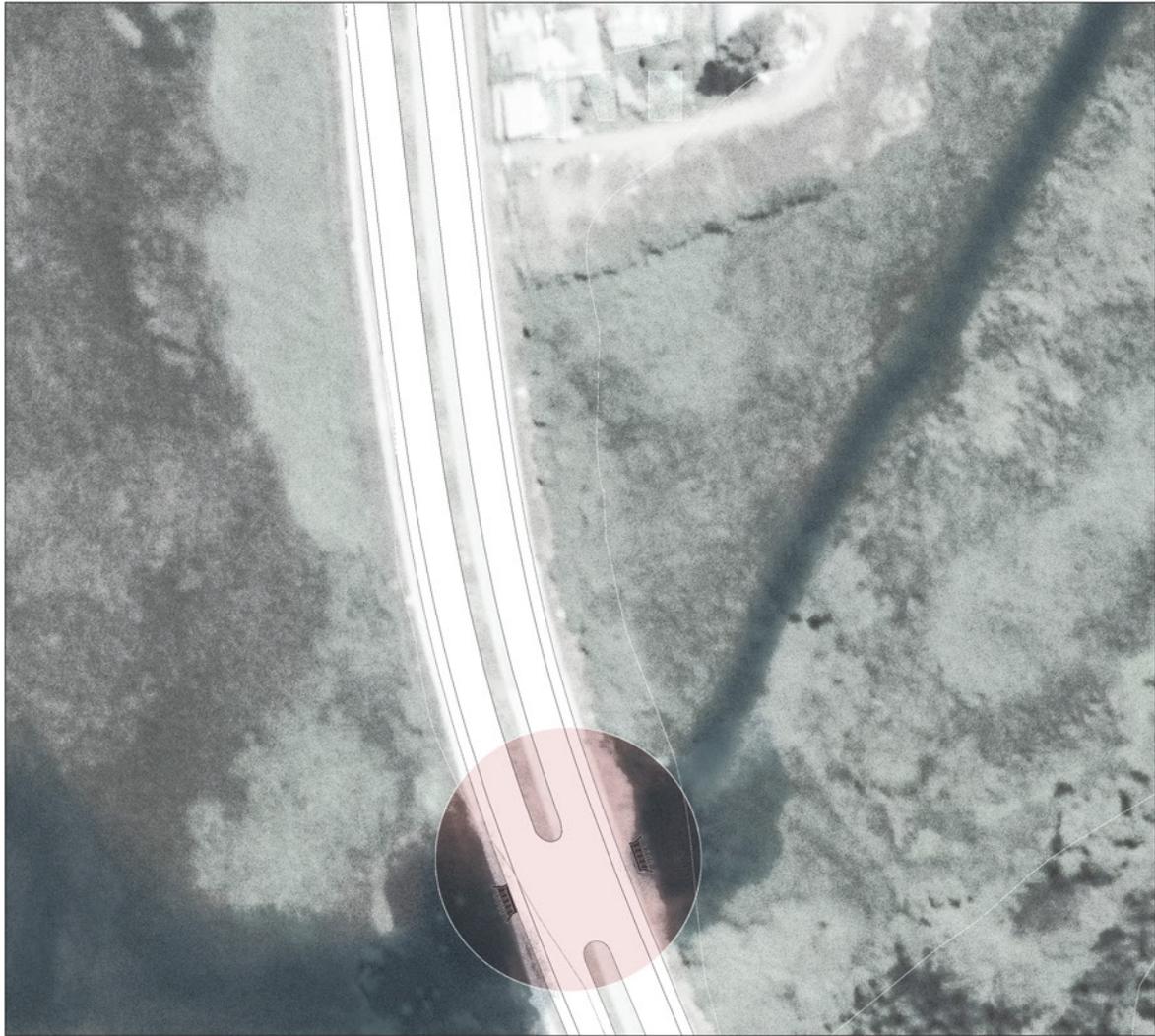
Planta emplazamiento | 1:500



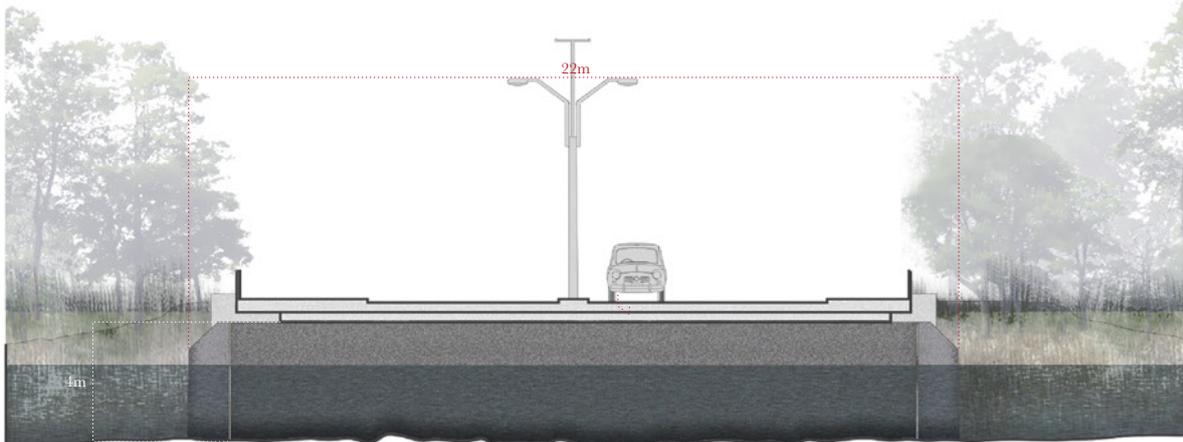
Corte transversal | 1:100



Elevación | 1:100



Planta emplazamiento | 1:500



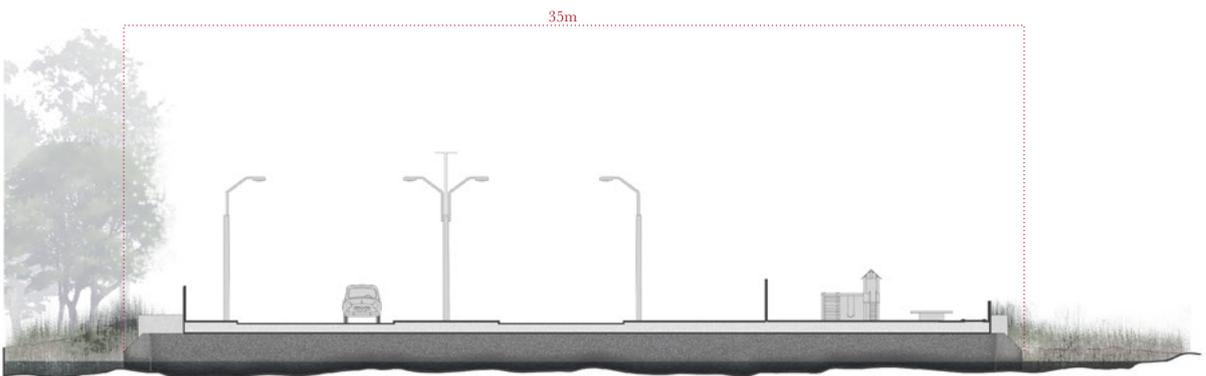
Corte transversal | 1:100



Elevación | 1:100



Planta emplazamiento | 1:500

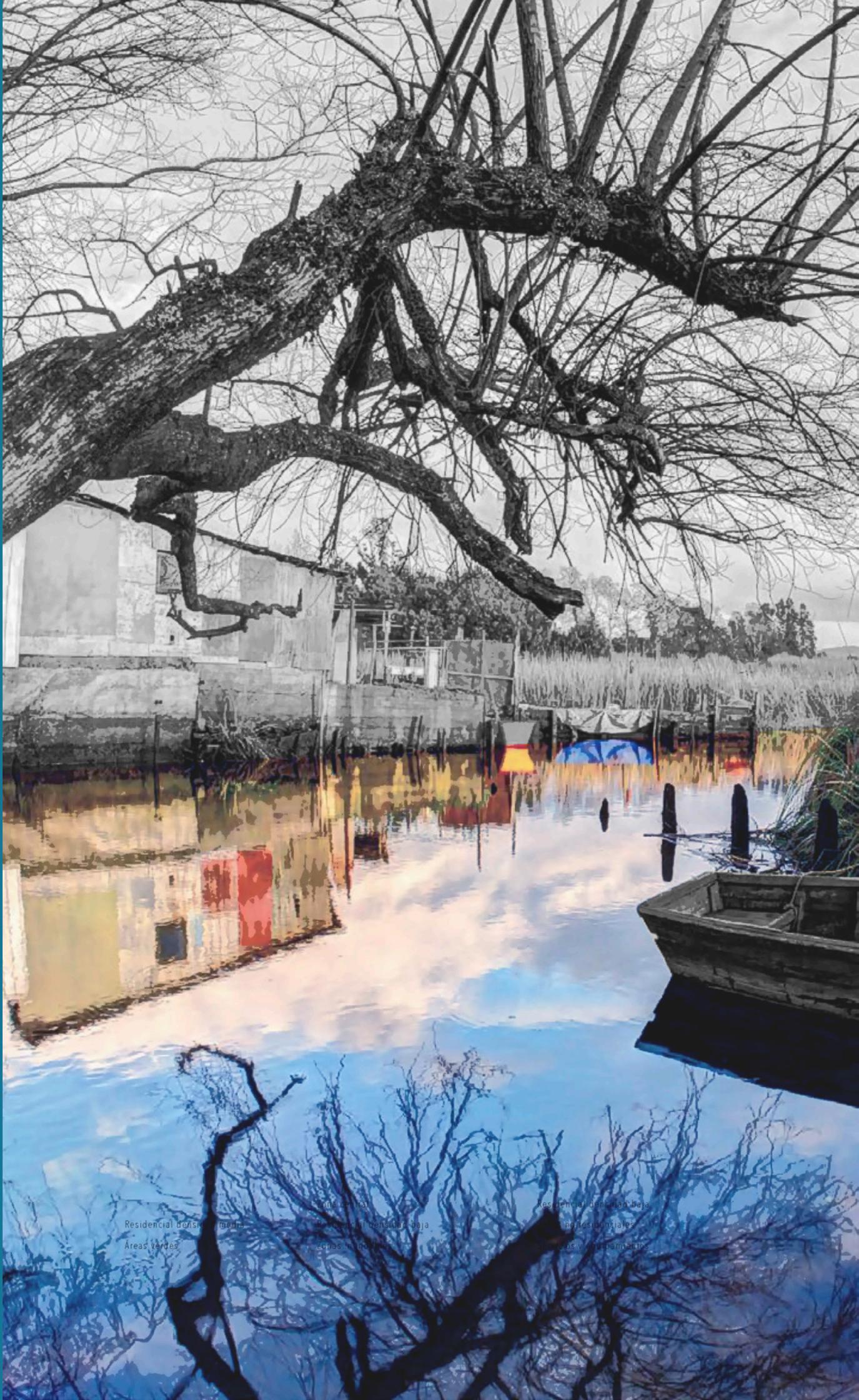


Corte transversal | 1:100



Elevación | 1:100

figura 85.
Ruralidad
en Humedal
Miraflores.
Fuente:
VALDIVIA. Capital
Sostenible.
Plan de Acción.
Valdivia, Chile.



Área central
Residencial densidad media
Áreas verdes
Residencial densidad baja
Zonas industriales
Residencial densidad baja
no residencial
Zonas verdes y recreativas

iii. MEDIO HABITABLE *Las construcciones sobre pilotes*

Haciendo de nuevo la comparación entre el medio habitable de ecosistemas de flora y fauna endémica identificado en el sistema natural, y el de ecosistemas urbanos de vivienda y usos de suelo descrito en el sistema artificial, para el sistema híbrido se expone una nueva tipología relacionada con una forma de congeniar estos dos estratos, la vivienda en palafitos o sobre pilares despegados del suelo (fig.85). Esta clase de cimentación tiene una importante propiedad en contraposición a aquellas que se fundan sobre rellenos artificiales, pueden adaptarse al terreno de los humedales sin intervenir en el desarrollo de ambientes naturales.

En Valdivia, como ya se explicó la mayor parte de los inmuebles se han construido en la tierra compactada sobre los humedales, pero existen algunas edificaciones de carácter rural que soportan su estructura de manera más ligera; muchas de ellas se encuentran en los bordes de los humedales y se diluyen entre la vegetación boscosa como parte del paisaje, otras incluso “flotan” sobre cursos de agua. Estas pueden estar asociadas a viviendas en parcelaciones rurales de estrato socioeconómico alto, o a tomas informales de terrenos como campamentos.

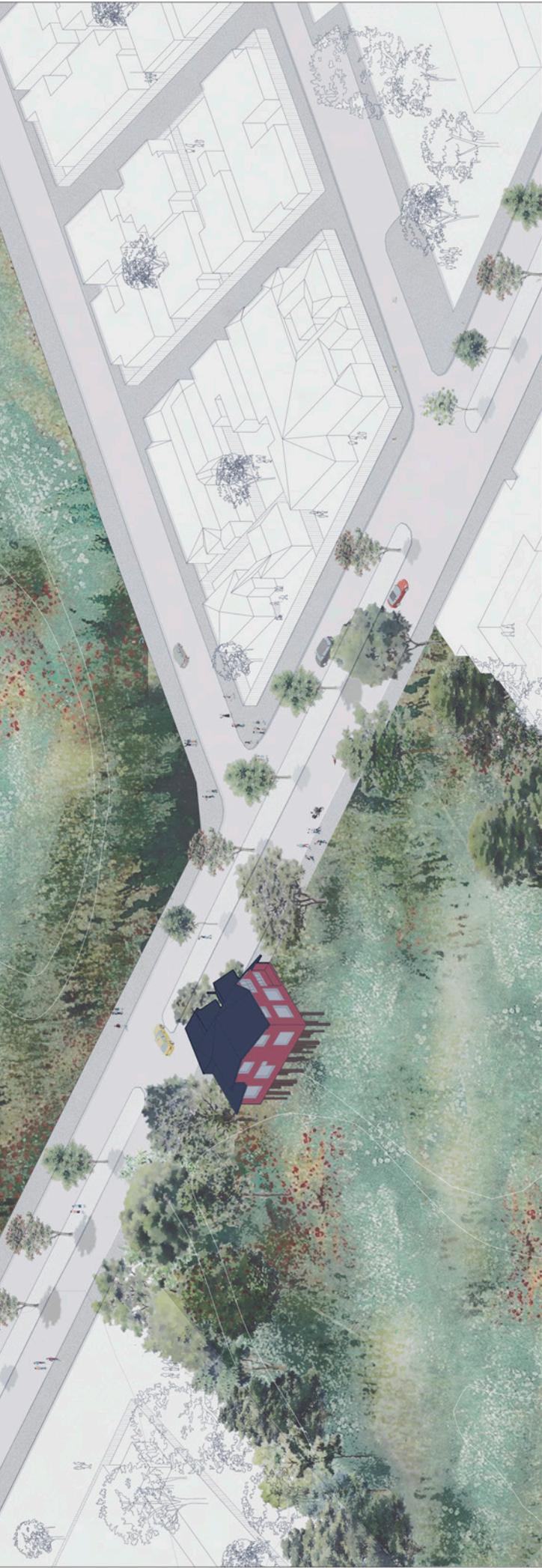
De los cinco humedales seleccionados, solo el humedal Kraemer no presenta en sus bordes esta clase de vivienda; El humedal El Bosque y el humedal Angachilla las conservan en sus orillas norte, el primero como viviendas unifamiliares bien fundadas, y el segundo más bien como tomas informales que fueron estableciéndose con el tiempo. En el caso del humedal Miraflores en el sector del Puerto Las Mulatas, al ser más rural, es posible identificar abundancia de estas construcciones, también porque es una manera de los pobladores de adaptar sus casas a los regímenes del agua que varían según estación; para el tramo del humedal en el campus de la Universidad Austral, no es tan evidente la existencia de edificaciones sobre pilotes porque la mayoría corresponden a inmuebles institucionales de la facultad de ingeniería, excepto por algunas casas en el borde de la calle Miraflores. (ver diagrama pág. 112-113)

La estética de Valdivia es comparable a muchas ciudades del sur de Chile que se han caracterizado por la forma en que se asentaron sus habitantes para adaptarse al territorio que ocupan, a través del sistema constructivo de pilotes como elementos de fundación, que se posa en terrenos rocosos, vegetales y a orillas del mar, y que le permite a la ciudad compartir el espacio con la naturaleza (Cerda, 2013). Por otro lado, este sistema funciona mucho mejor frente a sismos; según explicó el ingeniero civil estructural de la Pontificia Universidad Católica Rodrigo Mujica, en una entrevista para emol respecto al terremoto 7,6 grados Richter que azotó Chiloé en 2016, las construcciones en madera se comportan mucho mejor porque solicitan menos, al ser más livianas y flexibles. Además, considerando que los humedales funcionan como disipadores sísmicos, estas tipologías harían de la ciudad un organismo mucho más seguro y maleable, a diferencia de los rellenos, que tienden a comportarse muy mal por su falta de plasticidad o su humedad excesiva, trabajando como un gran zócalo edificado, más que como unidades independientes de edificios, provocando el anegamiento de todos los inmuebles.



Composición morfológica de la ciudad por los humedales | 1:1000

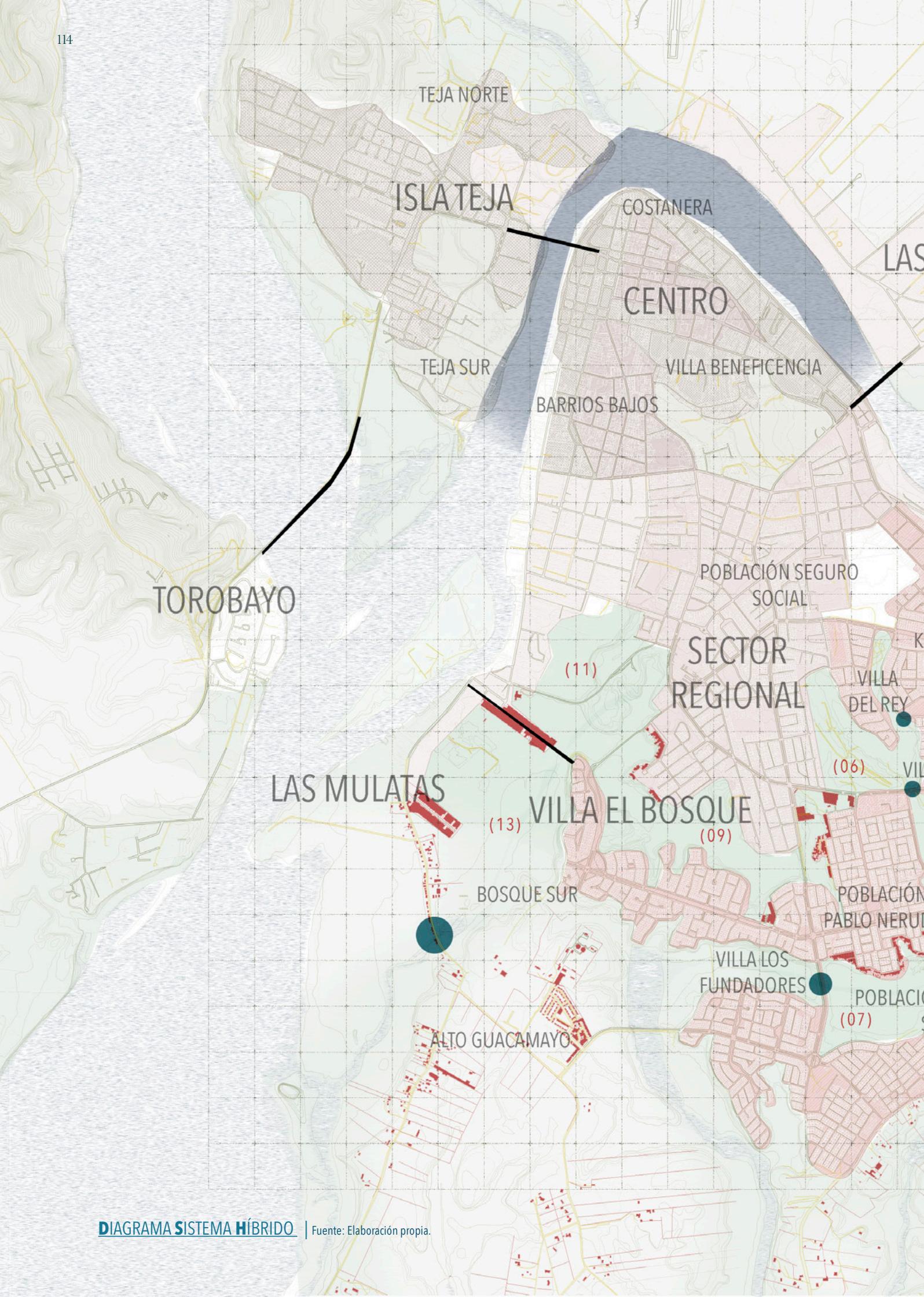




Emplazamiento de edificaciones sobresobre humedales | 1:200



Levantamiento tipología constructiva de edificaciones sobresobre pilotes | 1:50



Edificaciones sobre¹¹⁵
pilotes



Palafitos

Sistema antrópico



Puentes



Bocatomas

Humedales urbanos



(06) humedal Parque Krahmer



(07) humedal Angachilla



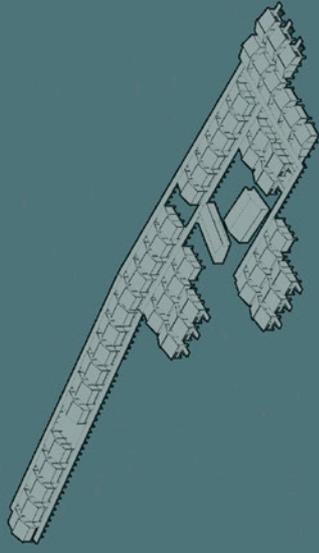
(09) humedal El Bosque



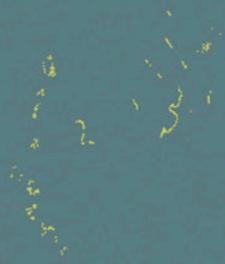
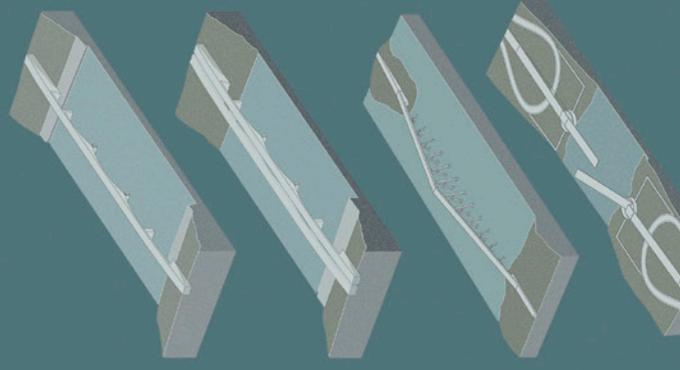
(11+13) humedal Miraflores
UACH y LAs Mulatas



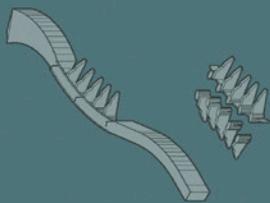
EDIFICACIÓN EN PALAFITOS



PUENTES Y
CANALIZACIÓN RÍO



BOCATOMAS



HUMEDALES URBANOS



humedal krahmer



humedal angachilla



humedal el bosque



humedal UAGH

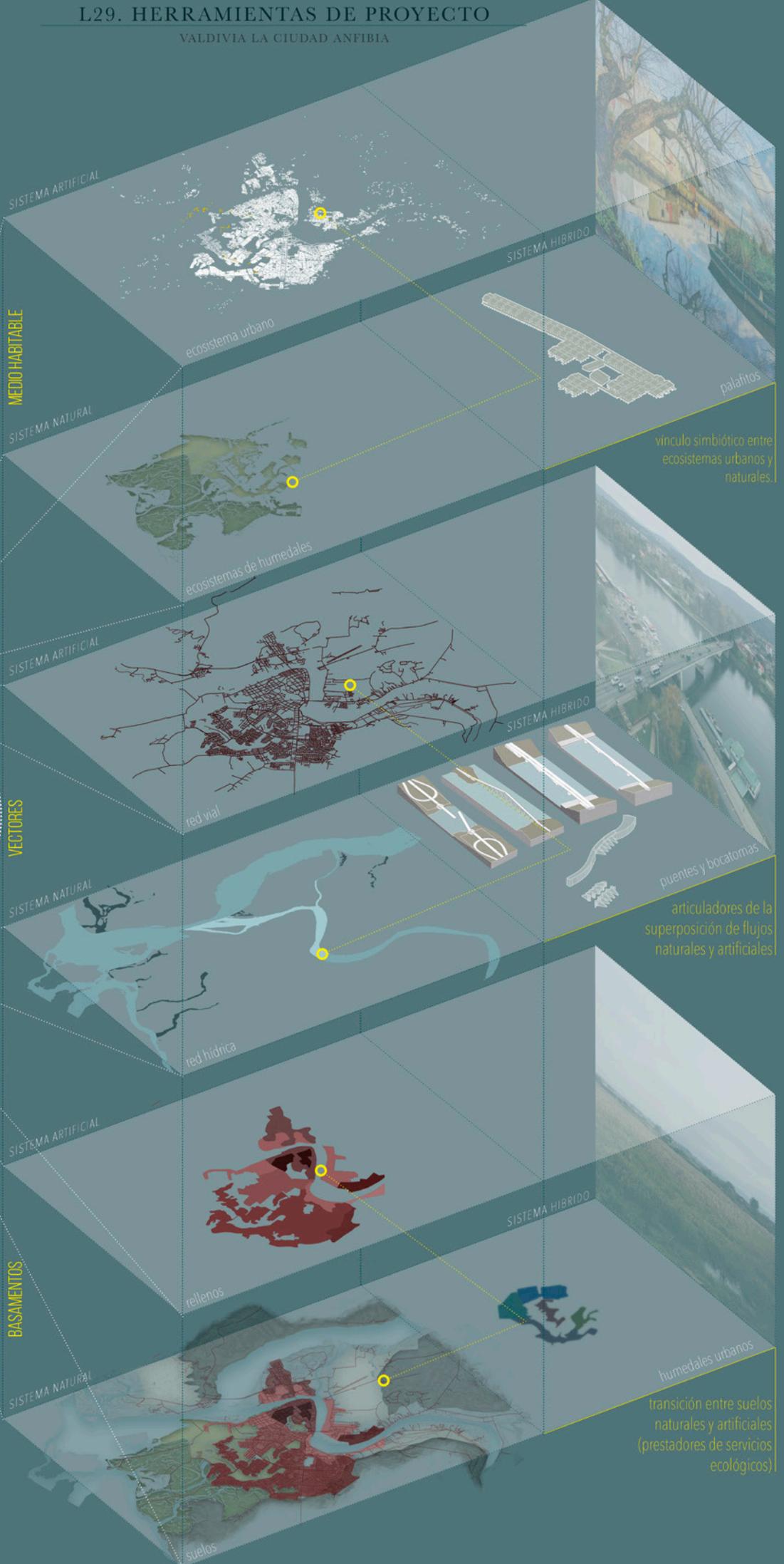
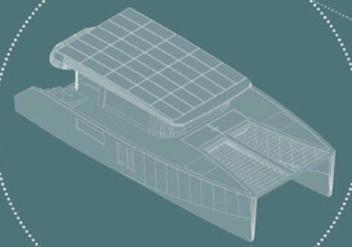


humedal miraflores

SISTEMA COMPLETO



TRANSPORTE FLUVIAL COMO UNIFICACIÓN DE LOS TRES SISTEMAS



V. HERRAMIENTAS DE PROYECTO

El levantamiento realizado para la definición y conceptualización de los diversos sistemas que interactúan en la configuración de la ciudad de Valdivia, no solo se presenta como una acumulación de conocimientos, sino que, además, se incorpora como base de las herramientas o estrategias de proyecto.

La propuesta no puede comenzar si no es por lo elemental, la abstracción del título de la investigación, “Ciudades Irrigadas”, y sobre la analogía de flujos que trae implícito. La aproximación entre flujos de personas y de líquidos, como es el agua, tiene que ver con la idea de la utilización de las infraestructuras naturales y la capacidad de movimiento de los cursos de agua, en el aprovechamiento de los desplazamientos humanos. El caso de Valdivia, que ha sido descrito como una ciudad anfibia, configurada por el enorme abastecimiento de ríos y humedales, no ha logrado explotar benéficamente sus capacidades hídricas y, más aún, no ha sido realmente capaz de integrarlas a sus estructuras urbanas.

La catalogación de los sistemas descritos anteriormente, específicamente del Sistema Híbrido, abre el espectro de posibilidades sobre los que la ciudad ya ha intervenido de alguna manera, y sirve para poder articular la coexistencia del medio construido y el natural, es decir entre la ciudad y sus recursos. En ese sentido, las problemáticas fundamentales que se rescatan del diagnóstico del sitio, hacen alusión a tres principios claves:

- _ Primero, la necesidad de **reconectar la red de los cinco humedales** caracterizados, no solo por su valor ecológico, sino que, además, por su rol en la mitigación de los efectos del cambio climático e inundaciones, poniéndolos en valor como piezas urbanas.
- _ Segundo, la importancia de la **reestructuración de la red de transporte público** por la ineficiencia actual de tiempos de viaje y vulnerabilidad de infraestructuras.
- _ Tercero, la búsqueda de una **solución a la falta de terreno edificable**.

De esta manera, estas temáticas serán abordadas en el diseño proyectual desde tres escalas de aproximación, que guardan relación con las tres clasificaciones de referentes expuesta en el marco proyectual: Una macro escala territorial, que se enmarque en la conexión de Niebla, Valdivia y Corral, y en la relación del trazado de las ciudades con el agua; una meso escala, de planificación de nuevas sub-centralidades urbanas y de nuevos procesos de densificación; y una micro escala que aborde el diseño de los espacios urbanos de articulación con los sistemas naturales. Todas estas operaciones recogen como instrumentos los componentes del Sistema Híbrido (fig. 86) como estructuras rescatables dentro de la organización antrópica de la ciudad, y serán definidos para, posteriormente, ser evaluados según los beneficios sociales, económicos y ecológicos del proyecto.

_ **Humedales urbanos:** Mecanismos de regulación hídrica y prestadores de servicios ecológicos a la ciudad (liberación espacial, conexión, reducción de contaminación, limpieza de agua)

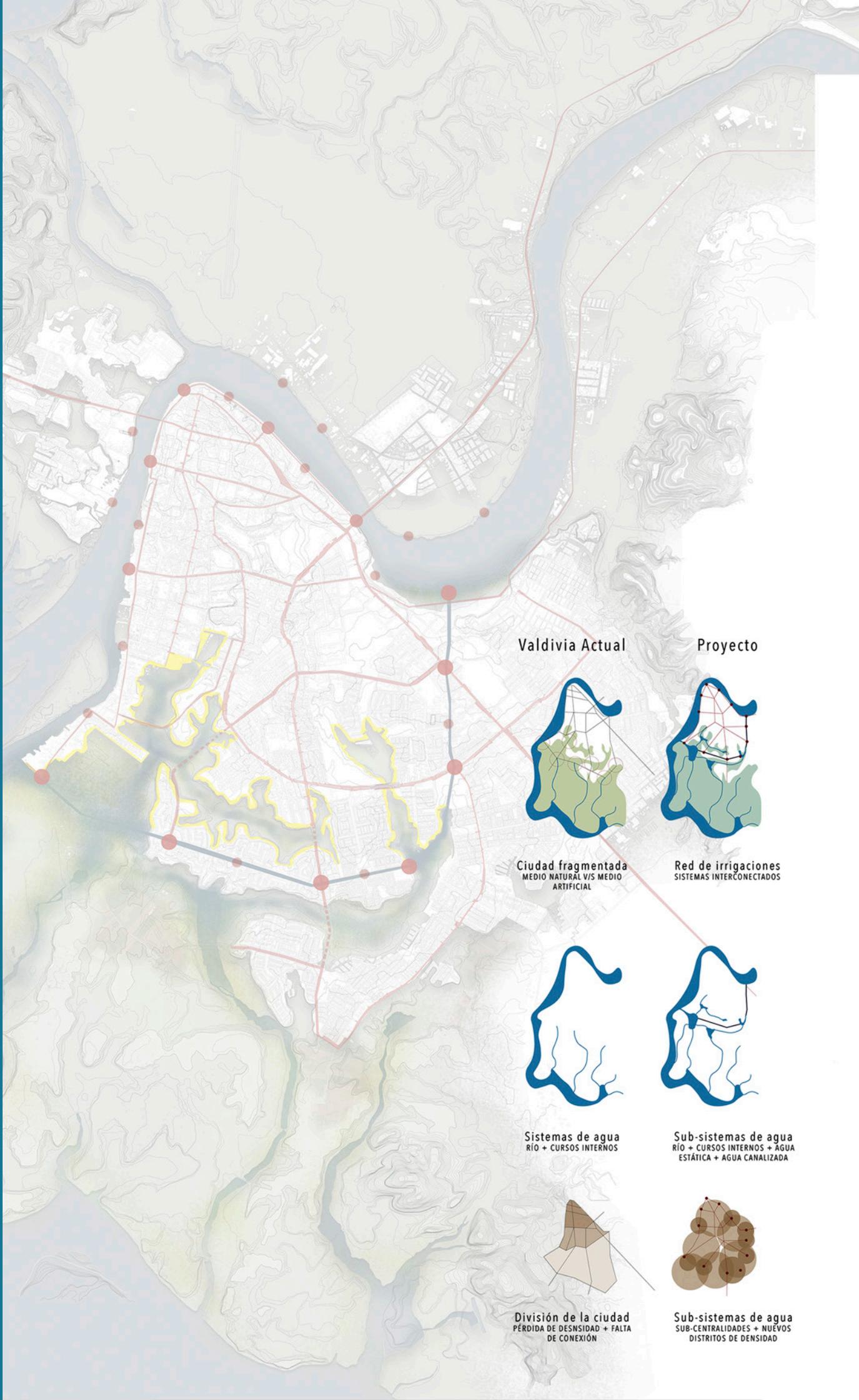
_ **Puentes:** Extensiones de la trama urbana que conectan desplazamientos, al mismo tiempo que permiten mantener el flujo natural del agua.

_ **Bocatomas:** Mecanismos de reconversión de infraestructuras urbanas existentes para permitir el traspaso del agua.

_ **Construcciones sobre pilotes:** Nueva forma de expansión de la ciudad sobre ecosistemas naturales sin alterar su funcionamiento.

_ **Sistema de transporte fluvial:** Nuevo plan de movilidad público para la conexión de los distintos poblados, que aproveche las infraestructuras hídricas existentes.

figura 87.
Principales
estrategias de la
Macro escala:
El Territorio
Fuente:
Elaboración
Propia.



i . MACRO ESCALA

Tejido intercomunal

En base a los antecedentes presentados y el análisis realizado sobre las problemáticas de la ciudad, el proyecto, en su escala territorial tiene dos premisas claves: Conectar los poblados aislados por la vialidad crítica - Niebla y Corral -, a través del sistema de transporte fluvial de pasajeros como un plan público de movilidad eficiente y sostenible, que utiliza como infraestructura la misma cuenca del río, haciendo innecesaria la construcción de nuevas obras viales y, al mismo tiempo, se ponen en valor los ecosistemas hídricos como estructuras urbanas.

Estas embarcaciones, como ya fueron descritas, funcionan en base a energía híbrida, son catamaranes de una eslora máxima de 12 metros, y una manga de 4,80 metros. Su motorización es de 2x250HP (jet); la principal potencialidad de estas flotas, es que están hechas de una sola pieza de fibra de vidrio, por lo que su diseño es moderno y funcional, con gran velocidad, maniobrabilidad y estabilidad, requerida para la comodidad de los casi 30 pasajeros que transporta, además de ser más liviana para producir menos oleaje (fig.83). Según las características de las máquinas, las estaciones intercomunales están planteadas a una distancia relativamente regular de 500 metros, para que la reducción de los tiempos de viaje sea efectiva, (3 minutos entre estación) como una tipología de metro acuático, un sistema formalizado donde las estaciones se anclan en la conformación de un borde fluvial sólido y activo. La idea de la conexión de las tres comunas a través del agua, no solo tiene que ver con la eficiente utilización de los recursos, sino que también con un retorno a prácticas propias de la zona que, ciertamente, la convertirían en un objeto único.

En cuanto a la incorporación de este plan de transporte a la misma Valdivia, la idea es enlazar esta nueva forma de movilidad a las dinámicas internas de la ciudad, intentando reducir los tiempos de viaje y el aumento ostensivo de la tasa de motorización de los últimos tiempos. De esta manera, la apertura de un canal, como eje configurador de la traza urbana, permitirá generar una circunvalación de transporte acuático que cubra radialmente la ciudad en alrededor de 12 kilómetros perimetrales, complementados con un sistema interno de irrigación de flujos, donde las estaciones fluviales tienen el papel de cubrir el intercambio modal, ya sea con la red de buses, con la red de ciclovías o con transporte motorizado privado. Por otro lado, se plantea que la recuperación de los cinco humedales urbanos seleccionados, a través de su conexión con el nuevo canal que ingresa agua del río a la ciudad, y que se configura como una extensión de los humedales al interior del trazado, puede ser aprovechada para el transporte particular de pasajeros por agua, como la nueva modalidad de movilización de la ciudad que reemplaza el automóvil. El canal se proyecta principalmente como un corredor de movilidad pública segregada, debido a que la red ecosistémica de humedales no es capaz de recibir la velocidad (30-40 km/h) a la que se mueven los catamaranes, y su ciclo vegetal y animal se vería afectado por el oleaje, el ruido y las infraestructuras; sin embargo, sí es capaz de recibir el flujo de embarcaciones menores como lanchas particulares y/o kayaks, como una infraestructura abierta para el transporte acuático. (fig.87-88)

Canal Oudezijds Voorburgwal (Barrio Rojo - Ámsterdam)

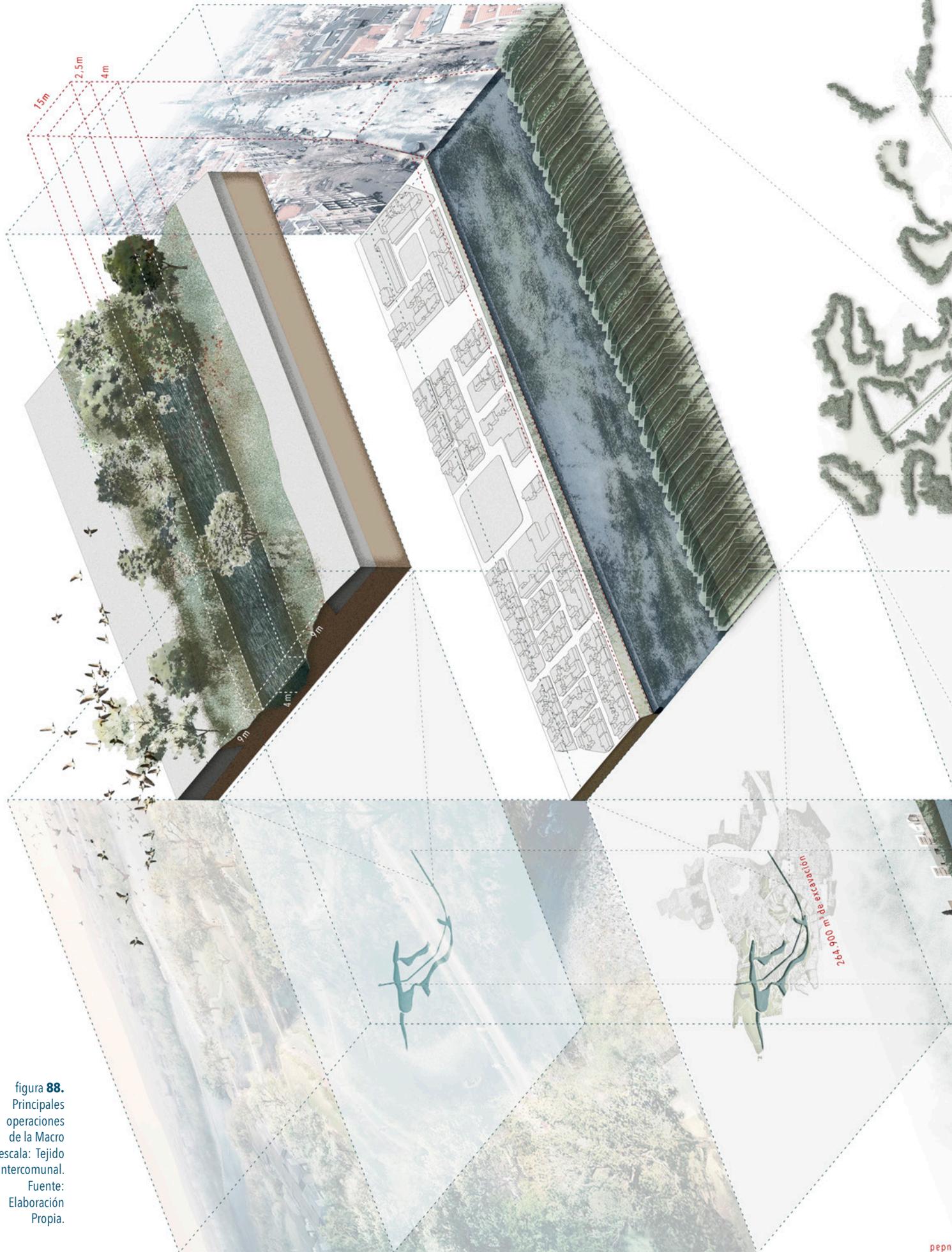
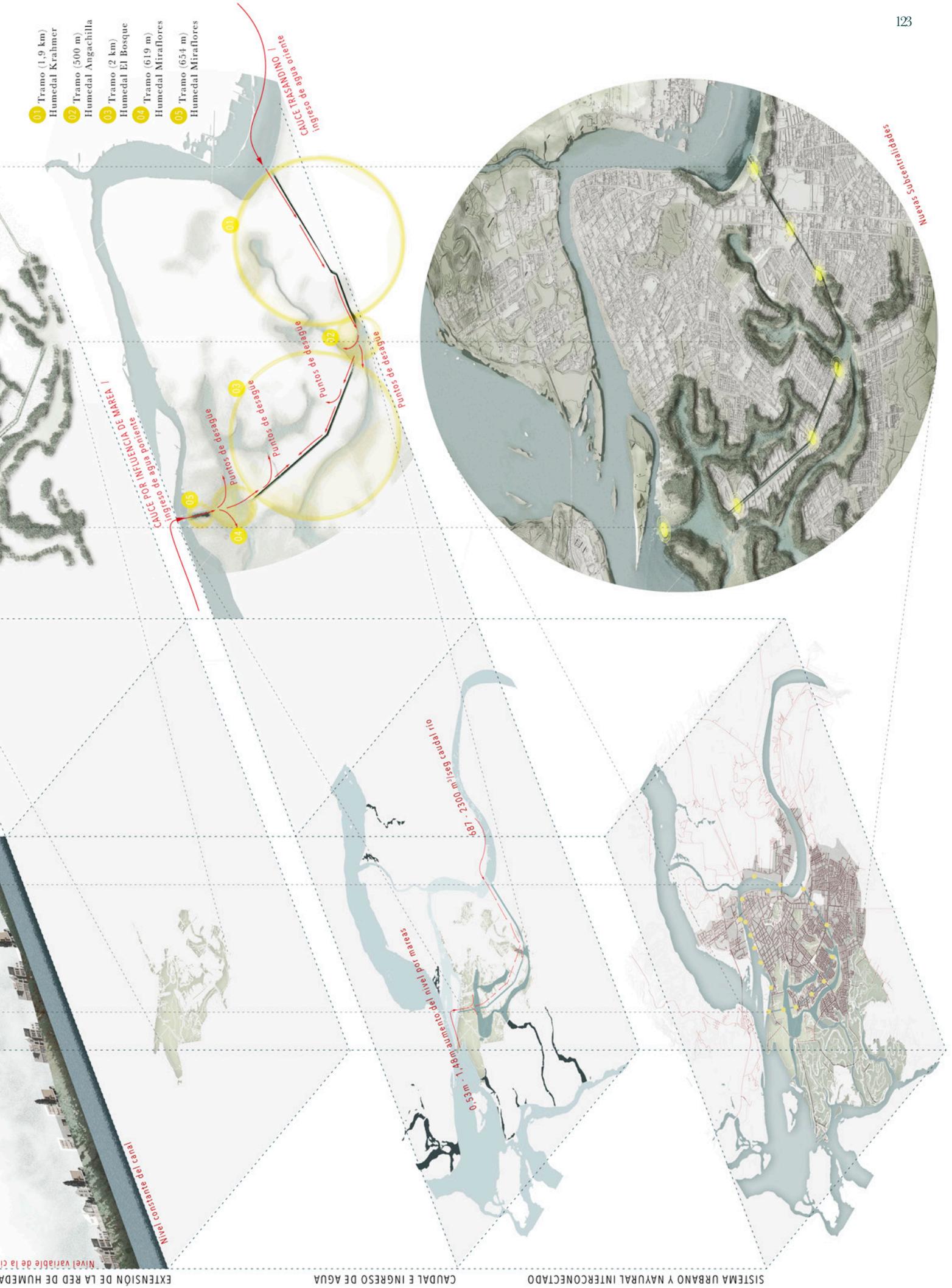


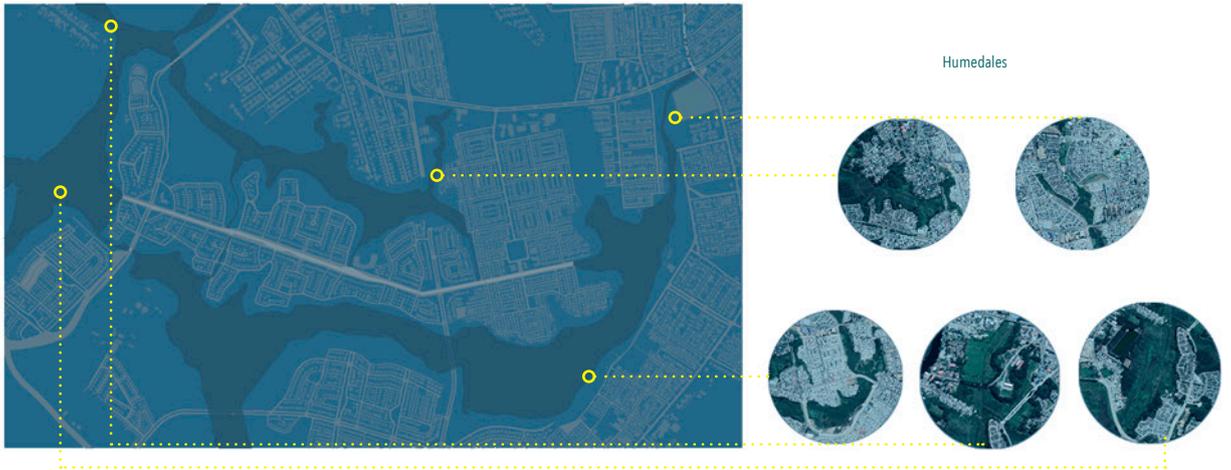
figura 88.
Principales
operaciones
de la Macro
escala: Tejido
intercomunal.
Fuente:
Elaboración
Propia.



- 01 Tramo (1.9 km)
Humedal Krahrmer
- 02 Tramo (500 m)
Humedal Angachilla
- 03 Tramo (2 km)
Humedal El Bosque
- 04 Tramo (619 m)
Humedal Miraflores
- 05 Tramo (654 m)
Humedal Miraflores

figura 89.
Principales
estrategias de
densificación y
articulación de
sistemas:
La Pieza urbana.
Fuente:
Elaboración
Propia.

01. Reconectar los 5 humedales urbanos



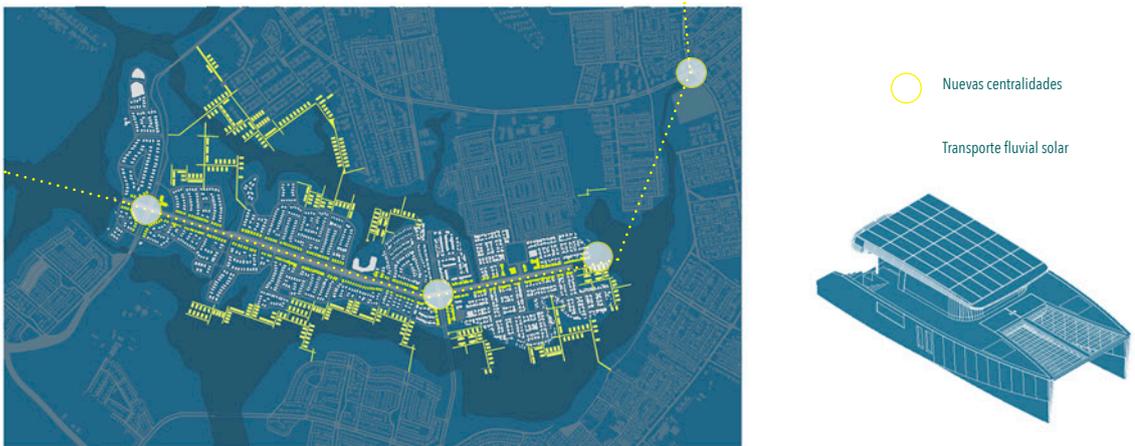
02. Habilitar las infraestructuras artificiales para el ingreso del agua



03. Densificación sobre los humedales rehabilitados



04. Sistema de transporte como factor de re conversión urbana



ii. M E S O E S C A L A

Tejido urbano

Todo este plan, está promovido además por un objetivo ecológico, el reingreso del agua a la ciudad no solo permitirá irrigar el espacio urbano de flujos humanos, sino que también posibilitaría la rehidratación de los ecosistemas humedales que se encuentran impermeabilizados o fraccionados por los mismos ejes viales existentes. La escala intermedia de intervención, se enfoca en el canal y en los cinco humedales como piezas urbanas, y en sus efectos dentro de las actividades de la ciudad, principalmente, en los procesos de densificación.

Una de las principales problemáticas de Valdivia es su sectorización, existe una excesiva monofuncionalidad en su organización, y es precisa la planificación de zonas con mixtura de usos. Frente a estas ambigüedades, aparecen dos cuestiones importantes, por un lado, la necesaria reconversión de las estructuras urbanas asociadas a la construcción del canal y sus estaciones, que van a considerar un amplio flujo de personas, donde las mismas estaciones se establecen en puntos considerados dentro de los planes de desarrollo de la comuna, como potenciales sub-centralidades. Pero, por otro lado, se genera la pregunta ¿Cómo se expande y densifica la ciudad al no haber terreno edificable? Y es aquí donde se retoman los mecanismos de construcciones sobre pilotes; el método constructivo de los palafitos es principalmente en madera, material predominante en la región, y su cimentación se realiza sobre “pollos” de hormigón, es decir, fundaciones puntuales; los humedales urbanos en este contexto, sirven como porciones de terreno habitables, en el sentido en el que contienen biodiversidad biológica, pero también, se configuran como el soporte para una expansión ligera y tectónica de la ciudad, una estructura que se extienda como muelles lineales por sobre el área ecosistémica del humedal, que permita hacer convivir dos hábitats, el humano y el natural. En este sentido, la habitabilidad urbana de los humedales, no solo queda reducida a recibir la fundación de esta nueva agrupación de palafitos, sino que además se erige una relación simbiótica entre construcciones y humedal, éstos pueden servir de generadores energéticos para las edificaciones, a través de la limpieza de las aguas grises, mientras son nutridos por la evacuación de las aguas, además de ser amortiguadores sísmicos.

La sutil urbanización de los humedales sirve también para darles un valor, una actividad más que como el patio trasero de la ciudad, a través del establecimiento de un sentido de pertenencia por parte de los habitantes, que impulse el cuidado del humedal, no como un patrimonio intocable, sino que como parte de su cotidianeidad. Para de esta manera, poder reconfigurar el margen de los humedales como un completo paseo de borde que sirva de amortiguación vegetal y de articulación urbana. (fig.89-90-91)

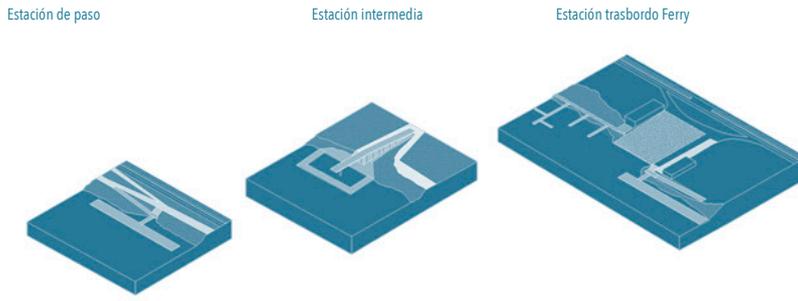
figura 90.
Imagen objetivo
densificación
nuevo canal.
Fuente:
Elaboración
Propia.



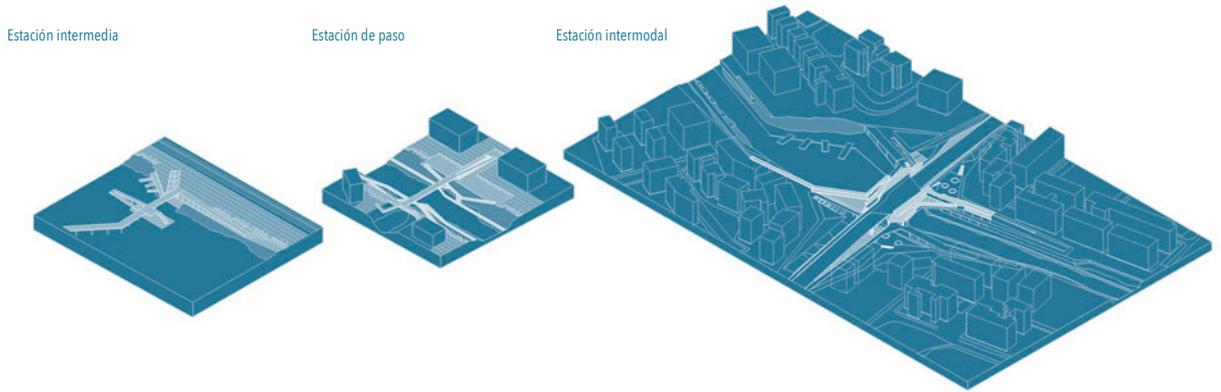
figura 91.
Imagen objetivo
densificación en
humedales.
Fuente:
Elaboración
Propia.



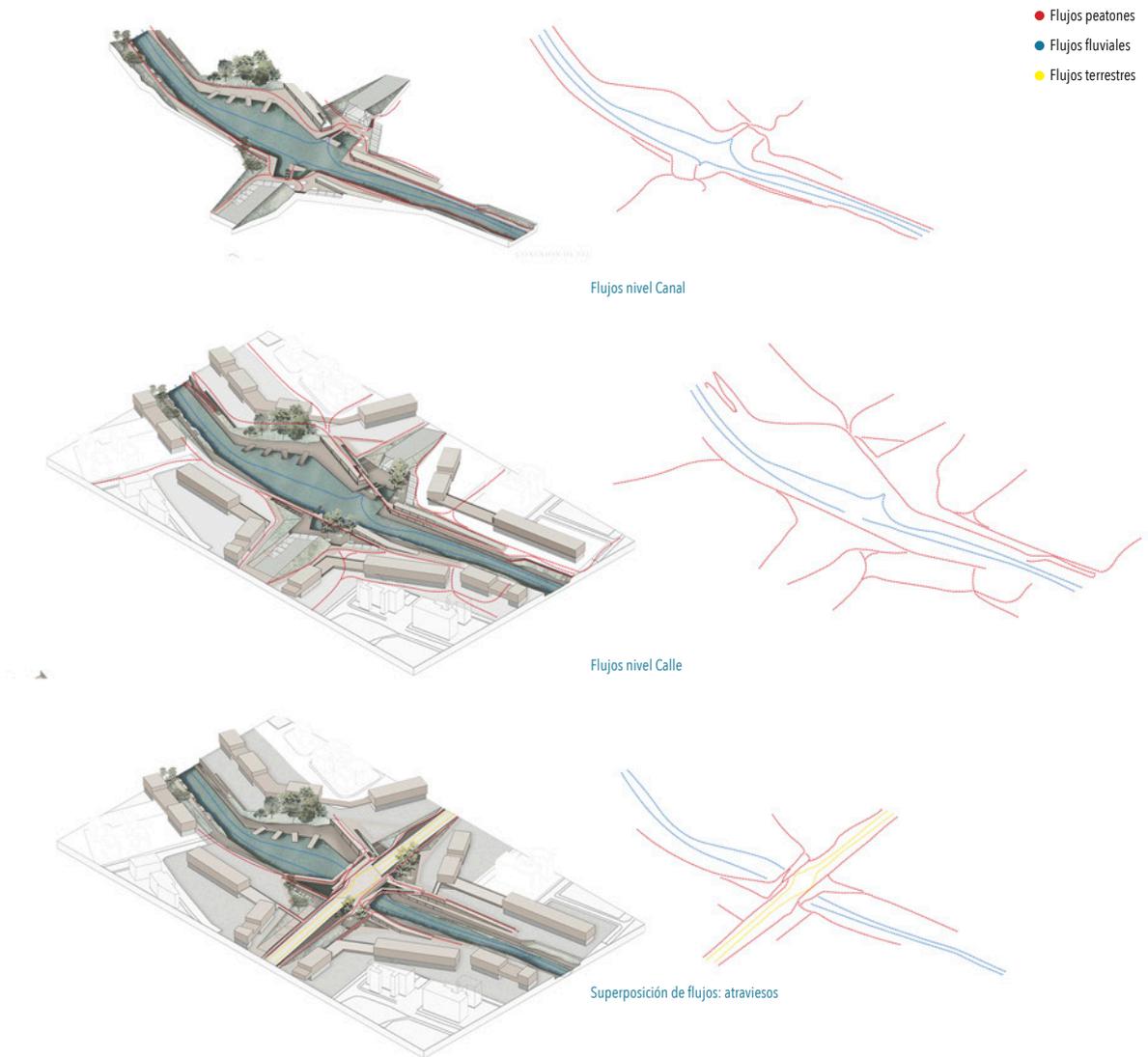
figura 92.
Tipologías de Estaciones y materialización de flujos.
Fuente: Elaboración Propia.



Tipologías de estaciones intercomunales



Tipologías de estaciones urbanas



Estación Intermodal Tipo

iii. **MICRO ESCALA** *Tejido del espacio público*

La **escala puntual**, viene vinculada a la construcción misma del canal y la superposición de flujos, sus efectos, oportunidades e implicancias. El ingreso de agua al canal, o su alimentación, será mediante la continuidad de las corrientes naturales del cauce de los ríos, al poniente el río Valdivia con la influencia de las mareas, y por el poniente el Calle Calle con el flujo de la red transandina; por ende, al tener cauce en ambos sentidos, el canal siempre tendrá abastecimiento de agua. La articulación del canal al interior de la ciudad, será regulada por dos programas específicos; en la zona poniente, se plantea un Centro deportivo de Remo que potencie una práctica tradicional de los habitantes del poblado, que no tiene lugar específico pero que está proyectado para ser localizado sobre la superficie de un humedal hacia el norte, en la isla teja. En el sector oriente, la estación se ancla al proyecto para el nuevo Centro Cívico de la Región de los Ríos, una enorme construcción de gran importancia para el sur de Chile. Por otro lado, todas las estaciones internas denominadas como sub-centralidades, tendrán el rol de cubrir programas de los que carece la ciudad, atrayendo así, el flujo de personas.

En cuanto al diseño de las estaciones, las reglas formales vienen asociadas a la materialización de los flujos. Se consideran tres tipologías de estación: Las estaciones intermodales, que son precisamente las que alojan los programas y que se encargan de hacer efectivo el cambio modal, desde el transporte fluvial de embarcaciones, al terrestre de buses, mediante puentes que permiten el atraveso de automóviles y peatones, revirtiendo la división física que el nuevo canal configura sobre la ciudad. Luego, están las estaciones intermedias, que están asociadas solo a cruces peatonales del canal, pero que también se vinculan a programas de servicios; y, por último, están las estaciones de paso, éstas se encuentran en puntos intermedios del recorrido entre estaciones, y están inscritas a programas circundantes del contexto urbano, son paradas eventuales en horas de alto tráfico.

Parte de la estética que determina las estaciones y el borde del canal, continúa con la lógica de lo tectónico – elementos livianos - y lo estereotómico – rellenos artificiales -, estratificándose en distintos niveles. Por una parte, aparece un zócalo programático que es el vínculo con la ciudad edificada, por otra, se conforma el borde natural del nuevo canal y, finalmente, los atravesos, como la continuidad del espacio público.

Este canal no solo se configuraría como un artefacto que posibilita un transporte eficiente y ecológico, sino que transforma la posición de los humedales respecto de la ciudad, hace evidente su presencia como un nuevo frente, transformando nuevamente a Valdivia en una isla compacta rodeada por una circunvalación hídrica. (fig.92-93)

figura 93.
Imagen objetivo
aproximación
Estación
intermodal.



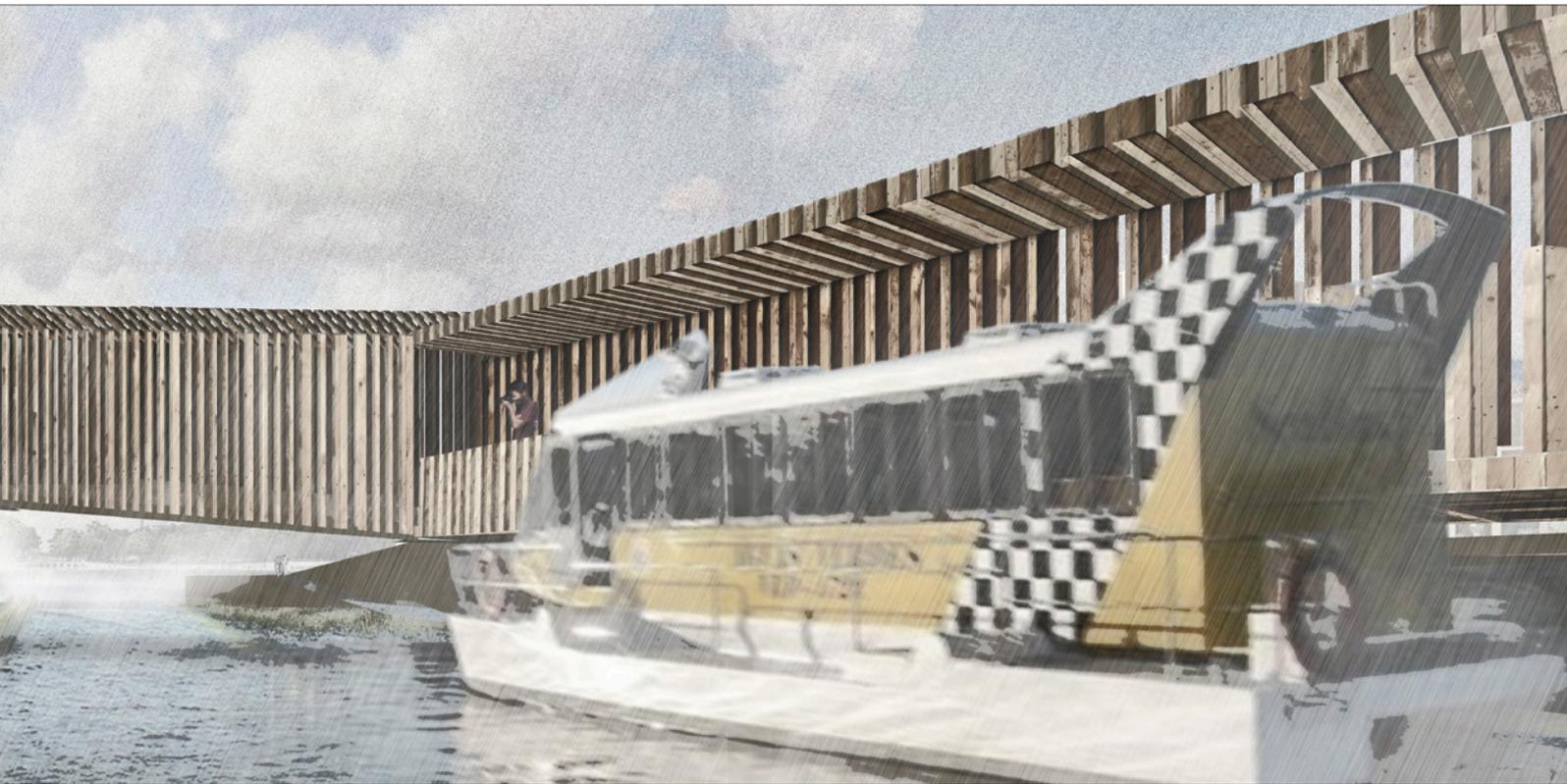


tabla 03.
Tiempos de viaje
en Transporte
público actual
entre zonas
seleccionadas.
Fuente: EOD
2013.

ZONAS	3	4	5	8	10	11	14	17	18	21	27	30	34	35	36	38	40	41	42	43	44	64
3	30	20	16	30	23		15	36	60	41		40	30	15		15	15		28	33	23	36
4	23		11				30				24		30	28					30	48		
5	16	22	20	26	21	16	18	30	19	26	25		28	27		30		17	21	27	32	29
8	18		21		15	13	20	25	22	36	48		25	30			14	45	33	30	23	49
10	22		15	25			20			10	30		20			15	10		30	23	20	26
11	15		11	10		20					13		24	37				20	27			28
14			18	22	25			15	15	28	20		45	18		18		17		35		
17	34		31	23				50		28												
18	60		13	28							49	20			20						40	
21	30		22	25	24		53	25	31		19	6	38			23		17	15		21	
27		28	22	25	30		15	18		15	16	10	10	31			20	14	28		29	
30	25		20	20					20		20				90			20	30	30		
34	30	20	26			25	90			37	25			15		15		45	37			
35	20	25	21	26		33	30			47			14		10	15	17	18		28		
36									30			60								48		
38	15		50		25					21				25				5		32	20	
40	15		10	15	10					17	17			35					26			33
41	23	28	32			35		30	20	13	15			23		5	6		27	36		
42	30		16	21	20			15		20	30	50					35		20	23		21
43	37	46	26	27	18	30	23		20	24	25	22	30	30	25	33	29	32	21	26	30	38
44			22	25												15		25		30		
64	43		23	45	26	19					45								14			

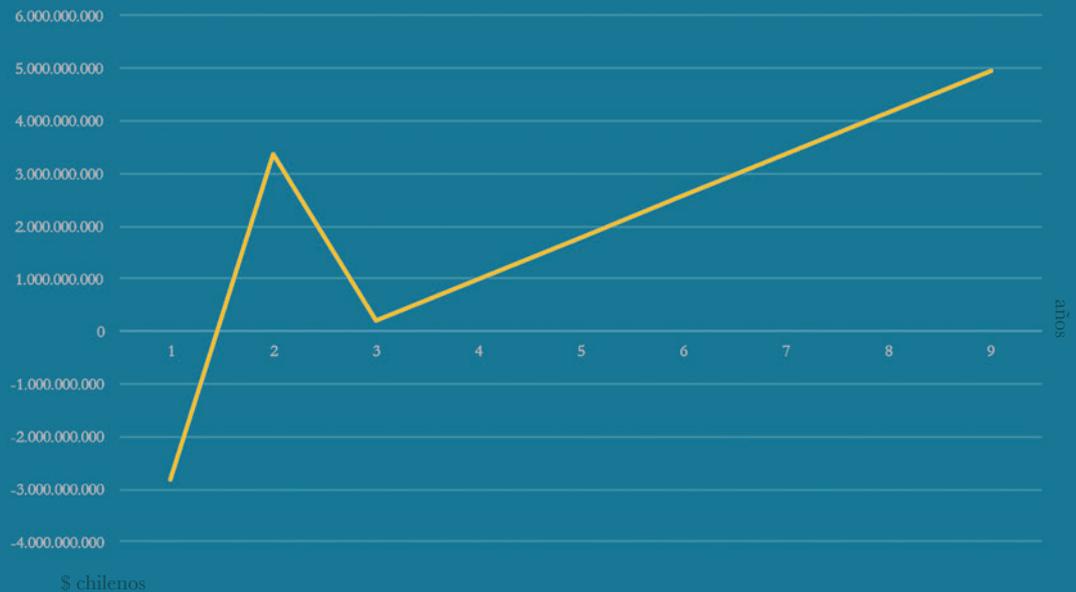
Tiempo
promedio:
26 min.

tabla 04.
Tiempos de viaje
en Transporte
fluvial entre zonas
seleccionadas.
Fuente:
Elaboración
Propia.

ZONAS	3	4	5	8	10	11	14	17	18	21	27	30	34	35	36	38	40	41	42	43	44	64
3		35	3	6	12	12	15	21	18	21	18	18	9	21	3	3	6	15	27	21	27	27
4	9		6	9	21	12	15	27	15	24	21	24	21	24	6	12	18	30	18	24	18	35
5	3	6		3	18	6	9	27	15	27	24	21		24	9	6	12	20	21	27	21	24
8	6	9	3		21	3	6	27	9	24	27	24	18	24	9	6	15	20	15	24	15	21
10	12	21	18	21		24	27	9	24	9	6	3	3	8	9	12	6	3	15	12	15	12
11	12	12	6	3	24		3	6	6	24	27	27	21	30	15	12	18	25	15	21	15	18
14	15	15	9	6	27	3		21	3	21	24	27	24	30	18	15	21	27	12	21	12	15
17	21	27	27	27	9	24	21		15	3	3	6	12	12	18	21	15	20	9	3	9	6
18	18	15	15	9	24	6	3	15		15	18	21	24	24	24	21	27	24	9	9	9	12
21	21	24	27	24	9	24	21	3	15		3	6	9	12	18	21	12	18	9	3	9	6
27	18	21	24	27	6	27	24	3	18	3		3	6	9	15	18	12	18	12	3	12	9
30	18	27	21	24	3	27	27	6	21	6	3		6	6	12	15	9	15	15	9	15	12
34	9	27		18	3	21	24	12	24	9	6	6		9	6	12	3	9	24	12	24	21
35	21	24	24	24	8	30	30	12	24	12	9	6	9		18	21	15	20	21	15	21	18
36	3	27	9	9	9	15	18	18	24	18	15	12	6	18		3	3	9	27	15	27	21
38	3	27	6	6	12	12	15	21	21	21	18	15	12	21	3		6	12	27	21	27	27
40	6	27	12	15	6	18	21	15	27	12	12	9	3	15	3	6		3	21	15	21	18
41	15	27	20	20	3	25	27	20	24	18	18	15	9	20	9	12	3		15	9	15	12
42	27	27	21	15	15	15	12	9	9	9	12	15	24	21	27	27	21	15		6		3
43	21	27	27	24	12	21	21	3	9	3	3	9	12	15	15	21	15	9	6		6	3
44	27	27	21	15	15	15	12	9	9	9	12	15	24	21	27	27	21	15		6		3
64	27	35	24	21	12	18	15	6	12	6	9	12	21	18	21	27	18	12	3	3	3	

Tiempo
promedio:
15 min.

gráfico 01.
Rentabilidad
del proyecto:
Inversión v/s
beneficios.
Fuente:
Elaboración
Propia.



iv. BENEFICIOS

Tiempos de viaje y ecología

La evaluación social del proyecto tiene relación con los beneficios, tanto sociales como ecológicos, que logren ser justificados, a grandes rasgos, en contraste a la inversión requerida para la construcción de la nueva infraestructura de transporte. En cuanto a las virtudes del proyecto frente a la reducción de los tiempos de viaje y la recuperación del patrimonio natural, existen particularmente dos aproximaciones tangibles a las que hacer alusión, la primera es el valor social del tiempo, y la segunda la capacidad de absorción de carbono, medible en el valor de los bonos de carbono -disminución de la contaminación –.

TRANSPORTE: El estudio comparativo que se va a mostrar a continuación (tablas 03 y 04), analiza la diferencia de los tiempos de viaje entre el transporte público actual de buses y el nuevo sistema de metro fluvial en las principales zonas que se verían influenciadas por el proyecto, con un cálculo estimado de los tiempos de viaje entre estación (incluyendo parada de pasajeros) según velocidades de las embarcaciones. Como se muestra en las tablas, alrededor del 97% de los viajes en catamarán suponen un ahorro en los tiempos de viaje entre zonas con un promedio de 15 minutos, mientras que solo el 3% es igual o mayor que la tardanza en buses con un promedio de 26 minutos. Para hacer la traducción de estas cifras a un valor monetario, es necesario calcular la cantidad de viajes que se realizan en transporte público al día, éstos corresponden al 29% de los viajes diarios – que son 561.830 –, equivalentes a 162.930 viajes, al hacer el cálculo del delta de tiempo entre ambos modos, por la cantidad de viajes diarios y el valor social de tiempo en Chile - \$1.606 (Ministerio del Desarrollo Social) - se obtiene un ahorro de \$47.099.804 al día, y considerando los aproximadamente 247 días laborales del año, el ahorro total en tiempos de viaje sería de \$1.163.365.159 /año; y si se estima un cambio modal del 20% de vehículos motorizados a transporte acuático en el primer año, el beneficio sería de \$1.524.406.084.

$$\text{Beneficios} = \frac{162.930 \text{ viajes}}{\text{tiempo en horas}} (0,43-0,23) \frac{(1.606)}{\$} = \$47.099.804 (247) = 1.163.365.159 \text{ \$}$$

MEDIOAMBIENTE: Para el cálculo de la rentabilidad del proyecto, es importante considerar la bonificación por tonelada de carbono que significa la recuperación de las 225 hectáreas de humedales urbanos. Cada bono de carbono, según el Banco Mundial, está estimado para el año 2020 en un precio entre US\$40 y US\$80 por tonelada de carbono acumulada; si se toma en cuenta que, por hectárea, cada humedal es capaz de retener más de 200 toneladas/año de CO₂, el valor aproximado de los bonos equivaldría a US\$2.700.000 - \$1.830.400.000 pesos chilenos – contribuyendo, además, a la defensa contra el calentamiento global.

$$\text{Bonos} = \frac{(200)}{\text{ton/año CO}_2} \frac{(225)}{\text{ha}} \frac{(60)}{\text{US\$}} = 2.700.000 \text{ US\$} = 1.830.400.000 \text{ \$ pesos chilenos}$$

COSTOS: Ahora bien, considerando los costos de inversión, se tomaron como referencia las obras realizadas en las excavaciones del parque Zanjón de la Aguada, donde el m³ tenía un valor de \$3.046, considerando el largo total de los tramos de canal y su profundidad y anchos medios, se necesitan 264.900 m³ de extracción, que significan \$800.885.400 pesos chilenos. Esto, sumado a la construcción misma de las estaciones, que se calcularon según los costos de construcción de los nuevos puentes proyectados para Valdivia, se sumarían cerca de 2 mil millones de pesos solo en obras de transporte. Según el precio especulativo del proyecto - \$2.800.885.400 pesos chilenos– para conocer la efectividad del gasto, es preciso calcular el Valor Actual Neto (VAN), que compara los costos de inversión con los beneficios – que suman un total de \$3.354.806.084–, por la tasa social de descuento, dando un valor positivo de \$364.026.000/año, estimándose un retorno de la inversión total a los 8 años de implementación, que sustenta, en alguna medida, la rentabilidad de aplicación del proyecto (gráfico 01).

$$\text{VAN} = \frac{-(2.800.885.400)}{\text{costo \$ pesos chilenos}} + \frac{(3.354.806.084)^1}{(1,06)^1} = 364.026.000 \text{ retorno en \$ pesos chilenos}$$

tasa social de descuento

CIUDADES

HISTORIA

SOCIEDAD

POLÍTICA

IDENTIDAD CRÍTICA

¿qué las determina?

NORTE

- _ Escasez de agua
- _ Humedales dunarios
- _ Salares
- _ Vegetación xerófila

CENTRO

- _ Mal manejo del agua
- _ Humedales de agua dulce y salada
- _ Vegetación esclerófila

SUR

- _ Exceso de agua
- _ Gran diversidad de humedales
- _ Vegetación hidrófila

EXTREMO SUR

- _ Glaciares
- _ Bofedales
- _ Estepa patagónica
- _ Ecosistema marino

PAÍS ANFIBIO

CHILE

- _ 4300 km de longitud
- _ 1.252 ríos
- _ Extensión marítima equivalente a 2,4 millones de km²

VALDIVIA

enclave acuático

INFRAESTRUCTURAS NATURALES



VI. CONCLUSIONES

La identidad crítica de una ciudad es el resultado del diseño que la sociedad impone sobre el paisaje; el análisis del desarrollo de la ciudad de Valdivia y su acomodo a los cursos y expresiones del agua, permite develar las estructuras subyacentes que la componen, estructuras que sustentan la impronta del medio natural en las prácticas urbana, un nuevo modelo urbano para la ciudad a la manera de los regímenes de la naturaleza funciona como un campo de articulación entre lo biofísico y lo antrópico, se co-constituyen, reafirmando dialécticamente su unidad (fig.94).

De esta manera, se ha establecido un diálogo concreto entre la investigación y el planteamiento del proyecto, no como elementos congénitos, si no que recíprocos, en el sentido en el que sirven de fundamentación mutua. El desarrollo del documento se estructuró de tal manera que pudiera hacerse evidente el entendimiento de cada sistema, desde su conceptualización en el marco teórico, su ilustración en referentes, hasta su levantamiento en el caso de estudio. Tal como se planteó en los objetivos, el análisis evolutivo de la ciudad, el diagnóstico de sus problemáticas y la posterior catalogación de los componentes de sus sistemas natural, artificial e híbrido, sirvió, de alguna manera, para dar respuesta a las preguntas y validez a la hipótesis a través de la realización de las estrategias proyectuales, planteándose como algunas de las posibilidades que el diseño urbano tiene para reconvertir y adaptar la estructura de las ciudades en función de su coexistencia con la naturaleza; al mismo tiempo, que la investigación fue la base de estas decisiones de proyecto, el levantamiento de información fue categórico para dar soluciones y plasmar una identidad.

En ese sentido, y retomando la idea anterior, se puede concluir que la transformación de un sistema de transporte y sus infraestructuras, sí determina la manera en la que se constituye una ciudad y cómo las personas se desenvuelven en ella; el transporte acuático de esa forma, no solo se sustenta en infraestructuras naturales que distribuyen flujos, si no que transforma las dinámicas habituales de una ciudad terrestre, sus vectores ya no son la vialidad, si no que los ejes naturales, y su suelo no es necesariamente asfalto, si no que humedales, se reconstruye una relación simbiótica pretérita entre lo natural y lo artificial.

Si bien el contexto en el que se desarrolla el diseño del proyecto, tiene lugar en una ciudad específica y bajo leyes formales definidas por las características de la misma Valdivia, no son solo las oportunidades de reconversión eficiente y resiliente de las estructuras urbanas las que se elaboran en su discurso, contiene una retórica que va mucho más allá, dirigida al cuestionamiento de las formas de planificación de las ciudades en general, como ecosistemas complejos en el que no solo interactúan agentes antrópicos, sino que también naturales, y es precisamente esta falta de visión la que ha transformado a las ciudades en objetos propiamente vulnerables.

Valdivia es un ejemplo de malas prácticas urbanas, pero no su único exponente, Chile se acerca paulatinamente a la crisis hídrica por un mal uso de los ecosistemas a lo largo del territorio nacional, que ha conllevado a una distribución muy dispar del agua. La asociación del proyecto de transporte fluvial como artefacto de conexión urbana y natural, que integre la recuperación de ecosistemas y el desplazamiento de personas, en conjunto con el tratamiento de un nuevo sistema de densificación, en sincronía con la habitabilidad de los espacios naturales, es compatible a múltiples localidades chilenas en crecimiento que podrían aprovechar, no solo sus fuentes hídricas, sino que las leyes de su contexto natural como base de la estructura urbana.

No es solo la adaptabilidad al contexto lo que se valora, sino que las expectativas, a largo plazo, de la supervivencia de las ciudades y la biota natural, a través de infraestructuras que no soliciten una inversión y reconversión constante, al contrario, que puedan autorregularse y subsistir de manera autónoma y orgánica, tal como funciona el propio ciclo biológico de los ecosistemas.

Fotografía .
aérea humedal
miraflores.
Fuente: Benjamin
Gremler.





A N E X O 0 1

Fuente: Ecosistemas del Milenio. En: Diseño del Inventario Nacional de Humedales y el Seguimiento Ambiental (MMA 2011)

Servicios ecosistémicos prestados por los humedales

Suministro de servicios	Regulación de servicios	Servicios culturales
Productos obtenidos desde los ecosistemas	Beneficios obtenidos de los procesos de regulación de los ecosistemas	Beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas
<ul style="list-style-type: none"> • Alimento • Agua potable • Combustible • Fibra vegetal • Bioquímicos • Recursos genéticos 	<ul style="list-style-type: none"> • Regulación del clima • Control de enfermedades • Regulación del agua • Polinización 	<ul style="list-style-type: none"> • Espirituales y religiosos • Recreación y turismo • Estético • Inspiracional • Educativo • Sentido de identidad • Patrimonio cultural
Servicios de soporte		
Servicios necesarios para la producción de todos los otros servicios del ecosistema		
Formación de Suelos	Ciclado de nutrientes	Producción Primaria

Amenazas por reducción de la superficie de humedales.

Amenazas físicas	<ul style="list-style-type: none"> • Alteración dinámica barra terminal, y por lo tanto entorpecimiento de conexión con sistemas hídricos salinos en el caso de humedales costeros; • Extracción y modificación de caudal de agua superficial de tributarios (ej. Efecto de camino costero); • Quema de vegetación ripariana⁵; • Incendios de formaciones vegetales; • Extracción agua subterránea y superficial; • Drenaje de zonas de humedales, por ejemplo explotación de turberas; • Sedimentación de ecosistemas de humedales; • Deforestación; • Alteración del tiempo residencia del agua; • Expansión de zonas urbanas.
Amenazas biológicas	<ul style="list-style-type: none"> • Pastoreo y ramoneo en zonas de humedales; • Eutroficación por fecas y orines (pastoreo); • Proliferación de algas tóxicas; • Depredadores domésticos (gatos y perros) que afectan fauna nativa, especialmente avifauna; • Monocultivos, por simplificación y fragmentación de ecosistemas circundante, y pérdida de biodiversidad; • Extracción biomasa, por ejemplo leña; • Descarga de residuos líquidos orgánicos domésticos • Deforestación vegetación ripariana e impacto en la biodiversidad por pérdida de ecosistema; y • Introducción especies exóticas, por ejemplo, rana africana (<i>Xenopus laevis</i>) en humedales como el Yali.
Amenazas químicas	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación difusa proveniente del uso de agroquímicos (fertilizantes, pesticidas) en la agricultura; • Descargar riles (urbanos e industriales) con alta concentración nutrientes y sales; • Descarga de riles y variación de temperatura; • Descarga de metales pesados;

ANEXO 02

Fuente: Jaimurzina, Azhar - Wilmsmeier, Gordon. (2017) La movilidad fluvial en América del Sur: avances y tareas pendientes en materia de políticas públicas. En Series: Recursos Naturales e Infraestructura. CEPAL.

I. Impactos económicos de las operaciones del transporte fluvial		
1. La flexibilidad de los servicios	El transporte fluvial puede prestar servicios adaptables: carga seca y líquida, carga granel, mercancías peligrosas, contenedores, servicios ro ro. Pocas restricciones de navegación nocturna o durante días festivos	El transporte fluvial está mejor posicionado para transportar la carga de grandes volúmenes que no tengan el requerimiento de tiempos limitados para su entrega. Generalmente, el transporte fluvial se utiliza para los cargos tradicionales como commodities, materiales de construcción, combustible etc. Rediseño de servicios e inversión adicional se puede requerir para conseguir nuevos mercados, como la carga refrigerada, carga general, o carga contenedorizada.
2. La fiabilidad	Buena predictibilidad y pocas interrupciones imprevisibles	Los eventos climáticos o accidentes pueden afectar a la navegación y provocar una duración más larga en términos de navegación.
3. Ventajas para la logística y cadenas de suministro	El modo fluvial puede ofrecer un menor costo en comparación con carretera y ferrocarril (entre 30 y 60 % más económico en algunos tramos). Además, posee ventajas para la logística y cadenas de suministro, como capacidad de almacenamiento a costos bajos y generalmente, menor competencia con otros usuarios de la infraestructura que otros modos de transporte.	La ventaja de tener menor costo económico no es automática y en relación a la mayor inversión, las economías de escala o la mayor facilitación de los servicios, otros modos de transporte pueden ofrecer un costo más competitivo.
4. Posibilidad de costos de infraestructura reducidos	Existen corredores casi «naturales» para la navegación fluvial con entre 20 y 100 % de la capacidad todavía no explotada.	La competitividad de una vía navegable depende de su capacidad de garantizar un cierto nivel de servicio a lo largo de todo el corredor y no solo en alguno de sus tramos. Un nivel mínimo de inversión en infraestructura se requiere para mantener la navegabilidad, mejorar los puntos críticos y asegurar la fluidez y seguridad de las operaciones, utilizando la señalización y servicios de información fluvial.
2. La fiabilidad	Buena predictibilidad y pocas interrupciones imprevisibles	Los eventos climáticos o accidentes pueden afectar a la navegación y provocar una duración más larga en términos de navegación.
3. Ventajas para la logística y cadenas de suministro	El modo fluvial puede ofrecer un menor costo en comparación con carretera y ferrocarril (entre 30 y 60 % más económico en algunos tramos). Además, posee ventajas para la logística y cadenas de suministro, como capacidad de almacenamiento a costos bajos y generalmente, menor competencia con otros usuarios de la infraestructura que otros modos de transporte.	La ventaja de tener menor costo económico no es automática y en relación a la mayor inversión, las economías de escala o la mayor facilitación de los servicios, otros modos de transporte pueden ofrecer un costo más competitivo.

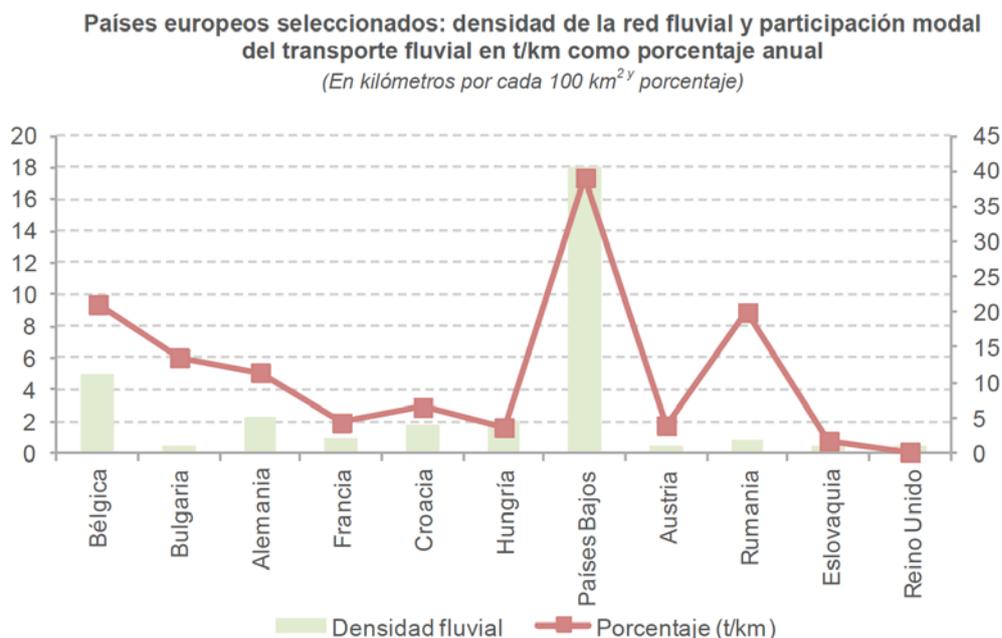
ANEXO 02

Fuente: Jaimurzina, Azhar - Wilmsmeier, Gordon. (2017) La movilidad fluvial en América del Sur: avances y tareas pendientes en materia de políticas públicas. En Series: Recursos Naturales e Infraestructura. CEPAL.

4. Posibilidad de costos de infraestructura reducidos	Existen corredores casi «naturales» para la navegación fluvial con entre 20 y 100 % de la capacidad todavía no explotada.	La competitividad de una vía navegable depende de su capacidad de garantizar un cierto nivel de servicio a lo largo de todo el corredor y no solo en alguno de sus tramos. Un nivel mínimo de inversión en infraestructura se requiere para mantener la navegabilidad, mejorar los puntos críticos y asegurar la fluidez y seguridad de las operaciones, utilizando la señalización y servicios de información fluvial.
II. Impactos ambientales de las operaciones del transporte fluvial		
5. Mayor eficiencia energética y ambiental	Para la mayoría de las operaciones a granel, el consumo es de 3 a 6 veces menor al consumo para el transporte vial o de 2 veces menor al modo ferroviario.	Otros modos de transporte, especialmente el transporte vial, demuestran generalmente un mayor uso de nuevas tecnologías e innovación y/o tienen que cumplir con las normas ambientales más estrictas, reduciendo esta ventaja comparativa del modo fluvial.
6. Menor polución auditiva	Operaciones fuera de los centros poblados y niveles de ruido más bajos.	Esta característica puede no aplicarse a los puertos y terminales fluviales. Además, la calidad de la flota fluvial o las soluciones tecnológicas usadas pueden generar polución auditiva.
7. La seguridad de las operaciones	Dado que la mayoría de las operaciones se realizan fuera de los asentamientos humanos y el tráfico, la navegación interior se caracteriza por tener una menor accidentalidad que otros modos de transporte. Actualmente, los servicios de información fluvial (RIS) permiten el seguimiento de las operaciones en tiempos reales.	Muchas veces, los datos sobre la accidentalidad fluvial son escasos y no permiten un análisis fiable. Además, los accidentes de navegación fluvial, por su ámbito, aunque rara vez, tienden a tener un gran costo ambiental y restricción a la navegabilidad de la vía durante varios días. (Ejemplo: TMS Waldhof accident, Rhin, 2011)
8. Generación de empleo	Como sector de transporte, en su conjunto, el transporte fluvial genera empleo y en el caso de América del Sur, el empleo se da en zonas bien remotas de la región con mercados laborales reducidos.	Las condiciones laborales en el sector fluvial son un tema preocupante, dado el alto grado de informalidad del sector, así como la presión de mantener los precios competitivos.
9. Acceso a los servicios de educación y salud	En varias partes de la región, el modo fluvial es lo más accesible para los desplazamientos locales, incluyendo para acceder a los servicios de educación, especialmente, primaria y servicios de salud.	Generalmente, no existen medidas normativas y de infraestructura para garantizar la seguridad de estos servicios.

ANEXO 03

Fuente: Jaimurzina, Azhar - Wilmsmeier, Gordon. (2017) *La movilidad fluvial en América del Sur: avances y tareas pendientes en materia de políticas públicas. En Series: Recursos Naturales e Infraestructura. CEPAL.*



Recuadro 1

Definiciones básicas de los elementos principales de la navegación interior

Puerto de navegación interior: Un lugar para amarrar y cargar o descargar mercancías o para desembarcar o embarcar pasajeros hacia o desde las embarcaciones, situados en o con acceso a una vía navegable interior, es decir, un tramo de agua que no forma parte del mar y es adecuado para la navegación, principalmente por buques de navegación interior. El puerto fluvial incluye ríos navegables, lagos, canales y estuarios.

Actividad portuaria fluvial: Se consideran actividades portuarias fluviales la construcción, el mantenimiento, la rehabilitación, la operación y la administración de puertos, las terminales portuarias, los muelles y los embarcaderos ubicados en las vías fluviales.

Área geográfica portuaria: Corresponde al área geográfica en donde pueden existir una o más zonas portuarias, así como puertos, terminales, patios, bodegas y demás instalaciones.

Canal de navegación: Canal natural o artificial con forma alargada y estrecha, en aguas superficiales, naturales o artificiales que permiten la navegación.

Canal navegable: Es la parte definida dentro de un cauce o cuerpo de agua natural o artificial por donde navegan las embarcaciones. Los canales navegables en función de su profundidad se clasifican en canales navegables para embarcaciones menores, mayores o ambas.

Embarcadero: Es toda construcción que permite el embarque o desembarque de personas, carga o cualquier tipo de bienes, desde la orilla de un espacio acuático hasta una embarcación o artefacto fluvial o viceversa con la condición de no haberse declarado puerto o terminal portuaria.

Hidrovia: Es un río navegable o canal que cuenta con un calado, ancho y altura libre especificadas, señalización para la navegación y que permite la navegación de 24/365 en tramos definidos.

Muelle: Construcción en el puerto o en las riberas de las vías fluviales, donde atracan las embarcaciones para efectuar el embarque o desembarque de personas, animales o carga. Muelles flotantes. Están conformados por una plataforma en tierra unida a una pasarela y está conectada a un módulo flotante para las actividades de embarque y desembarque.

Río navegable: Es el espacio acuático apto para el uso de embarcaciones fluviales en su forma natural

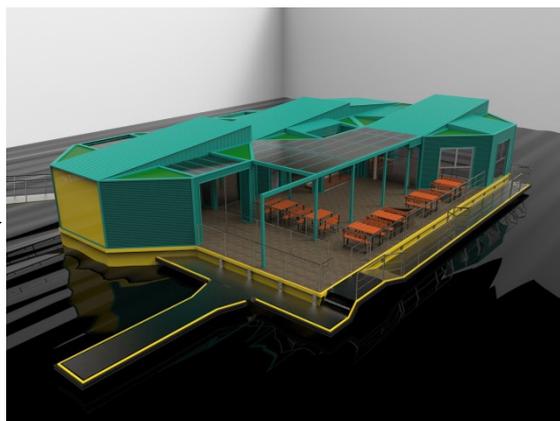
Terminal portuario: Es una instalación dentro de un puerto de propiedad pública o privada autorizada por la autoridad de aplicación que contiene obras y facilidades que permiten la realización de las operaciones portuarias.

ANEXO 04

Fuente: Transporte Fluvial Solar. (2015). Premio Nacional de Innovación. Octubre 2018, de TFS Sitio web: <https://www.barrioflotante.cl/resenabarrioflotante/>

ORIGEN

La factibilidad de habitar el río se estudió y analizó mediante el diseño y posterior materialización de nuestro Barrio Flotante, el cual al estar emplazado sobre el río otorga una identidad al espacio, así como al conjunto de elementos que lo constituyen, todo esto a través de una materialidad sustentable y respetuosa con el medio ambiente.



La energía eléctrica es aportada a través de paneles fotovoltaicos instalados en los techos de cada una de las plataformas.

Un aspecto fundamental del Barrio Flotante es constituirse como punto principal de Embarque y Desembarque de Transporte Fluvial Sustentable. Este proyecto es pionero en Latinoamérica, convirtiendo a Valdivia en la primera ciudad en contar con un Barrio flotante sustentable y cien por ciento ecológico.

PROYECTO

El barrio flotante lo constituyen una serie de módulos unidos entre sí mediante juntas mecánicas. La forma básica la otorga un octágono de sesenta metros cuadrados. Sobre estas plataformas se desarrollan los diferentes recintos que componen al Barrio Flotante, esto incluyendo zona de acceso, oficinas, cafetería, comedor y una plataforma con los servicios higiénicos diseñados con sistemas de tratamiento de aguas residuales.



ANEXO 04

Fuente: Transporte Fluvial Solar. (2015). Premio Nacional de Innovación. Octubre 2018, de TFS Sitio web: <https://www.barrioflotante.cl/resenabarrioflotante/>

SOLAR I, II Y III

Eslora total: 9.50 mts.
Manga Máxima: 3.00 mts.
Motorización: Motor 48/4KW -
Placas solares de 1.6KW

Fabricada en materiales compuestos y con capacidad para 16 pasajeros. Permite sillas de ruedas y bicicletas, cuenta con accesos fáciles. Inhundible, no contaminante, sin vibraciones, silenciosa, no deja olas y funciona exclusivamente con energía solar.



SEABUS II

Eslora total: 9.00 mt. Manga máxima: 2.53 mt. Motorización: 1 x 150HP Número de pasajeros: 12

Seabus II es un monocasco diseñado especialmente para el Proyecto transporte fluvial sustentable, construido en materiales compuestos y con propulsión diesel servirá de transporte y apoyo al sistema de propulsión eléctrico-solar.

SEABUS I

Eslora total: 12.00 mt. Manga máxima: 4.80 mt.

Motorización: 2 x 250HP (jet)
Número de pasajeros: 26

Seabus I es un catamarán diseñado para transporte de pasajeros o carga general en lagos, ríos o aguas interiores, pero con un impactante diseño moderno y funcional, con gran velocidad, maniobrabilidad y estabilidad requerida para la comodidad de los pasajeros.



BIBLIOGRAFÍA

- A. Amin y N. Thrift (2002). *Cities: Reimagining the Urban*, Polity, Londres, p. 1.
- Adger WN (2006) Vulnerability. *Glob Environ Change* 16:268–281.
- Alejandro Galarce Freudenthal. (2000). Centro de extensión Universidad Austral, Valdivia. Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica.
- Almonacid, F., (1995). *Valdivia 1870-1935 Imágenes e Historias*. Valdivia: Universidad Austral de Chile, Facultad de Filosofía y Humanidades.
- Antonio Zumelzu Scheel, Roberto Burgos Mann, Sebastián Navarro Pavié. (2015). Expansión periférica y procesos de centralidad en Valdivia entre 1900-2015: un análisis desde la perspectiva de la sintaxis del espacio. 13 marzo 2018, de Revista Universidad Austral de Chile Sitio web: <http://ausrevista.cl/index.php/es/n-actual/leer-articles/26-revista-n-19/201-expansio-n-periferica-y-procesos-de-centralidad-en-valdivia-entre-1900-2015-un-ana-lisis-desde-la-perspectiva-de-la-sintaxis-del-espacio>
- Benjamin Casper. (2015). *Amphibian Identity? Waterspatial Resilience of Khlong in Bangkok*. Institute of Geography, University of Cologne. Germany.
- Cristóbal Osorio. (2009). Impacto del crecimiento urbano en el medio ambiente del humedal de Valdivia 1992 - 2007 . Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica.
- Danai Thaitakoo and Brian McGrath, (2008) “Mitigation, Adaptation, Uncertainty –Changing Landscape, Changing Climate: Bangkok and the Chao Phraya River Delta,” *Places*, 20.2, 30-35.
- Daniel Espinoza Guzmán. (2015). *Valdivia 2020. Regeneración urbana en la ribera sur Del Río Calle calle*. Santiago: Universidad de Chile.
- Daniel Espinoza Guzmán. Antonio Zumelzu. (2016). Valdivia y su evolución post-terremoto 1960: Enfoques, factores escalares y condicionantes. *Revista Urbano*, N° 33, 14-29.
- Dryzek J. (1997). *The Politics of the Earth*. Oxford University Press: Oxford.
- Escobar, A. (2010). *Territorios de diferencia. Lugar, movimientos, vida, redes*. Bogotá: Envión Editores.
- Fabián Almonacid Z. (2009). El problema de la propiedad de la tierra en el sur de Chile (1850-1930). *Historia*, 42, 5-56.
- Felipe Castro Darvich. (2015). *Memoria de título CEV, Proyecto*. . Santiago de Chile: Universidad Central.
- Forman, R. (2014). “Urban Ecology: Science of Cities”. Nueva York: Cambridge University Press.
- Fuentes Lorca, Lissette; Schüler Vidal, Ursula; (2012). *Chile, el terremoto y la oportunidad de la crisis: la reconstrucción en estado precario; el laboratorio de la nueva forma de gobernar*. Santiago: Universidad de Chile.
- García, A., Rosique, M. y Segado, F. (1996). *Ordenación del Territorio*. Universidad de Murcia. 112 pp.
- Gonzalo Cerda. (2013). CIUDAD DE AGUA. *AUS [Arquitectura / Urbanismo / Sustentabilidad]*, [S.l.], n. 13, p. 23-26, may 2017. ISSN 0718-7262.
- Guarda, Gabriel. (2001). *Nueva Historia de Valdivia*. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, 2001. 862 págs.
- Jaimurzina, Azhar - Wilmsmeier, Gordon. (2017) *La movilidad fluvial en América del Sur: avances y tareas pendientes en materia de políticas públicas*. En *Series: Recursos Naturales e Infraestructura*. CEPAL. Pp 79.
- Jongerden, J. (2006). “The Urban Village: Reterritorialization of Sustainable Development.” En *Tailoring Biotechnologies*, Vol. 1, No. 1, pp. 95-104.
- Juan C. Skewes, Rodrigo Rehbein, Claudia Mancilla.. (2012). *Ciudadanía y sustentabilidad ambiental en la ciudad: la recuperación del humedal Angachilla y la organización local en la Villa Claro de Luna, Valdivia, Chile*. Universidad Austral de Chile, 38, 127-145.
- Juan Carlos Skewes, María Eugenia Solari, Debbie Guerra y Daniela Jalabert. (2012). *Los paisajes del agua: naturaleza e identidad en la cuenca del río Valdivia*. *Chungara, Revista de Antropología Chilena*, Volumen 44, No 2, 299-312.

- Leonor Adán Alfaro, Simón Urbina Araya, Margarita Alvarado Pérez. (2017). Asentamientos humanos en torno a los humedales de la ciudad de Valdivia en tiempos prehispánicos e históricos coloniales. *Chungara, Revista de Antropología Chilena*, 19.
- Liao, K. (2012). A theory on urban resilience to floods. a basis for alternative planning practices. *Ecology and Society* 17(4): 48.
- LYNCH, K. (1960). *La imagen de la ciudad*. MIT Press Cambridge, MA.
- Luis Aguirre Cortés. (2009). *Niebla (1959-2010) De nuevas historias a nuevas realidades*. Valdivia, Chile: Corporación Cultural Municipal de Valdivia.
- Lulle, T. y De Urbina, A. (2011). *Vivir en el Centro Histórico de Bogotá. Patrimonio construido y actores urbanos*. Bogotá: Colciencias y Universidad Externado de Colombia.
- Magnaghi, A. (2003). "Il Progetto locale". Turin: Bollati Boringhieri.
- Martin-Gutiérrez, Emilio. (1990). El Movimiento Metabolista. Kisho Kurokawa y la arquitectura de las cápsulas. *Boletín Académico. Escola Técnica Superior de Arquitectura da Coruña*, 12: 15-21. ISSN 0213-3474
- McHarg, I. (1992). "Design with Nature". New York: John Wiley & Sons. P. 197
- McGrath. (2013). Resilience in Ecology and Urban Design: Linking Theory and Practice for Sustainable Cities pp. 251-252
- MOP SEREMI Región de Los Ríos. (2015). *Plan estratégico de desarrollo portuario de la Bahía de Corral*. Santiago de Chile: Mesa de desarrollo portuario.
- Morrish, W. (1996). "Civilizing Terrains: Mountains, Mounds and Mesas". L.A Minneapolis.
- Mumford, L. (1956): "The natural history of urbanization". En: William, L. Thomas, jr (Ed.), *Man's Role in the Changing the Face of the Earth*. Chicago & London: Univ. of Chicago Press. En: *Naturaleza y ciudad. Perspectivas para la ordenación de la infraestructura verde en los planes territoriales metropolitanos en España*. Available from: https://www.researchgate.net/publication/319187458_Naturaleza_y_ciudad_Perspectivas_para_la_ordenacion_de_la_infraestructura_verde_en_los_planes_territoriales_metropolitanos_en_Espana [accessed Apr 05 2018].)
- Palacio, D. C. (2003). "El parque de Monte Tezio, un Lugar-red. Narrativas socio- ambientales en áreas protegidas." En *Historia Actual*, Vol. 1 No. 1, pp. 67- 85.
- Palacio, D. C. (2010). "La valoración ambiental participativa. Una perspectiva local para la construcción de territorios sostenibles. El caso de Soacha." En *Humanidades*, Vol. 38, No. 2, pp. 63-78.
- Parias, A. y Palacio, D. C. (2006). *Construcción de lugares-patrimonio. El centro histórico y el humedal Córdoba en Bogotá*. Bogotá: Colciencias y Universidad Externado de Colombia.
- Paula Angélica Villagra Islas, Sylvia Cristina Felsenhardt Rosen. (2015). *El paisaje urbano de emergencia en Valdivia, Chile: contribuciones a la planificación y diseño urbano post-desastre para la restauración*. INVI, 30.
- Pernice Raffaele. (2009). Japanese urban artificial islands: An overview of projects and schemes for marine cities during 1960-1990s. *Journal of Architecture and Planning (Transactions of AIJ)* 74(642)
- PragmaConsulting SPA. (2016). *Actualización Plan de Desarrollo Comunal COMUNAL 2016 - 2020*. Corral, Chile: Ilustre Municipalidad de Corral.
- Priscilla Conca Castro. (2004). *Centro de alto rendimiento para remo en la ciudad de Valdivia*. Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica.
- Prominski M. Stokman A. Zeller S. Stimberg D. Voermanek H. (2012): *River. Space. Design. Planning Strategies, Methods and Projects for Urban Rivers*. Suiza: Birkhauser.
- Rodrigo Araya Gómez . (2006). *Chilenos, Huilliches e Inmigrantes. Arcaísmo y modernidad en Valdivia. 1896-1926*. Santiago: Universidad de Chile.
- Romero Lankao, P., and H. Qin, (2011): *Conceptualizing urban vulnerability to global climate and environmental change. Current Opinion in Environmental Sustainability*, 3, 142-149
- Salvador Sanfuentes, Miguel Luis Amunátegui. (1925). *Valdivia antes de la Inmigración*. Valdivia: Kurt Bauer.

SECTRA Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones . (2015). Estudio: "Actualización Plan de transporte de Valdivia y desarrollo de anteproyecto. Etapa I". Santiago: Trasa Ingeniería Ltda.

Secretaría de la Convención de Ramsar. (2006). Manual de la convención de Ramsar, 4ª edición. Suiza.

Siprn, A. (1998). "The Language of Landscape". Yale University Press. pp. 326.

Thai Koo. (2013). Bangkok: The Ecology and Design of an Aqua-City.

Turescape. (2011). Qunli Stormwater Park: A Green Sponge For A Water-Resilient City. 2018, Sitio web: <https://www.turescape.com/en/project/detail/435.html>

Van der Hammen, C., Lulle, T. y Palacio, D. C. (2009). "La construcción del patrimonio como lugar. Un estudio de caso en Bogotá." En Antípoda, Vol. 8, pp. 61-85.

Valeria Hidalgo y Alvaro Palacios Klagges (Municipalidad de Valdivia); Javiera Maira (Activa Valdivia) y Ellis Juan, Horacio Terraza, Sebastián Lew y Martín Soulier Faure (BID). (2015).

Valdivia. Capital Sostenible. Plan de Acción. Valdivia, Chile: El taburete editoras.

Wilches - Chaux, G. (2011). La red Tabaco de desarrollo endógeno: Un proceso de crecimiento humano, unión comunitaria, construcción de alianzas y fortalecimiento territorial a partir del conflicto. Bogotá: ARFO.

http://www.portadores.uc.cl/destinos_valdivia.html

<http://www.plataformaurbana.cl/archive/2016/12/04/ferrocarril-a-vapor-vuelve-a-correr-por-la-linea-de-valdivia-a-antilhue/>

http://loslagos.vialidad.cl/obras%20relevantes/puente_cruces/ptecruces.htm#

<http://www.detodaslasaguasdelmundo.cl/articulos/rutas-caminos-puentes-siglo-xx-valdiviano/>

<http://www.comunidadhumedal.cl>

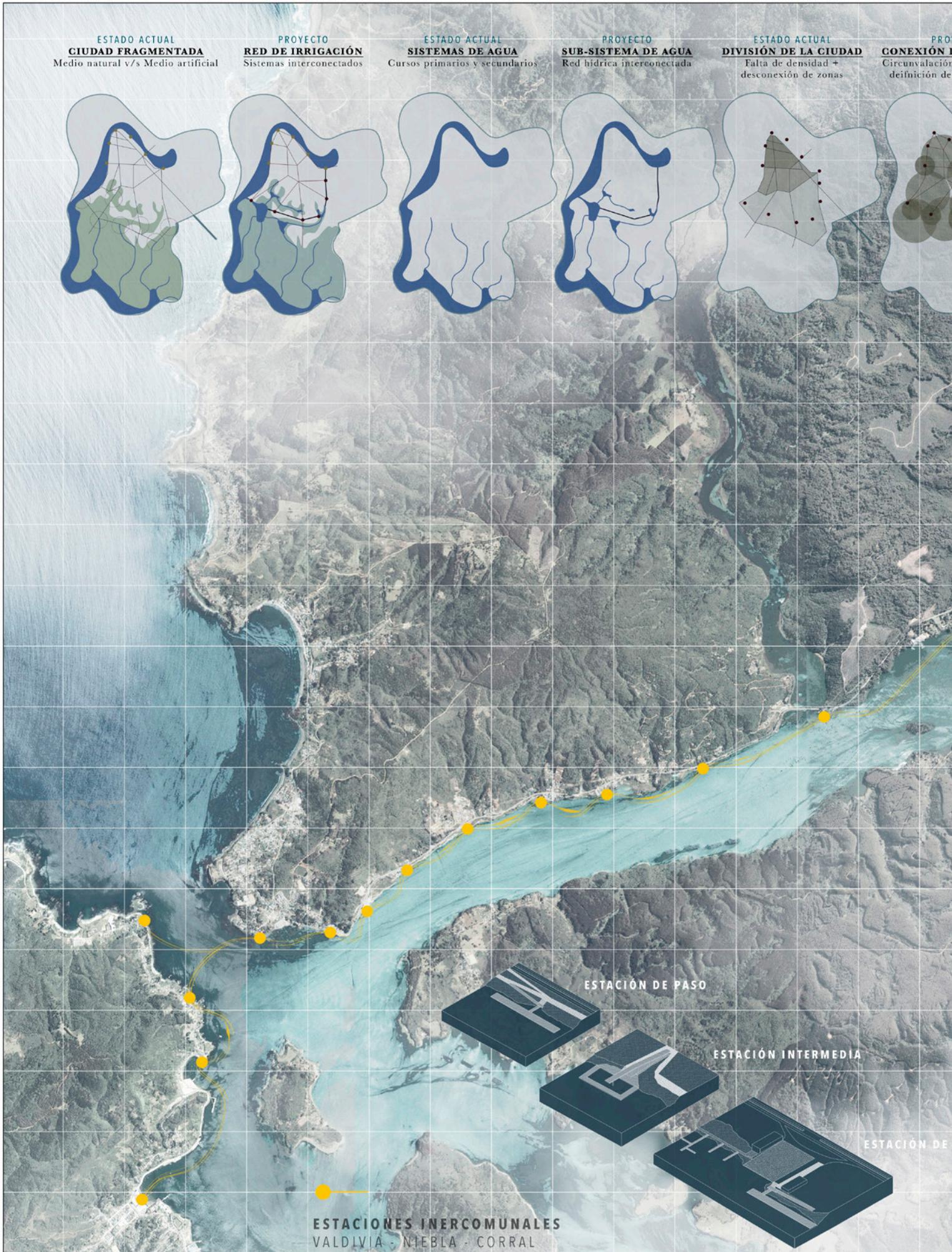
L A M I N A S

P R O

Y E C

T O _

Transporte público fluvial en Valdivia, como promotor de una imagen de ciudad donde **humedales y sistemas naturales** son parte del **ecosistema urbano**.



YECTO
DE LA CIUDAD
de transporte y
el límite urbano



RUTAS PARTICULARES
HUMEDALES

ESTACIÓN INTERMEDIA

ESTACIONES URBANAS
CIUDAD DE VALDIVIA

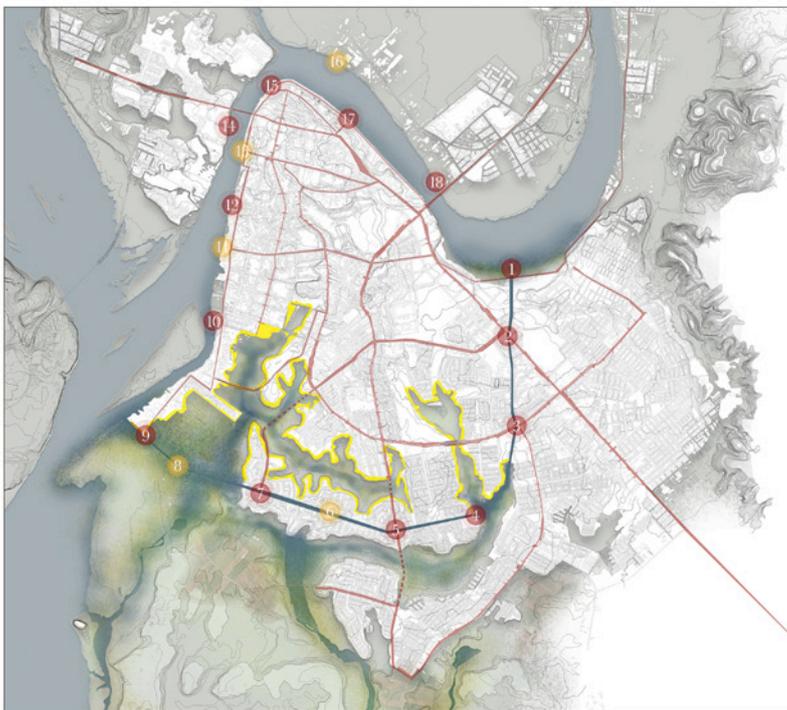
ESTACIÓN DE PASO

ESTACIÓN INTERMODAL

TRANSBORDO

L31. MACRO

ESQUEMAS Y

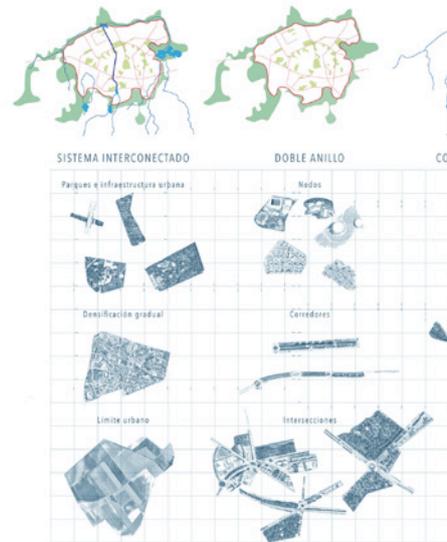


- (1) Estación Centro Cívico
- (2) Estación Cementerio General
- (3) Estación Teletón
- (4) Estación Centro Deportivo
- (5) Estación Biblioteca
- (6) Estación de paso (Escuela El Bosque)
- (7) Estación Parque El Bosque
- (8) Estación de paso (Museo Humedal)
- (9) Estación Puerto Las Mulatas
- (10) Estación Universidad Austral
- (11) Estación de paso (Club de Yates)
- (12) Estación Universidad San Sebastián
- (13) Estación de paso (Barrio Flotante)
- (14) Estación Museo de Arte Contemporáneo
- (15) Estación Hoteles
- (16) Estación de paso (Hotel Villa del Río)
- (17) Estación Terminal de Buses
- (18) Estación Las Animas

ESCALA TERRITORIAL ciudad+NATURALEZA = LÍMITE

Año_ 1990
 Lugar_ Vitoria, País Vasco, España
 Agentes_ Gobierno local; agencia internacional; gobierno central; fundación
 Motivación_ Solucionar los problemas de la periferia urbana, donde coexistían zonas de alto grado de fragilidad con otros espacios degradados, como vertederos, fruto de la expansión de Vitoria-Gasteiz. El extrarradio, convertido en un área marginal, peligrosa y de difícil acceso, actuaba como una barrera entre el medio urbano y el medio natural. (30,8 kilómetros en total)

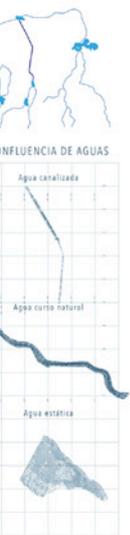
ANILLO VERDE DE VITORIA | VITORIA, GASTEIZ, ESPAÑA.



UNO ESCALA

REFERENTES

to valor ecológico
nsión urbanística e Industrial
eso, constituía una auténtica



ESCALA URBANA

Año_ 1250
Lugar_ Ámsterdam, Holanda

Agentes_ Fundadores

Motivación_ Nacen como una forma de protección de la ciudad ante ataques e inundaciones. Son el resultado de una buena planificación urbana contra inundaciones. Estas rutas fluviales estaban interconectadas mediante canales de una profundidad media de 2 a 3 metros y un ancho variable, dispuestos de forma radial formando un abanico. Fueron construidos a través del sistema de polderización -sistema de drenaje de agua para ganar terreno al mar- que permitía inundar ciertas zonas constantemente húmedas, y mantener un terreno seguro para la urbanización sin desequilibrar los niveles de agua necesarios para los ecosistemas.

ciudad+AGUA = CANALIZACIÓN

RED CANALES DE ÁMSTERDAM | ÁMSTERDAM, HOLANDA.



ESCALA SITUACIONAL

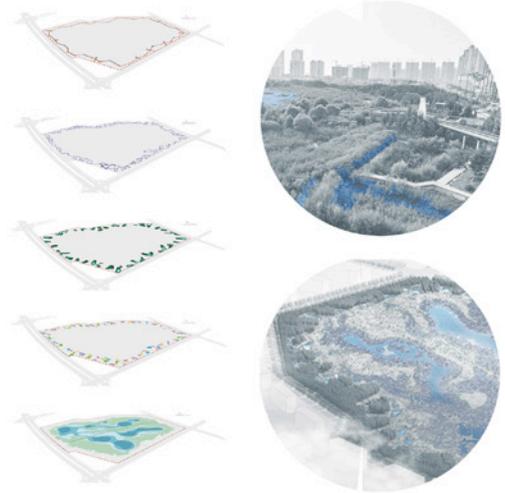
Año_ 2009 - 2011
Lugar_ Harbin, China

Agentes_ Turenscape

Motivación_ El registro de inundaciones y agua fue frecuente durante muchos años, y por ello, en 2010 Turenscape recibió el encargo de diseñar un parque de 34,2 hectáreas en un antiguo humedal rodeado por cuatro calles, una especie de oasis en el distrito, donde las fuentes de agua se habían cortado y el humedal estaba bajo la amenaza de desaparecer.

ciudad+HUMEDALES = MITIGACIÓN

QUNLI STORMWATER PARK | QUNLI, HARBIN, CHINA.

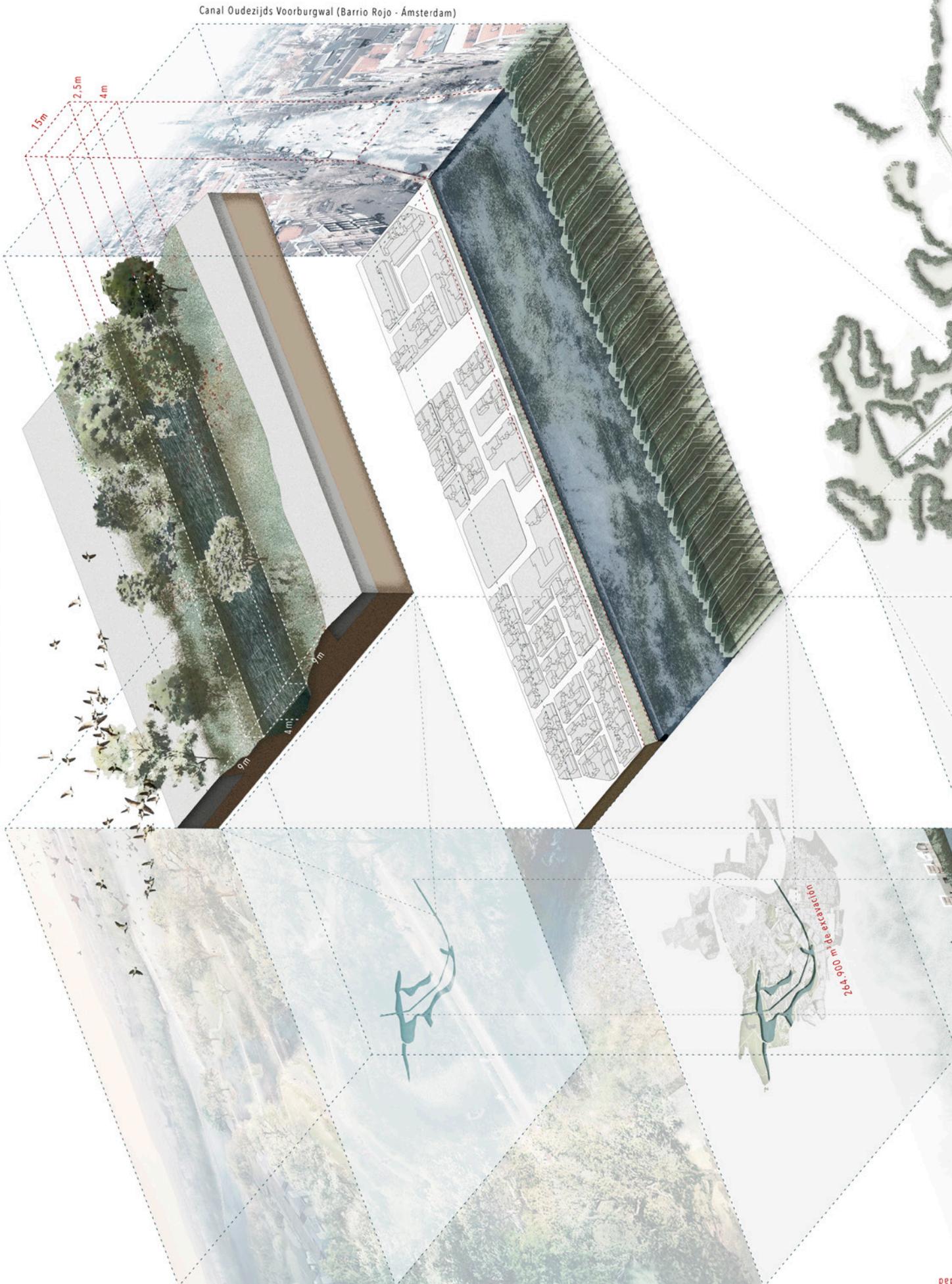


L32. MACRO ESCALA

VALDIVIA LA CIUDAD ANFIBIA

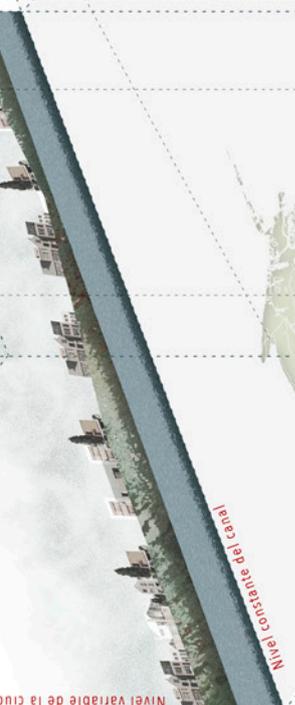
CANAL DE TRANSPORTE ACUÁTICO DE VALDIVIA

NIVELES : EXCAVACIÓN CANAL - TOPOGRAFIA CIUDAD

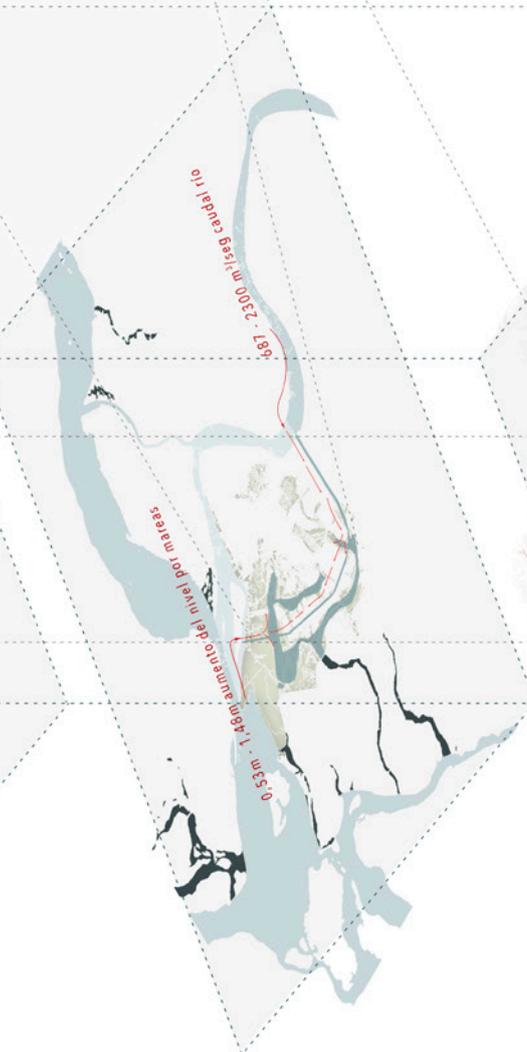


Nivel variable de la ciudad

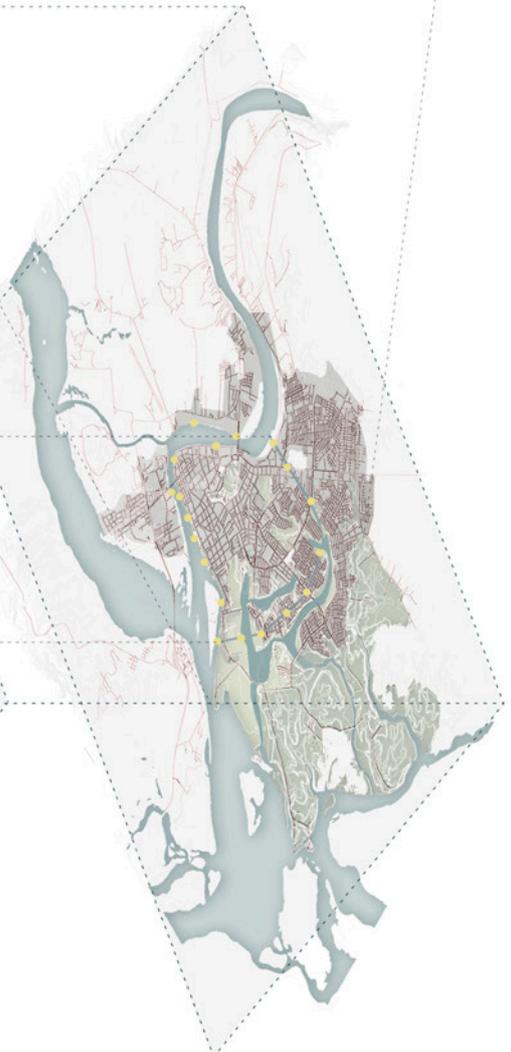
EXTENSION DE LA RED DE HUMEDAL



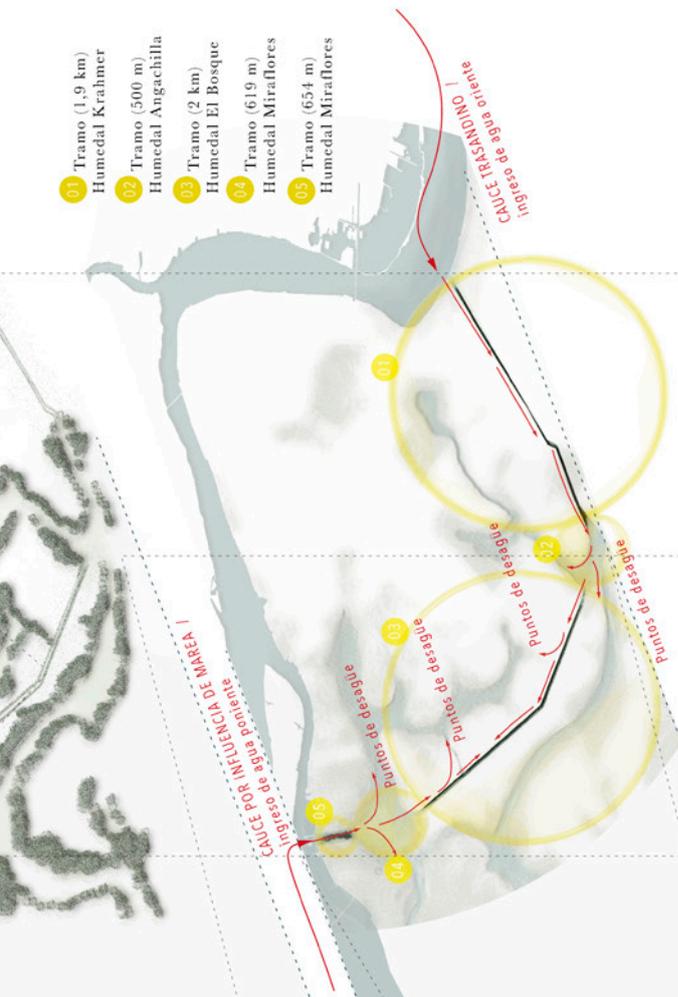
CAUDAL E INGRESO DE AGUA



SISTEMA URBANO Y NATURAL INTERCONECTADO

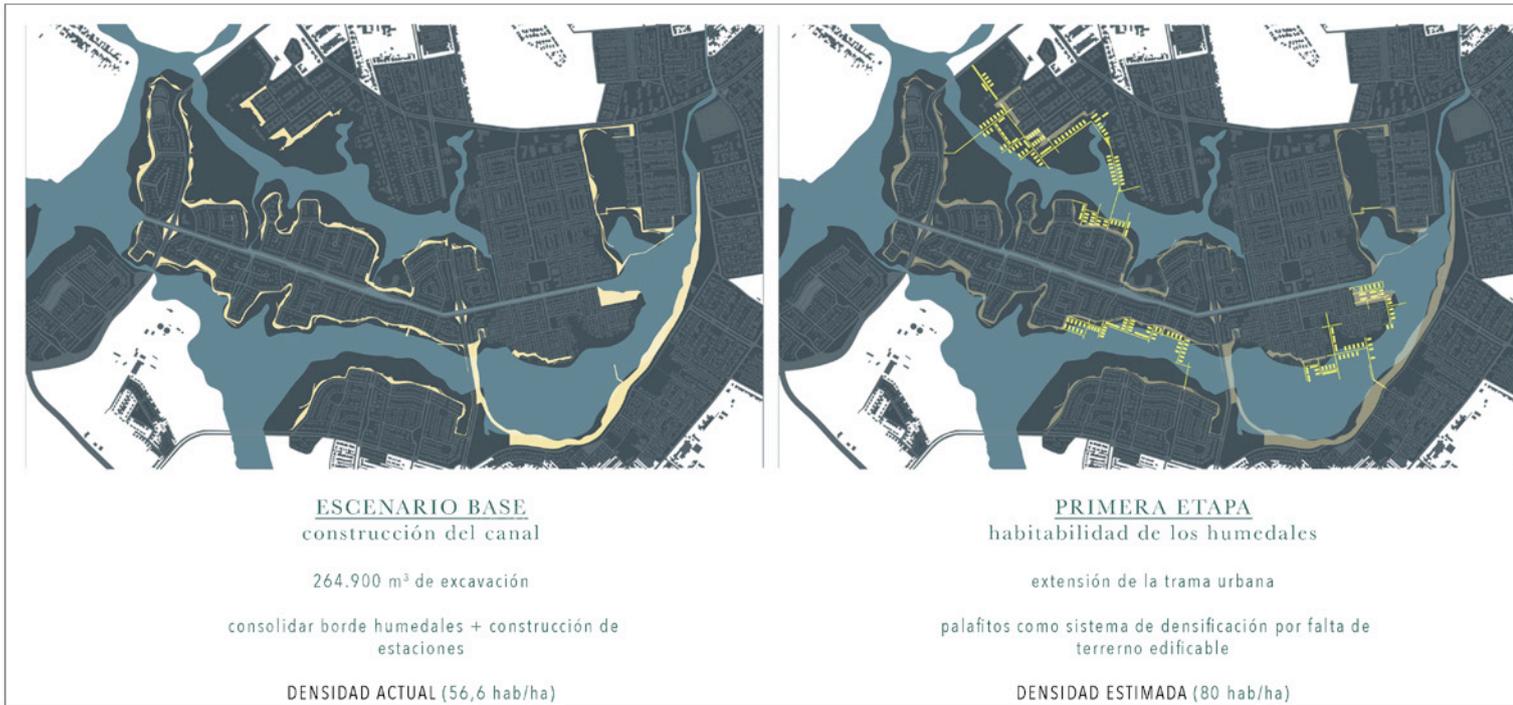


- 01 Tramo (1,9 km)
Humedal Krahmer
- 02 Tramo (500 m)
Humedal Angachilla
- 03 Tramo (2 km)
Humedal El Bosque
- 04 Tramo (619 m)
Humedal Miraflores
- 05 Tramo (654 m)
Humedal Miraflores



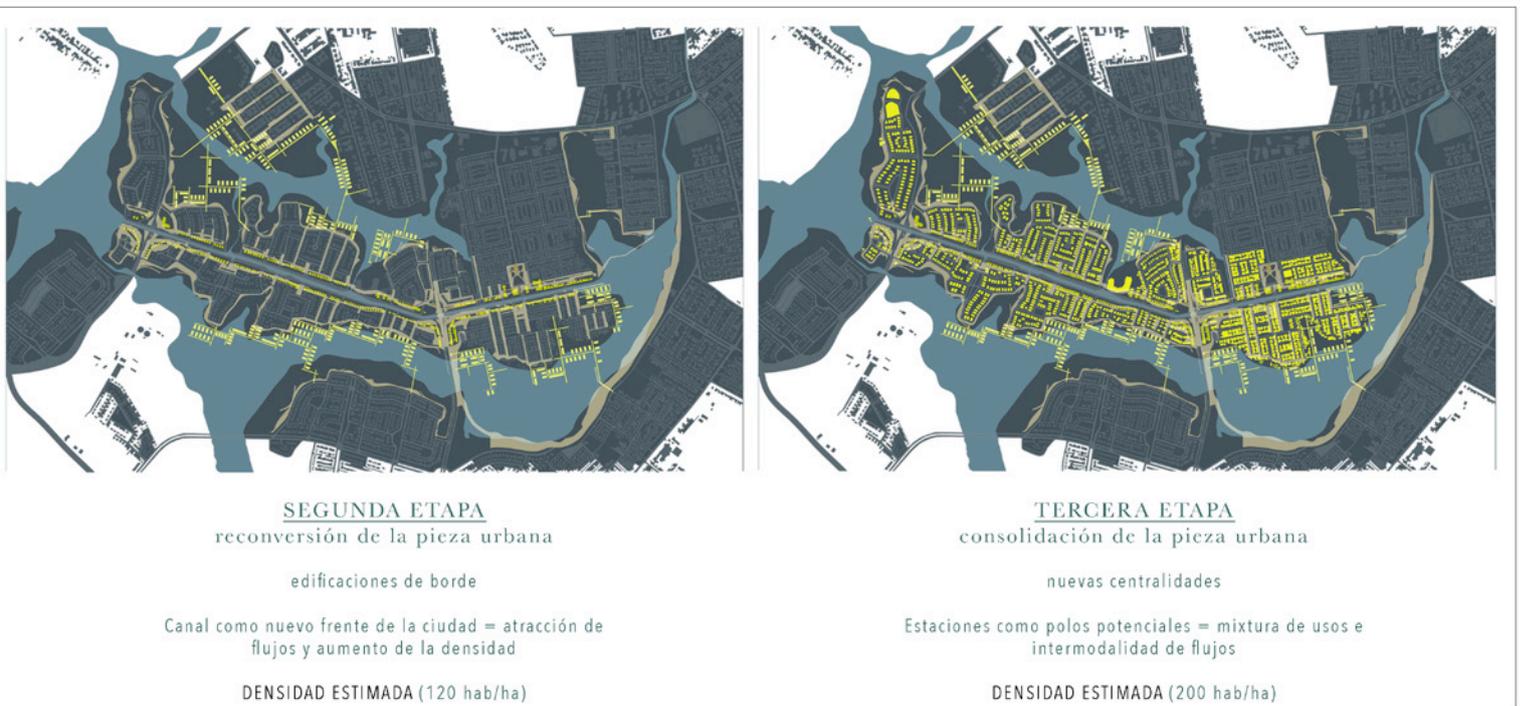






D ESCALA

REFERENTES



Estado actual paseo de borde calle /
Valdivia



Corte situación actual 01 | escala 1:500

Qunli stormwater park /
Turenscape



Corte situación propuesta 01 | escala 1:500

Estado actual Avenida Circunvalación sur /
Valdivia



Corte situación actual 02 | escala 1:500

Proposal for Osong Bio Valley, 2011 /
Dogma

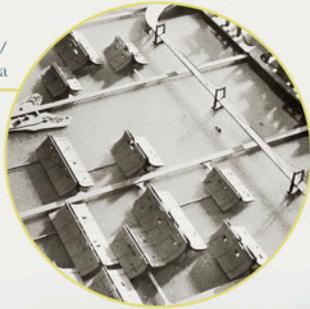


Corte situación propuesta 02 | escala 1:500

Estado actual borde calle-humedal /
Valdivia



Floating City /
Kisho Kirokawa



Master plan for Change /
UrbanLab



Estado actual borde calle-humedal /
Valdivia



Qunli stormwater park /
Turenscape





Estado actual borde humedal /
Valdivia



Corte situación actual 03 | escala 1:500



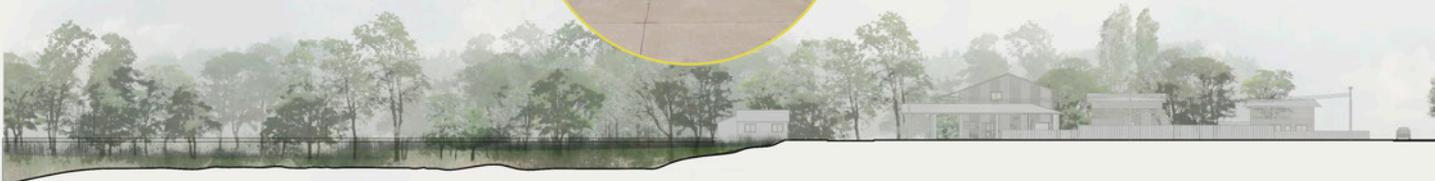
Qunli stormwater park /
Turenscape



Corte situación propuesta 03 | escala 1:500



Estado actual borde humedal /
Valdivia



Corte situación actual 04 | escala 1:500



Proyecto de vivienda: The Line Between Built and Natural /
White Arkitekter



Corte situación propuesta 04 | escala 1:500

Estado actual Avenida Circunvalación Sur /
Valdivia



Borde de Aarhus en Dinamarca /
BIG Architects



Estado actual Avenida Circunvalación Sur /
Valdivia



Parque costero en el rio Aiyi /
BLVD International



L36. SISTEMAS D

PERFILES BORDE C

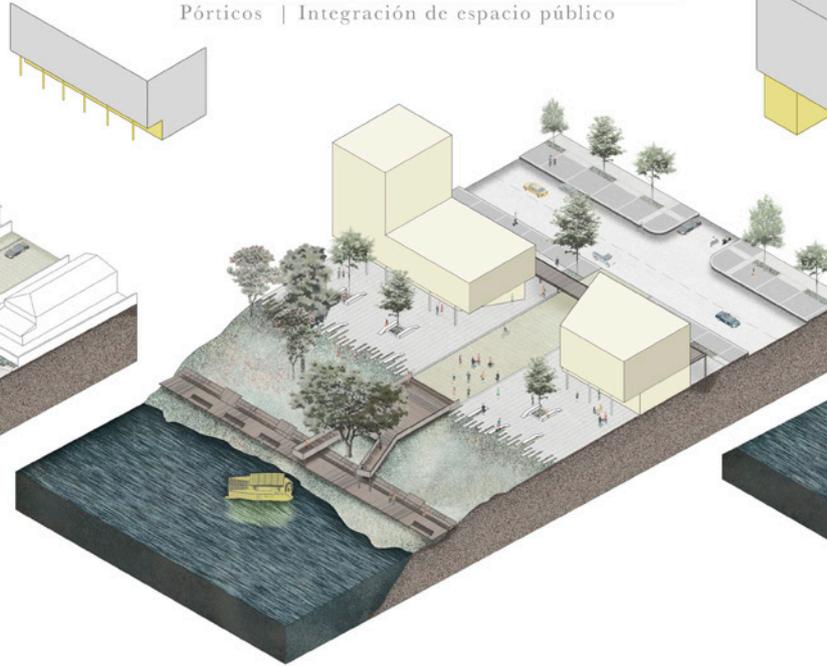
SITUACIÓN 01

Recorrido | Parrón como organizador



SITUACIÓN 02

Pórticos | Integración de espacio público

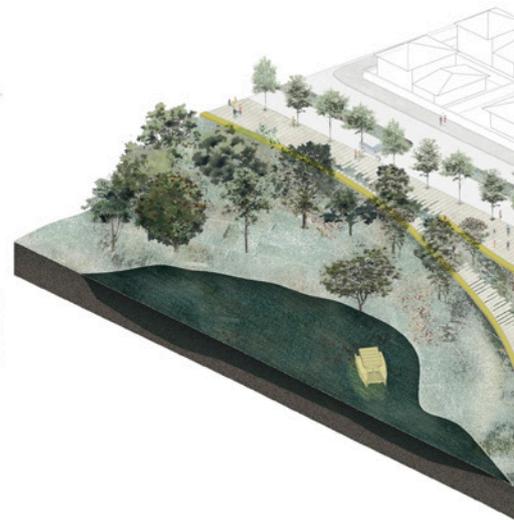


L38. SISTEMAS D

PERFILES BORDE HU

SITUACIÓN 01

Bisagra | muro como estructura de acceso



DE RELACIONES

CANAL | 1:500

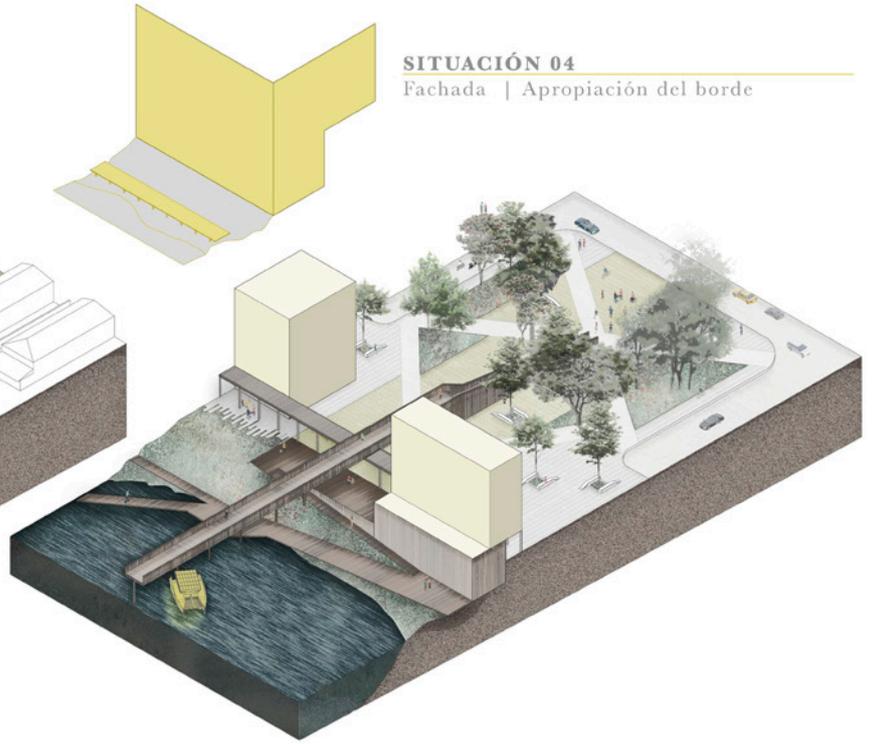
SITUACIÓN 03

Atravesos | Flexibilidad de la primera planta



SITUACIÓN 04

Fachada | Apropiación del borde



DE RELACIONES

UMEDAL | 1:500

SITUACIÓN 02-03

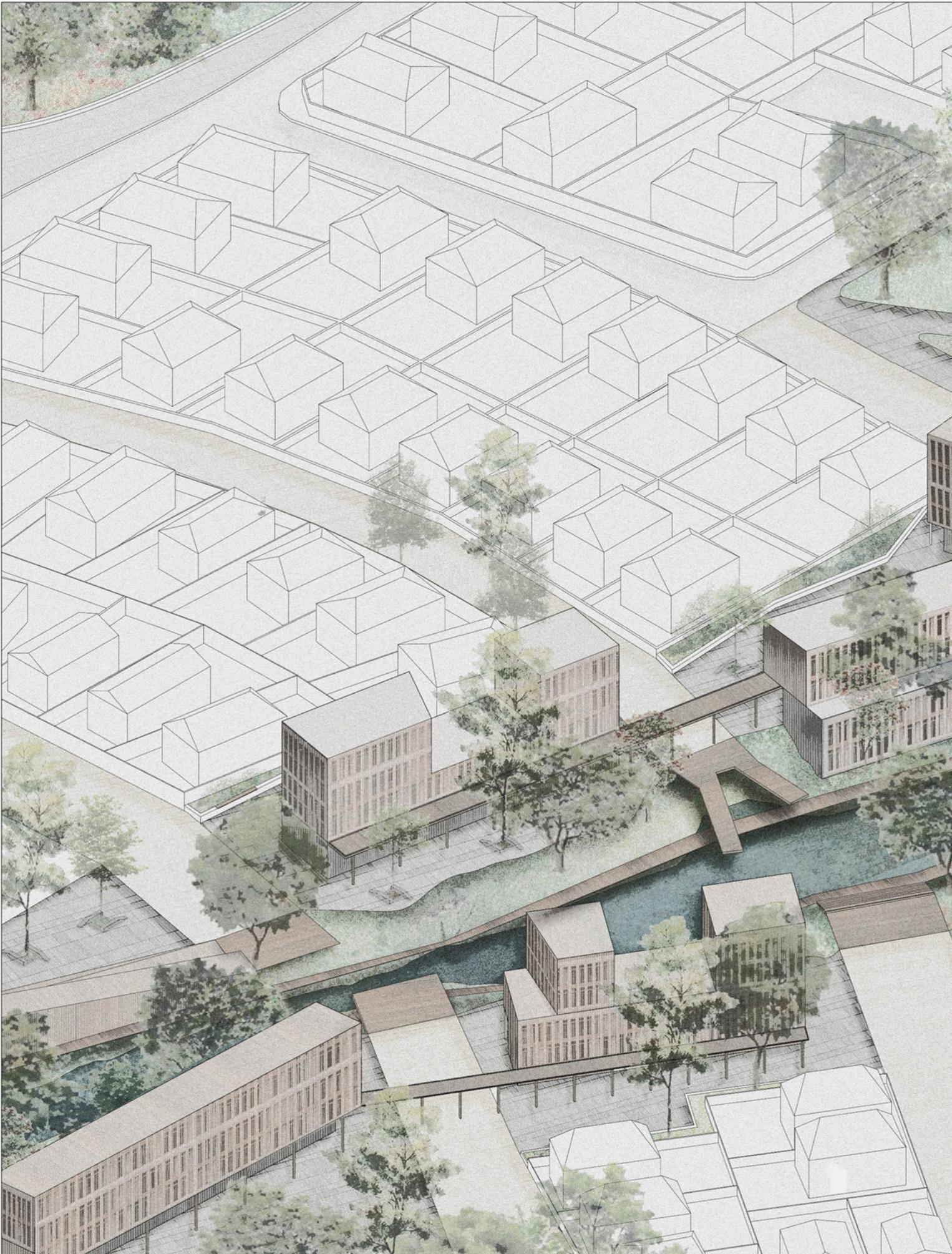
ajido | muro como enlace relleno-humedal



MURO TIPO

Limite | transición entre artificial y natural

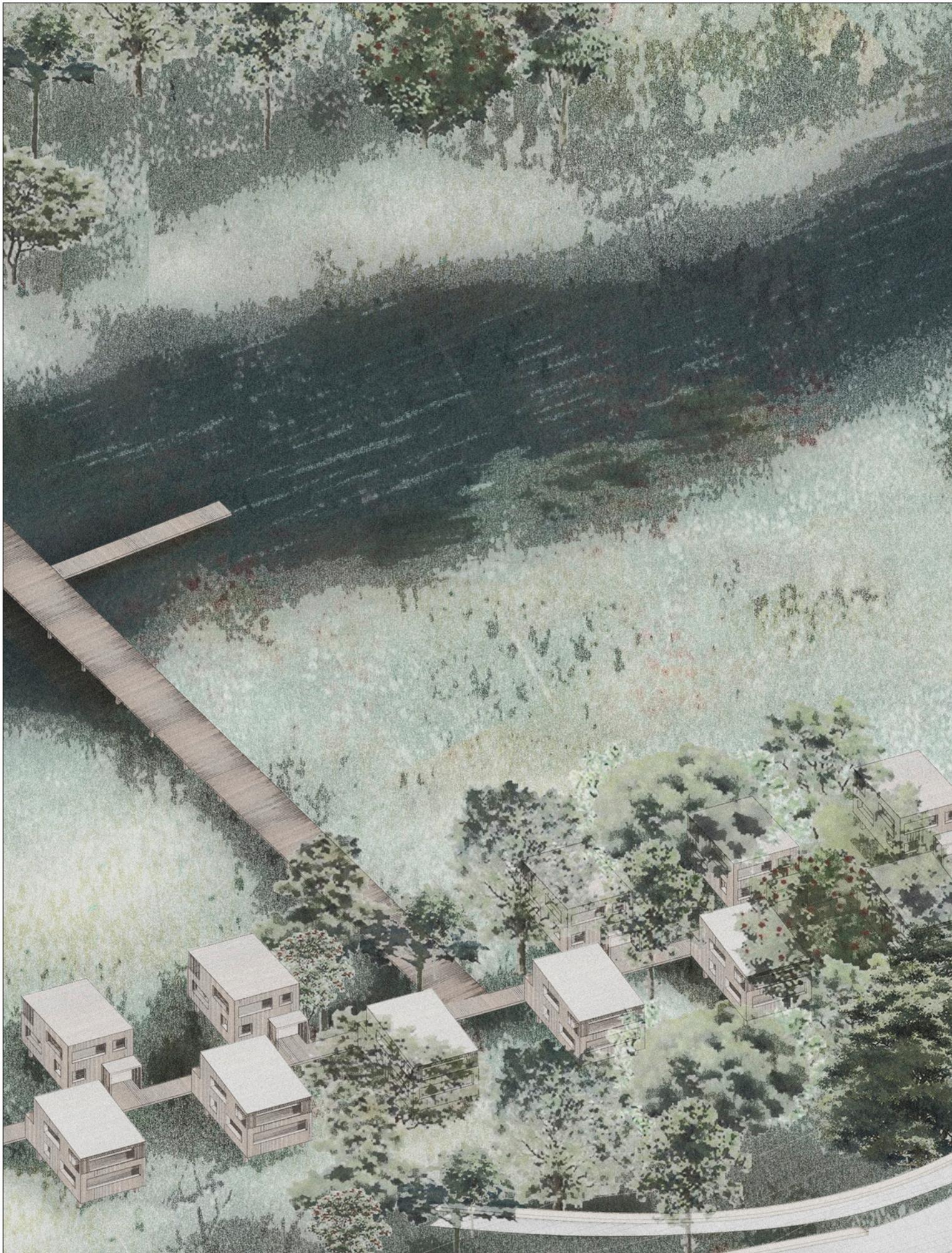












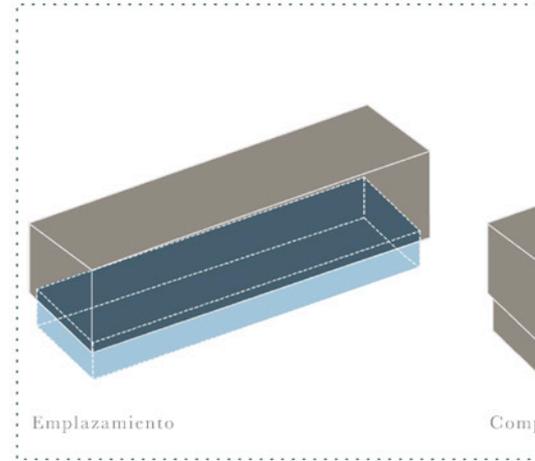
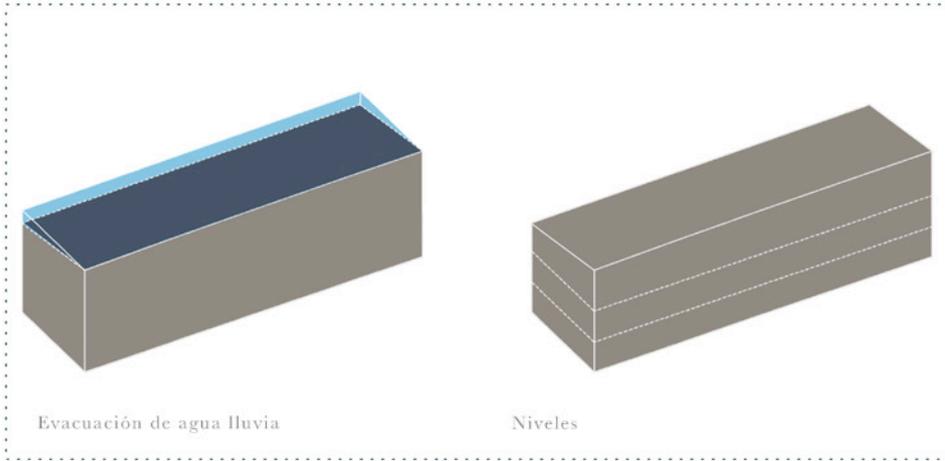






L40. DENSIFICACIÓN

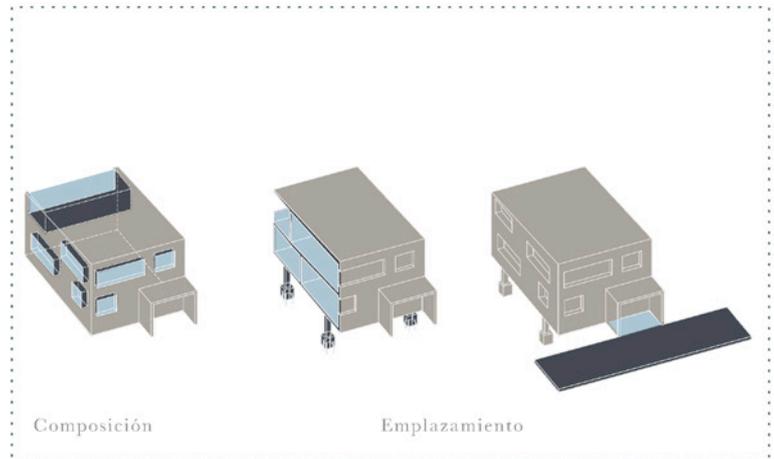
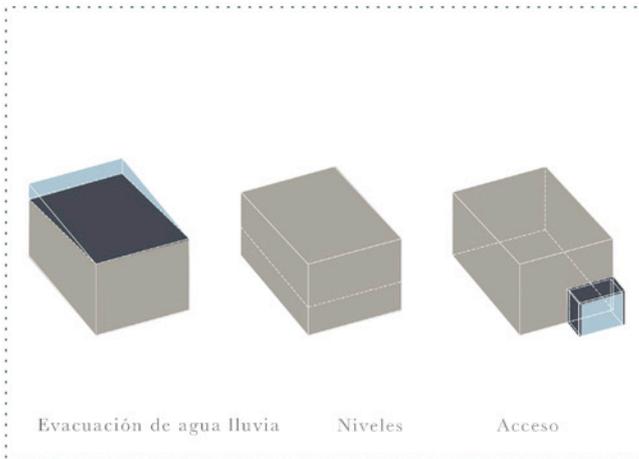
ESQUEMAS DE



MÓDULO BASE
500m²

L44. DENSIFICACIÓN

ESQUEMAS DE

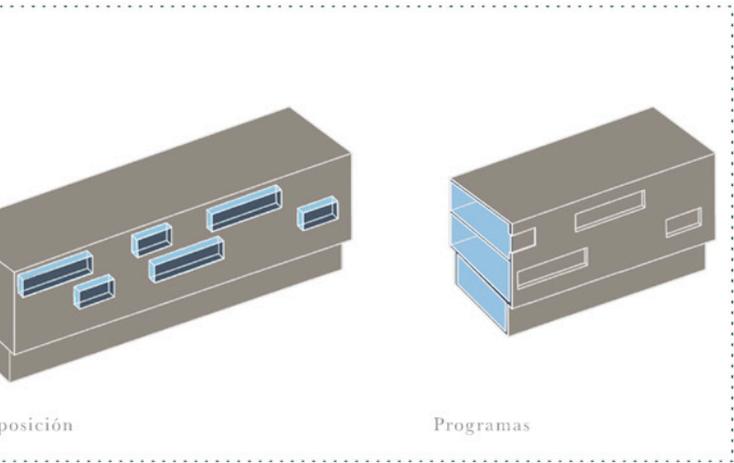


MÓDULO BASE
100m²

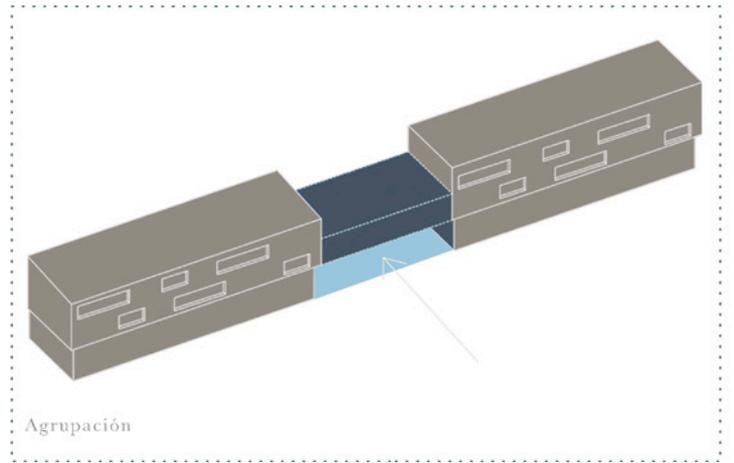
UNIDAD
unifamiliar

CIÓN DE BORDE

AGrupACIÓN



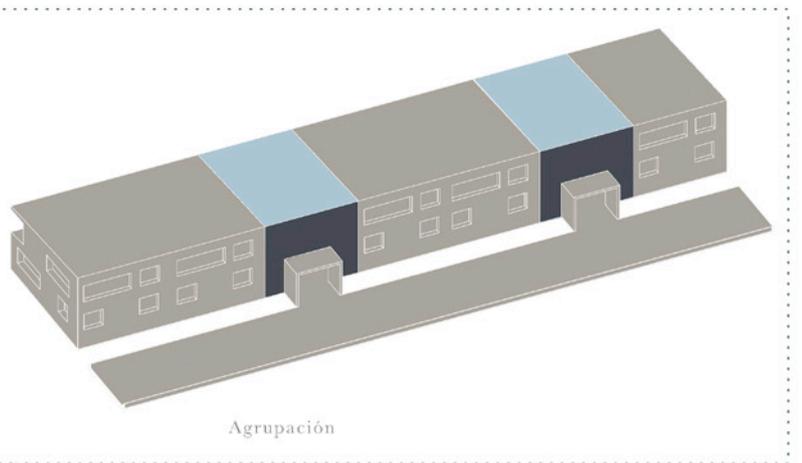
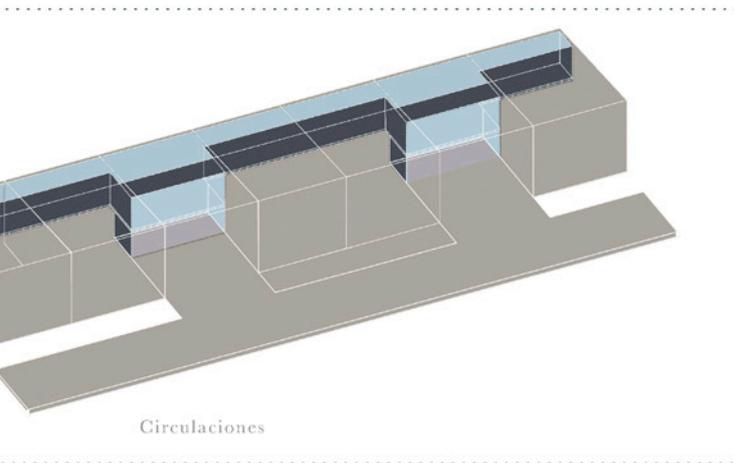
UNIDAD
uso mixto



CONJUNTO
pieza urbana

SOBRE HUMEDALES

AGrupACIÓN



CONJUNTO
multifamiliar



Corte fugado longitudinal | escala 1:250



Suelo duro /
Zócalo programático



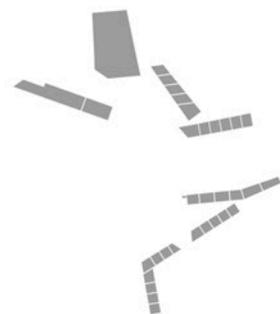
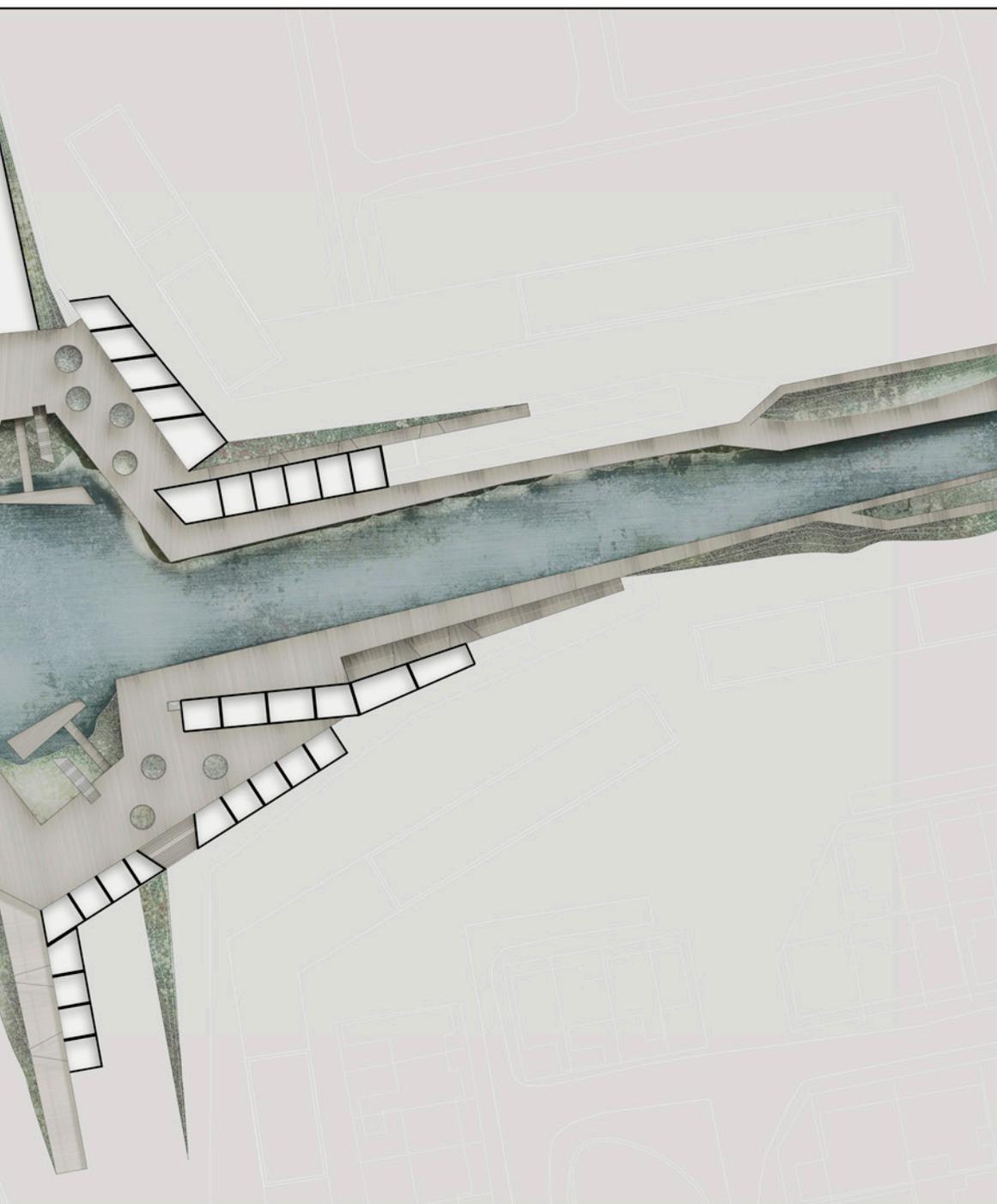
Suelo liviano /
Pavimento sobre borde natural



Suelo flotante /
Paradas fluviales

Landscape architects Grant Associates -
Nuevo espacio público para Sydney





Suelo duro /
Zócalo programático



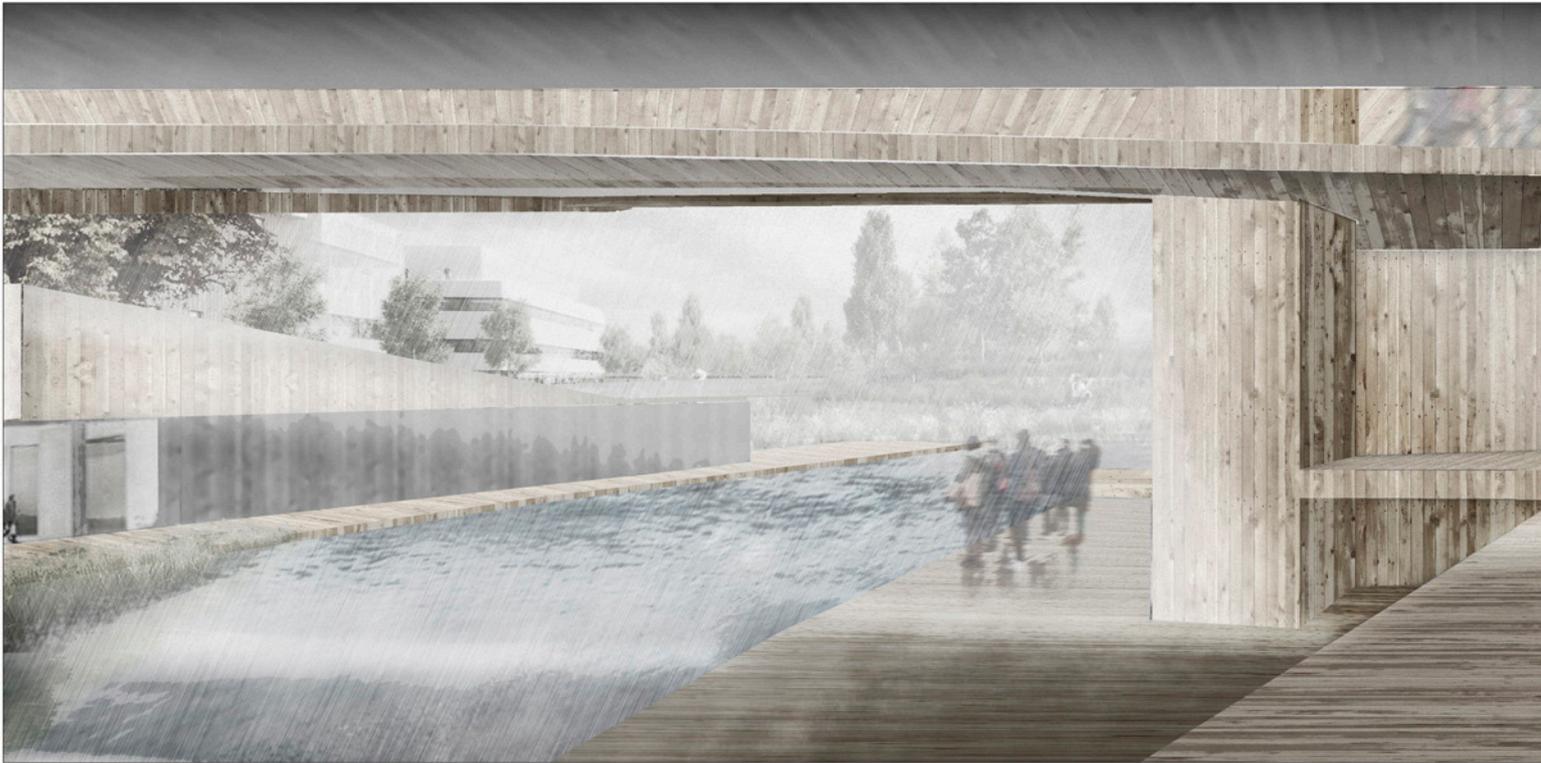
Suelo liviano /
Pavimento sobre borde natural



Suelo intermedio /
Paradas fluviales

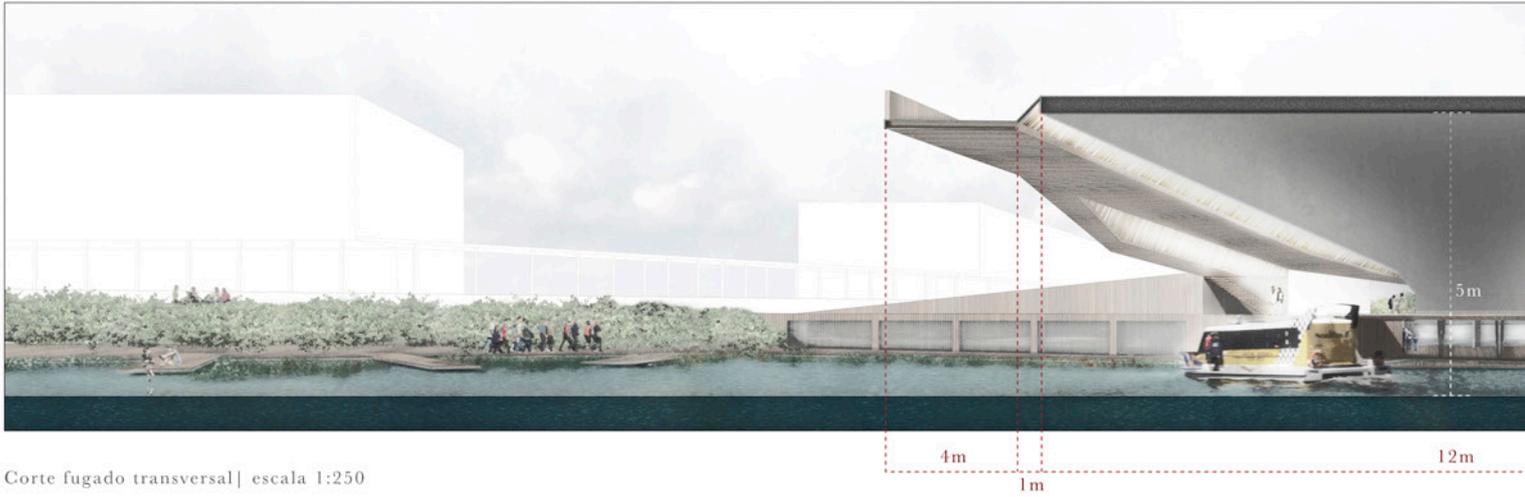
L48. ESTACIÓN FLU

VISTA IN



VIAL INTERMODAL
TERIOR





Corte fugado transversal | escala 1:250



Suelo duro / Contexto



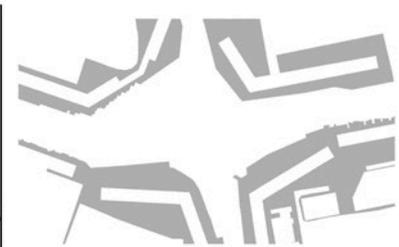
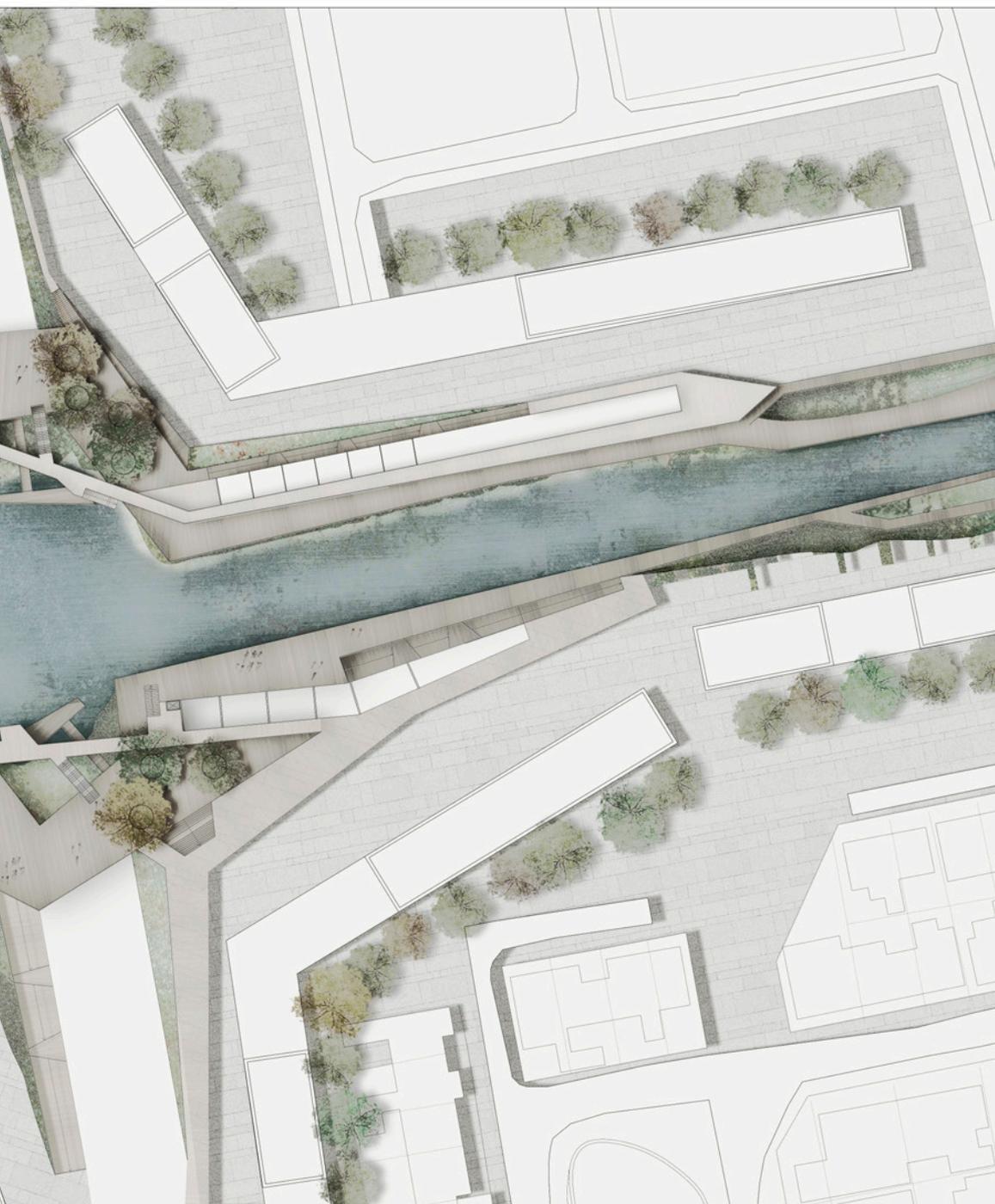
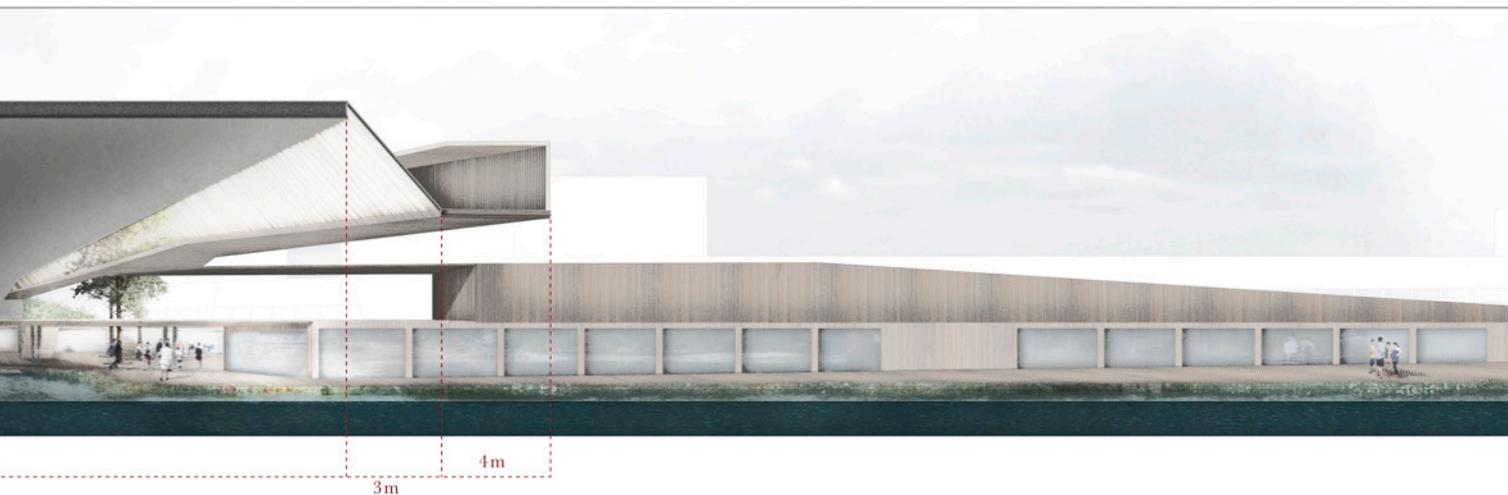
Suelo liviano / Continuidad



Suelo intermedio / Accesos

Groupe scolaire et centre de loisirs Aimé Césaire - Quartier Ile de Nantes

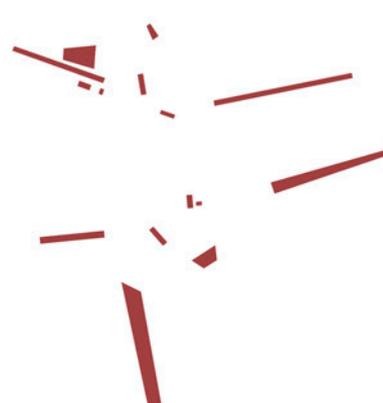




Suelo duro / Contexto



Suelo liviano / Continuidad



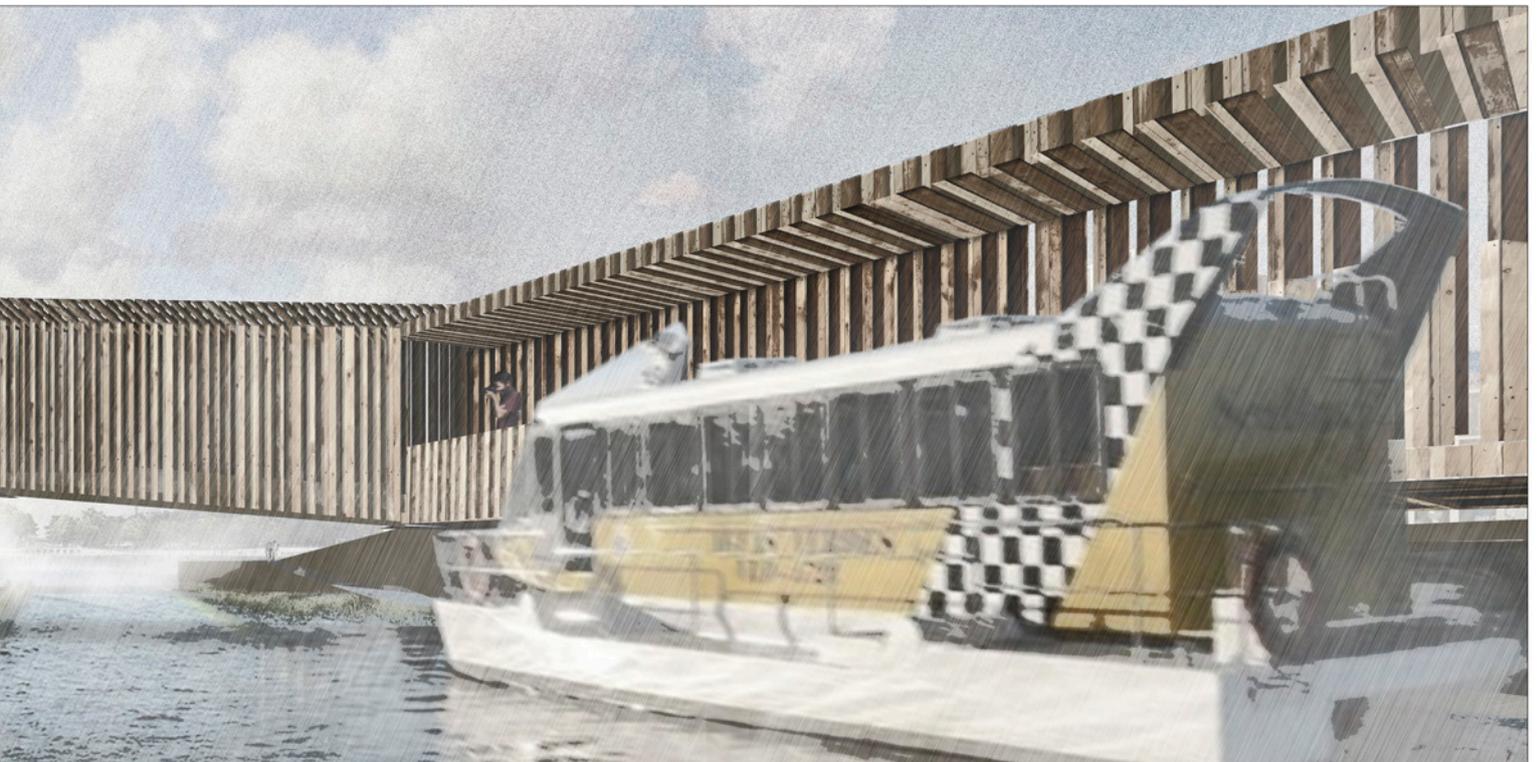
Suelo intermedio / Accesos

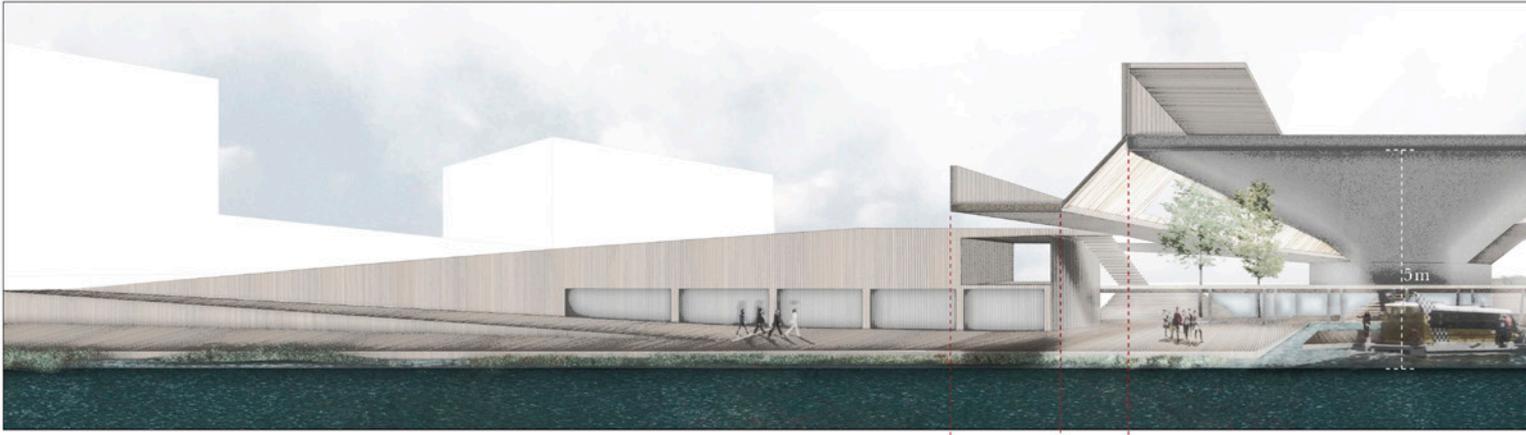
L50. ESTACIÓN FLU

VISTA EX



VIAL INTERMODAL
TERIOR





Corte fugado longitudinal | escala 1:250



Suelo duro /
Puente
Puente peatonal y espacio recreativo
Bostanlı - Studio Evren Başbuğ

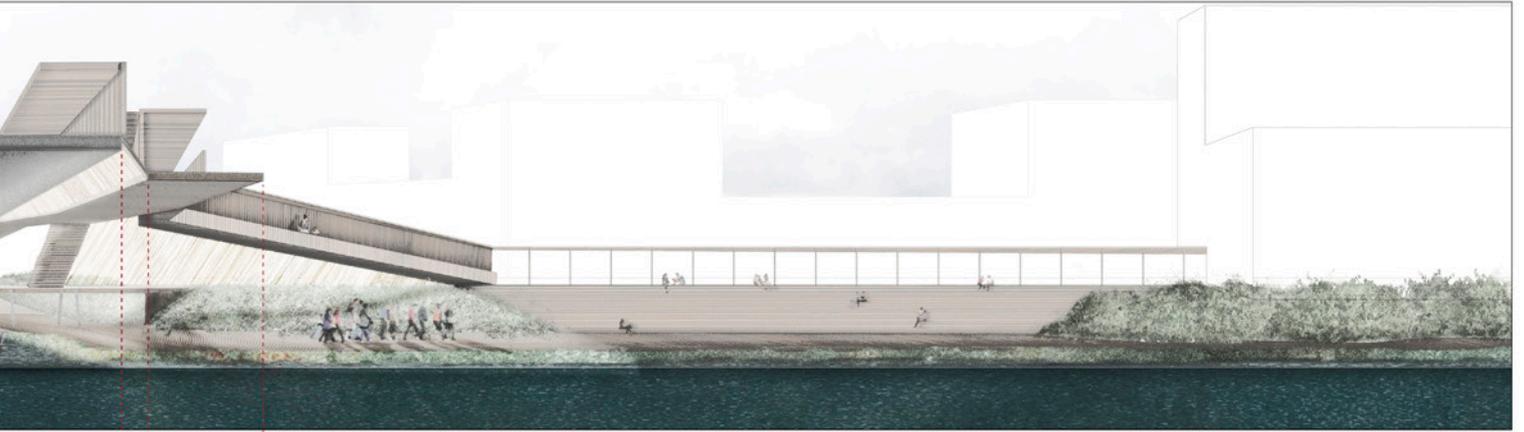


Suelo liviano /
Atravesio - paseo peatonal

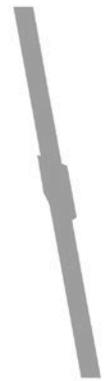
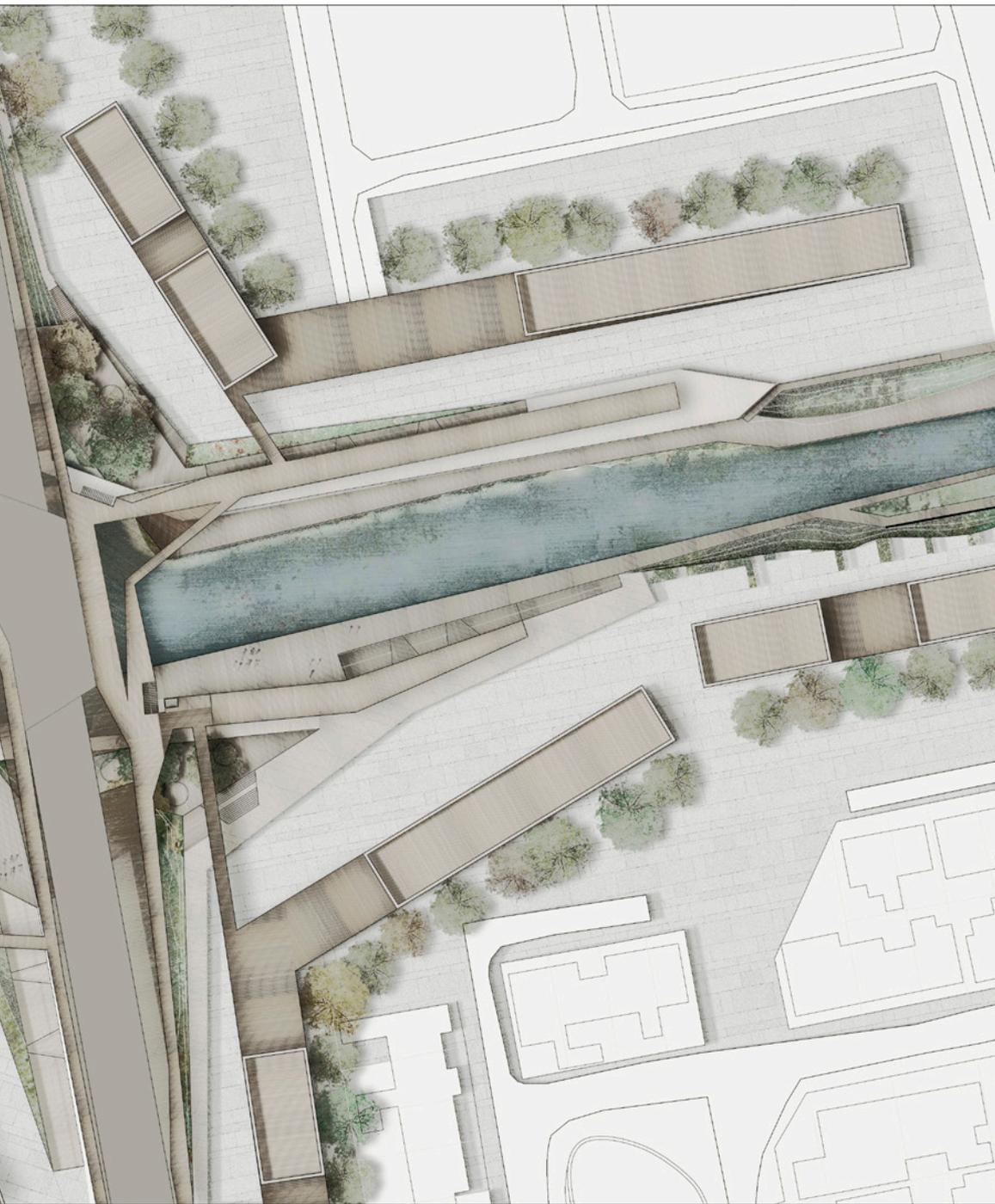


Suelo intermedio /
Taludes de madera

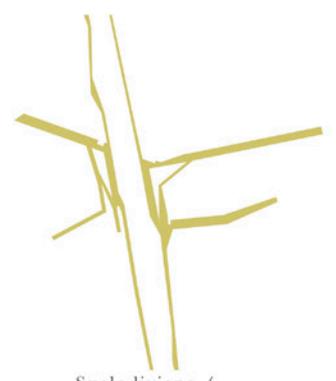




5m
1m



Suelo duro /
Puente



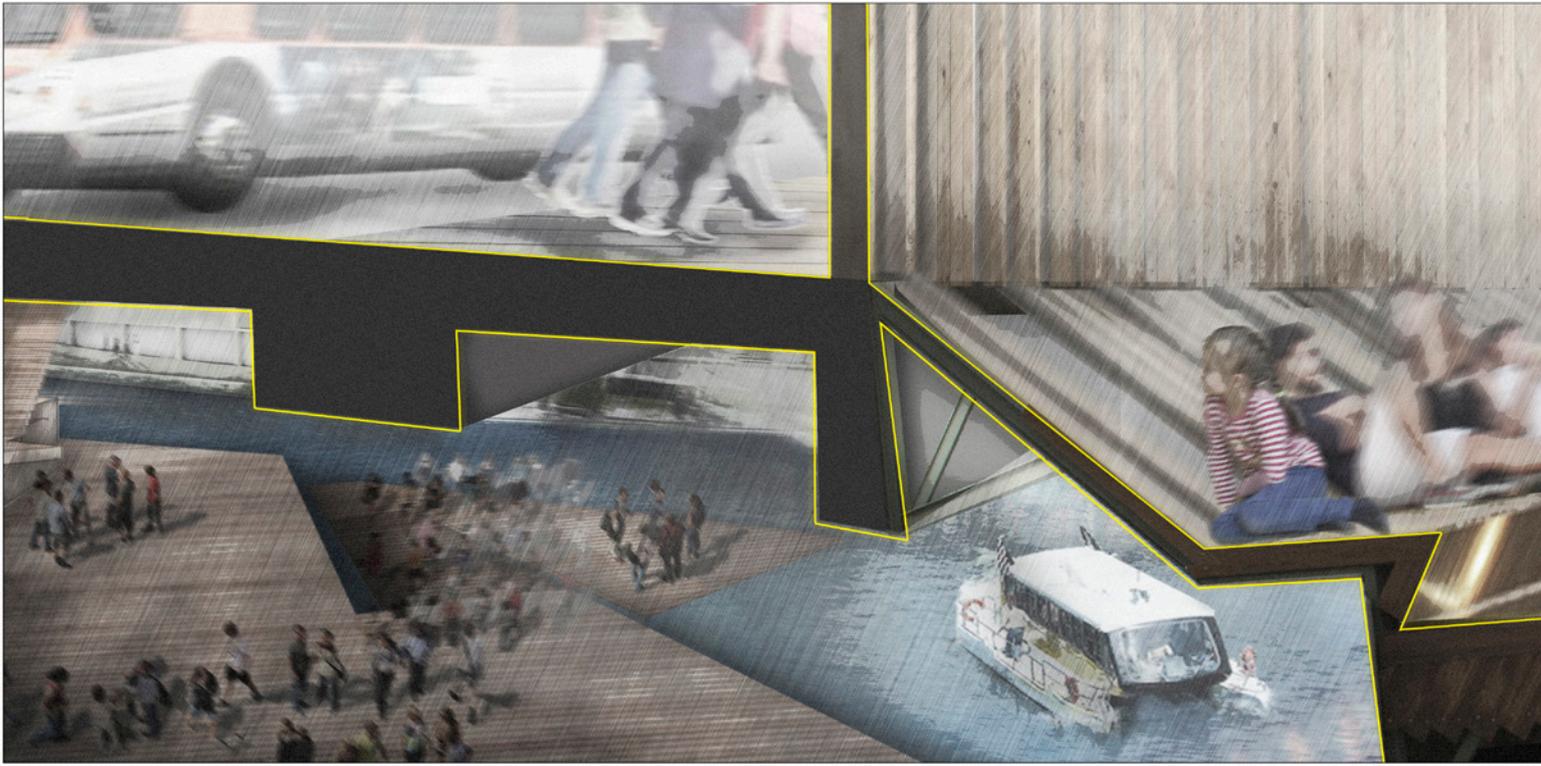
Suelo liviano /
Atravesio - pasco peatonal



Suelo intermedio /
Taludes de madera

L51. ESTACIÓN FLU

ATRAV

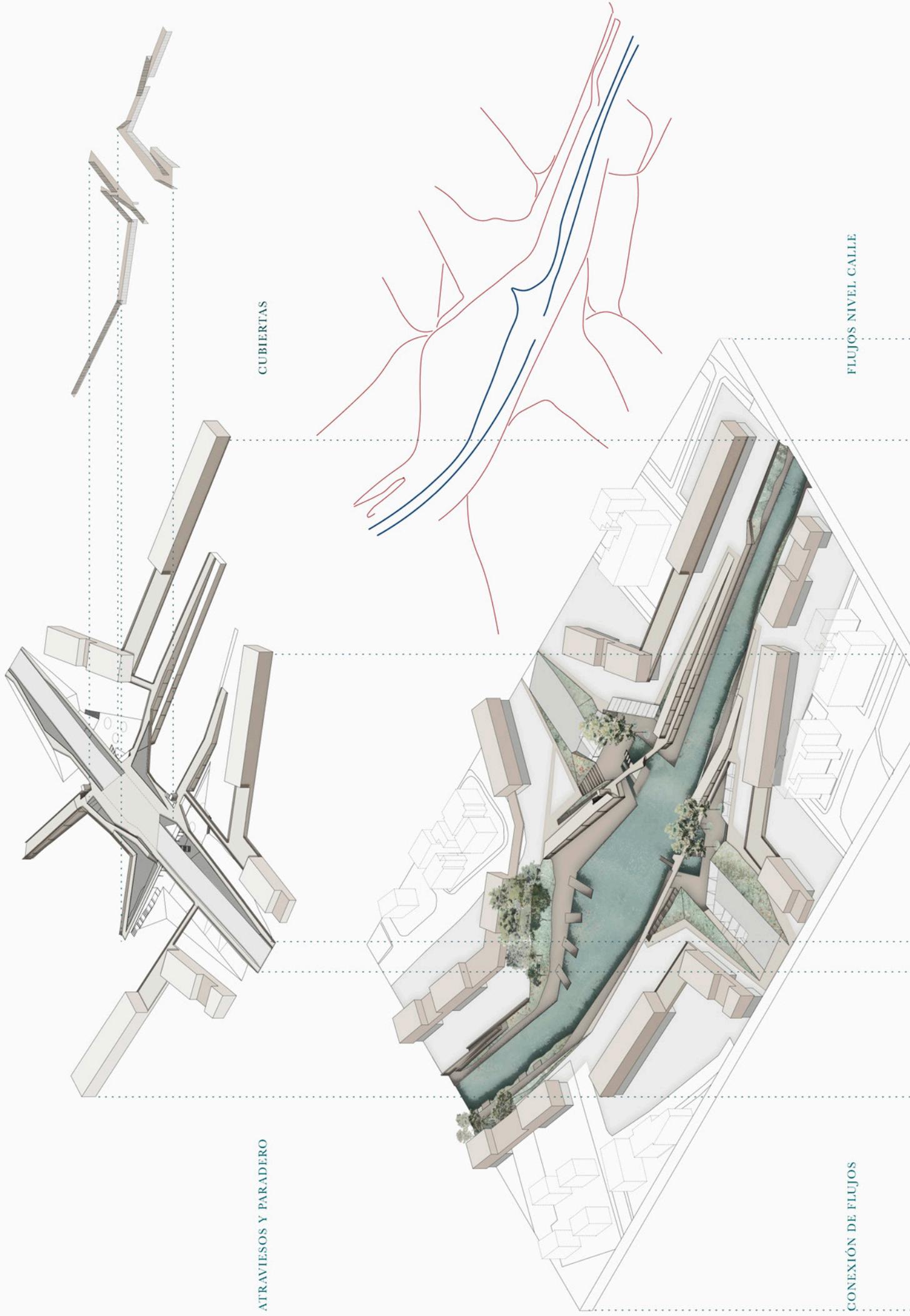


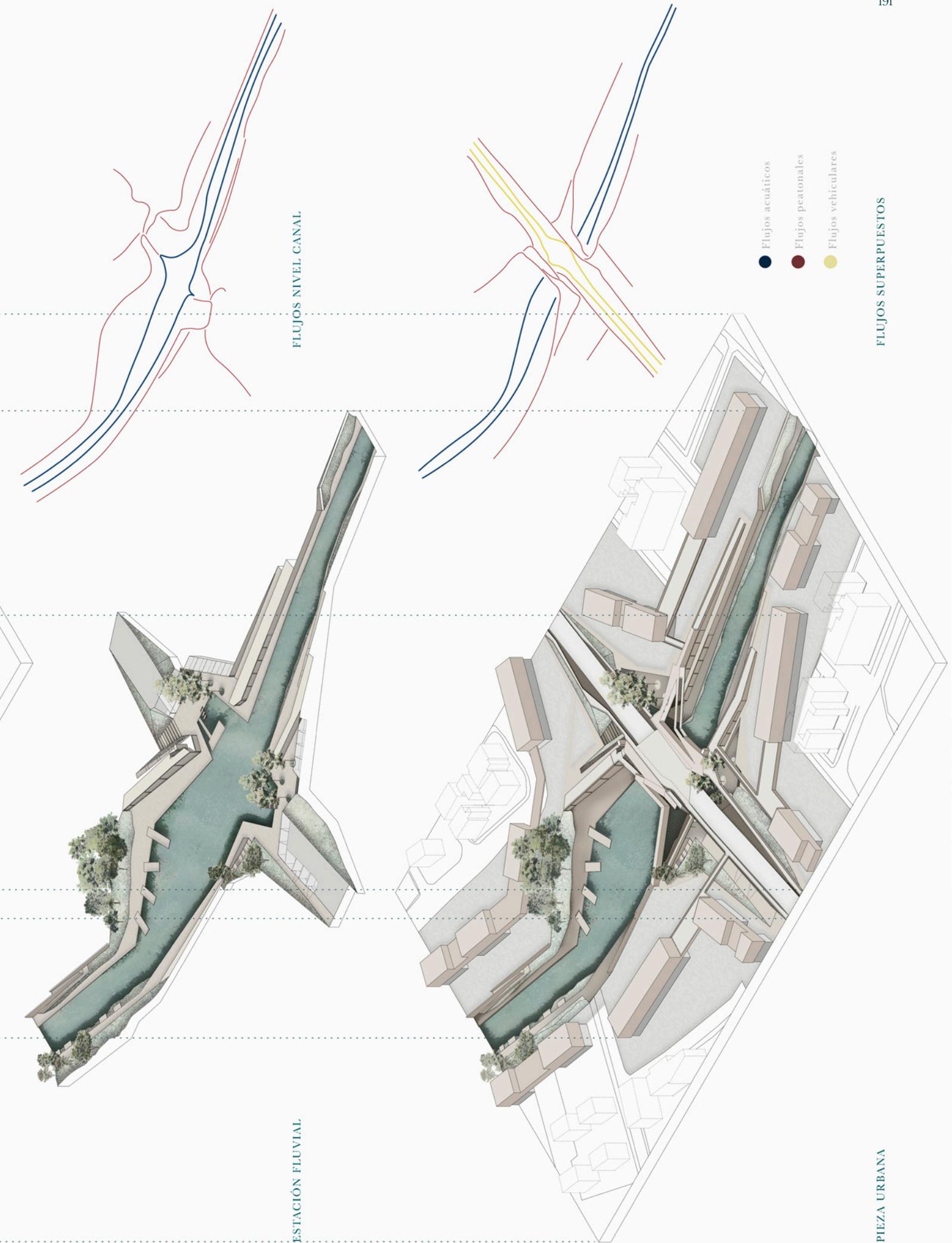
VIAL INTERMODAL
VIESO



L53. LA PIEZA URBANA

TEJIDO DEL ESPACIO PÚBLICO | escala 1:500





FLUJOS NIVEL CANAL

ESTACIÓN FLUVIAL

FLUJOS SUPERPUENTES

PIEZA URBANA

- Flujos acuáticos
- Flujos peatonales
- Flujos vehiculares

