

# OBSERVATORIO NATURAL HUMEDAL EL CULEBRÓN

---

MEMORIA DE PROYECTO DE TÍTULO | 2016 | FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

UNIVERSIDAD DE CHILE



**FLORENCIA MENCEYRA**

PROFESOR GUÍA: FRANCISCO ALLARD

Estudiante	<b>Florencia Menceyra</b>
Profesor guía	<b>Francisco Allard</b>
Académicos FAU consultados	<b>Carolina Devoto</b> , Ecológo Paisajista <b>Oswaldo Moreno</b> , Arquitecto <b>Rodrigo Aguilar</b> , Arquitecto <b>Ernesto Calderón</b> , Arquitecto <b>Alexis Vásquez</b> , Geógrafo
Comisión Pase y Pre-entrega	<b>Paola Velásquez</b> , Arquitecto <b>Emanuel Giannotti</b> , Arquitecto
Profesionales consultados	<b>David Gouverneur</b> , Académico Departamento de Arquitectura del Paisaje, Universidad de Penssylvania <b>Richard Weller</b> , Académico Departamento de Arquitectura del Paisaje, Universidad de Penssylvania <b>Linda Daniele</b> , Hidrogeóloga. Académica en Departamento de Geología, Universidad de Chile <b>Ricardo Hurtubia</b> , Ingeniero Civil Industrial con especialidad en Transporte y Logística. Académico en Pontificia Universidad Católica de Chile

<b>CAPÍTULO 1 / Introducción</b> .....	5		
1.1. Presentación.....	5		
1.2. Motivaciones.....	5		
<b>CAPÍTULO 2 / Marco conceptual</b>			
<b>Ecosistemas costeros y resiliencia para la mitigación de desastres</b> .....	7		
2.1. Desastre y riesgo: subida de nivel de mar y tsunami .....	7		
Causas y fenómenos			
Gestión de riesgo y gestión de resiliencia			
Subida de nivel de mar			
Cambio climático			
2.2. Resiliencia y sustentabilidad: Infraestructuras verdes.....	11		
Adaptabilidad y flexibilidad en el sistema urbano			
Sustentabilidad territorial			
Ecosistemas como mecanismos de protección			
2.3. Humedales costeros.....	13		
Rol y relevancia a nivel mundial			
Servicios ecosistémicos			
Clasificación			
Deterioro y conservación			
Situación nacional			
<b>CAPÍTULO 3 / Lugar</b>			
<b>Humedal El Culebrón, Coquimbo</b> .....	17		
3.1. Metodología de selección .....	17		
Catastro y filtros de selección			
Elección de lugar			
3.2. Coquimbo .....	20		
Contexto geográfico y medio físico			
Contexto urbano			
Contexto normativo			
3.3. Humedal El Culebrón .....	28		
Flora y fauna			
Desarrollo histórico			
Zona urbana y usos de suelo			
		Impactos ambientales	
		Amenaza y riesgo	
		Marco normativo	
		3.4. Oportunidades y desafíos .....	36
		<b>CAPÍTULO 4 / Proyecto</b>	
		<b>Observatorio Natural Humedal El Culebrón</b> .....	39
		4.1. Objetivos de proyecto .....	39
		Objetivo general	
		Objetivos específicos	
		4.2. Propuesta territorial .....	39
		Macro escala: Matriz ambiental para la bahía	
		Meso escala: Parque Metropolitano El Culebrón	
		Micro escala: Observatorio Natural Humedal El Culebrón	
		4.3. Propuesta arquitectónica.....	45
		4.4. Referentes .....	45
		4.5. Estrategias de intervención: contabilización de la ciudad y el ecosistema....	48
		Abrir	
		Contener	
		Vegetar	
		Conectar	
		Programar	
		4.6. Diseño .....	50
		Planimetría e imágenes objetivo	
		Criterios de intervención específicos	
		Plan de gestión	
		<b>CAPÍTULO 5 / Cierre</b>	
		<b>Reflexiones finales</b> .....	69
		5.1. Sobre el proceso.....	69
		5.2. Sobre el proyecto .....	69
		<b>Referencias bibliográficas</b> .....	71
		<b>Anexo 1</b> .....	77



# CAPÍTULO 1 / Introducción

---

## 1.1 Presentación

La presente Memoria de Proyecto de Título, y la correspondiente propuesta arquitectónica, se gestan en el desarrollo y conclusiones del seminario de investigación *Infraestructuras verdes y resiliencia en localidades litorales afectadas por desastres: Parques de mitigación en el borde costero en el marco de la reconstrucción post-27F*, realizado por la misma estudiante durante el 2015. Dicho seminario se basa en la siguiente premisa:

*En Chile existe una realidad espacio-geográfica que entabla una serie de peligros constantes, los cuales, sumados a la vulnerabilidad de las ocupaciones humanas, aumentan los niveles de riesgo (Arenas, Lagos e Hidalgo, 2010). Esto debido a que la ocupación, mayormente, se reduce a la explotación de suelo desmedida sin prestar atención a la dinámica natural del sistema en el que está inserta, es decir, sin enfrentar la realidad de amenazas que pueden conducir a desastres que afectan directamente a la población.*

Por consiguiente, el seminario abordó la acción multifuncional de infraestructuras verdes, entendidas como una red de áreas verdes naturales, semi-naturales o artificiales, como estrategia para reducir la vulnerabilidad en áreas urbanas ante eventos de desastre, y simultáneamente servir de soporte cotidianamente.

Ante el análisis de diversos casos de estudio en el borde litoral de Chile y su comportamiento durante el tsunami del 27 de febrero del 2010, el seminario concluye respecto a la relevancia de los sistemas naturales, en este caso, humedales de estuario, para la subida de nivel de mar, y cómo el deterioro de estos aumenta el riesgo de la población ante eventos de inundación de diverso tipo.

Es así, que el siguiente tema es relevante abordarlo desde 2 puntos de vista complementarios: reducción de riesgo para la población y preservación de ecosistemas.

Por este motivo, se trabaja a través del concepto de **infraestructuras verdes**, y se propone el Observatorio Natural Humedal El Culebrón en la ciudad de Coquimbo, específicamente en una zona de alto riesgo ante la subida de nivel de mar. El proyecto consiste en un parque inundable que entrega una serie de experiencias relacionadas con el aprendizaje sobre el ecosistema de humedal, al mismo tiempo que permite un ingreso limpio y seguro del mar, reduciendo el impacto que puede tener el oleaje en el Barrio Baquedano.

---

## 1.2 Motivaciones

Durante los primeros 4 años de la formación profesional como Arquitecto/a, la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile entrega la posibilidad de tomar cursos electivos con la intención de conocer o profundizar sobre temas, áreas y especialidades del interés de cada uno de sus estudiantes, siempre enmarcado en un valor crítico y de análisis respecto al rol del arquitecto en la visión del país.

En mi caso personal, desde que tuve la posibilidad de explorar las diferentes áreas, siempre existió una inclinación personal hacia los ámbitos de sustentabilidad, eficiencia energética y medioambiente, tomando todos los cursos que fueron posibles respecto al tema. Dentro de esta gama de cursos, en general, existían dos formas de abordarlos: desde la arquitectura como objeto individual y desde el urbanismo a nivel territorial.

Ambas aproximaciones tienen sus beneficios, carencias y dificultades. Sin embargo, es a nivel territorial donde, en mi opinión, existe un mayor desafío frente al ejercicio de la profesión ya que es aquí donde presentan las mayores problemáticas a nivel país con respecto a la planificación territorial de las ciudades. En teoría, el escenario actual del país, da cuenta de que tanto la academia como las entidades públicas y privadas, tienen conocimiento de esta situación. A pesar de la importancia de abordar el desarrollo territorial y urbano desde una escala mayor y con criterios sustentables, las herramientas

formales de planificación y los procesos de desarrollo territorial no logran, generalmente, llevar de forma adecuada la teoría a la práctica, lo que se disocia del entendimiento sistémico y funcional promovido por el desarrollo territorial sostenible.

Esta reflexión me permitió un acercamiento de forma más directa al tema durante el desarrollo del Seminario de Investigación, mencionado anteriormente, en el cual se presenta el paisaje como un recurso de protección de los asentamientos humanos, destacando la relevancia de su preservación para evitar desastres y ocupaciones del territorio inadecuadas.

Es por esto, que mi interés personal a la hora de abordar el Proyecto de Título, se orientó a impactos ambientales causados por el crecimiento urbano en ecosistemas, y cómo la compatibilización entre el medio urbano y natural puede traer beneficios sociales como ambientales.

# CAPÍTULO 2 / Marco conceptual

## Ecosistemas costeros y resiliencia para la mitigación de desastres

### 2.1 Desastre y riesgo: subida de nivel de mar y tsunami

Según Arenas, Lagos e Hildalgo (2010), un desastre se define como una situación de daño producida por un fenómeno de origen natural, socio-natural o antrópico, que, al relacionarse con asentamientos humanos vulnerables, es decir, con la decisión humana de ocupar un territorio sin considerar los procesos naturales existentes, alteran el funcionamiento cotidiano de la sociedad, generando pérdidas humanas, materiales y ambientales (EPC y TCG International LLC, 2004).

Es así, que el desastre se presenta como resultado de una serie de procesos de riesgo, por lo cual, el riesgo es el factor elemental para comprender el desarrollo de los desastres y poder prevenirlos o mitigar sus consecuencias (Arenas et al., 2010).

El riesgo supone la probabilidad de ocurrencia de un proceso natural extremo que puede potencialmente generar daño a la población (Arenas et al., 2010), es decir, tiene un factor natural y otro antrópico. Estos dos factores, los cuales son directamente proporcionales, se conocen como amenaza y vulnerabilidad.

La amenaza se asocia a eventos de origen natural, lo cual incluye todo el territorio físico que no involucra al ser humano (Kreimer, Arnold y Carlin, 2003), comprendiendo los procesos naturales del lugar y siendo un factor externo de riesgo. Por su parte, la vulnerabilidad se asocia a la forma de ocupación del

territorio, es decir, lo relacionado a la industria humana (Kreimer et al., 2003) y, por tanto, es un factor interno de riesgo. Según el IPCC (2007), la vulnerabilidad corresponde a la *“propensión o predisposición a ser afectado negativamente. La vulnerabilidad comprende una variedad de conceptos y elementos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación”*.

#### Causas y fenómenos

En Chile, según Arenas et al. (2010), las situaciones de riesgo se ven acentuadas debido a una ocupación urbana irregular y sin planificación territorial, como también por la presión inmobiliaria de construir en zonas de riesgo. Considerando, además, que el borde costero presenta una concentración poblacional importante debido a la extracción y aprovechamiento de recursos marinos, la vulnerabilidad se vuelve un tema central para la planificación de las áreas urbanas litorales.

Sumado a lo anterior, que contribuye a la vulnerabilidad, se pueden identificar en el país, dos factores de amenaza que afectan a la totalidad del territorio continental y que se interrelacionan entre sí, los cuales deberían considerarse en todo instrumento de planificación territorial: la condición tectónica y la longitud aproximada de 4.300 km. de borde costero.

En primer lugar, la ubicación geográfica de Chile y su

condición tectónica que lo posiciona como el segundo país más sísmico del mundo, según la ONU (La Tercera, 2015), son los factores que generan una amenaza permanente de tsunami sobre el borde litoral (Lagos, 2000), considerando, además, que existe un mayor peligro sísmico nacional hacia el Océano Pacífico:

*(...) es mucho más probable que las estructuras sufran el impacto de un terremoto costero ya que en esta zona es donde se encuentran la principal interacción entre las placas tectónicas y se generan gran parte de los sismos más significativos (Centro Sismológico Nacional, 2016).*

Es así, que la amenaza y eventos de tsunami son un fenómeno recurrente (Altamirano, Aránguiz, Belmonte, Flores, Martínez y Rojas, 2012) en la historia de la costa chilena. El SHOA posee un registro de antecedentes de tsunami desde 1562 hasta la fecha, completando una larga lista de fenómenos de este tipo.

En segundo lugar, la longitud de borde costero genera un riesgo constante no sólo ante eventos puntuales como un tsunami, sino que ante eventos de mayor recurrencia como subida de marea, tormentas y marejadas o, con proyección a futuro, la subida de nivel de mar por el cambio climático.

#### Gestión de riesgo y gestión de resiliencia

Para hacer manejo de situaciones de riesgo, los instrumentos de planificación territorial sirven como herramienta de proyección

para orientar el desarrollo urbano. Tradicionalmente para estos procesos se utiliza la **gestión de riesgos**, proceso analítico y social que en Chile aún no se desarrolla de forma acabada en las herramientas de planificación urbana existentes, a pesar de ser mencionado como un motor de trabajo en los diversos planes, especialmente en aquellos post-desastre, es decir, de reconstrucción. Esta tiene por objetivo principal el identificar, estimar, evaluar, controlar, reducir y prevenir los riesgos en un asentamiento y llevarlos a un nivel aceptable (Kreimer et al., 2003), siendo la **prevención** el aspecto clave para finalmente minimizar las pérdidas materiales y humanas (Montenegro-Romero y Peña-Cortés, 2010).

El modelo de gestión de riesgos funciona de manera matemática y simplifica las relaciones entre la dinámica natural y la urbana. Esto deriva en una limitante en cuanto a la complejidad en las interacciones entre el medioambiente y los elementos tecnológicos que presentan las ciudades (Kreimer et al., 2003), es decir, falta un acercamiento al funcionamiento de la red urbano-natural y su infraestructura.

A nivel internacional, sin embargo, se ha ido sobreponiendo a aquel método, la **gestión de resiliencia**, ya que aborda situaciones de cambio permanente en un espacio urbano enmarcado en un territorio mayor y considerando las diferentes unidades de paisaje que funcionan como un sistema.

La gestión de resiliencia tiene como fortaleza integrar los conceptos de adaptabilidad como posibilidad de aprendizaje y las estrategias de reducción de riesgo para disminuir las vulnerabilidades transformándose en una forma experimental de planificación que aborda la gestión de riesgos (Kreimer et al., 2003). En este sentido, se busca una recuperación del sistema urbano sobre crisis ambientales, sociales y/o económicas, pero comprendiendo las nuevas circunstancias y procesos (Brandes et al., 2013). Se vincula con el manejo de desastres y la gestión

de riesgos principalmente porque busca realizar un **análisis del presente y futuro en cuanto a condiciones de amenazas** (Kreimer et al., 2003), abarcando una amplia variedad de estrategias de mitigación de riesgo que buscan responder ante la vulnerabilidad (Brandes et al., 2013).

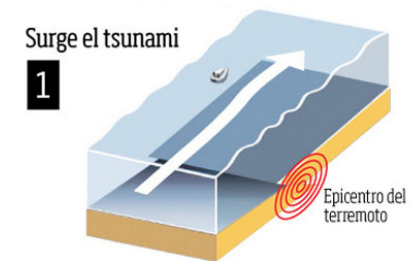
### Subida de nivel de mar

En el caso del borde costero, la resiliencia se asocia a la capacidad de organización en la costa para preservar las condiciones actuales y potenciar sus funciones según los cambios hidrológicos y morfológicos (Kreimer et al., 2003). Los riesgos asociados a la subida de nivel de mar y marejadas, como se mencionó anteriormente, son el eje central para determinar el uso seguro del espacio costero (Brandes et al., 2013).

De este modo, para un proyecto asociado al borde litoral, es fundamental comprender los diferentes escenarios de subida de nivel de mar que pueden presentarse, tales como: tsunami, marea alta, marejadas y tormentas.

El fenómeno de tsunami, entendido como el de menor frecuencia y mayor gravedad dentro de los posibles eventos de subida de nivel de mar que existen en el país, se define como:

*Aquel fenómeno que ocurre en el mar, generado principalmente por un disturbio sísmico que impulsa y desplaza verticalmente la columna de agua originando un tren de ondas largas, con un período que va de varios minutos hasta una hora, que se propaga a gran velocidad en todas direcciones desde la zona de origen, y cuyas olas al aproximarse a las costas alcanzan alturas de grandes proporciones, descargando su energía sobre ellas con gran poder, infligiendo una vasta destrucción e inundación (Lagos, 2000, p. 93).*



1

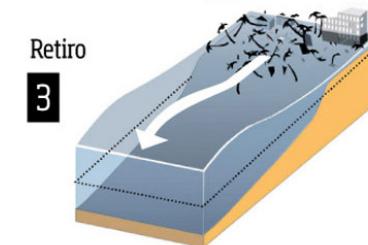
Las olas iniciales viajan a 500 km/hr. Las olas pueden tener sólo algunos metros de altura sobre una amplia distancia, por lo que en mar abierto es difícil detectarlas.



En la costa

2

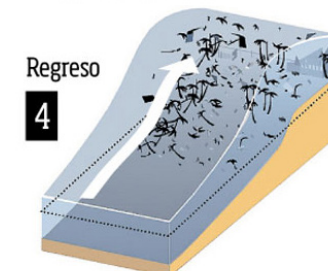
Al llegar a aguas menos profundas, las olas se vuelven más lentas pero aumentan su tamaño. En algunas ocasiones los tsunamis no crean olas gigantescas en la costa, sino que generan mareas muy veloces y fuertes.



Retiro

3

Cuando se retira, arrastra los desechos y víctimas de regreso al océano. Puede pasar una hora para la llegada de la siguiente ola.



Regreso

4

La próxima ola puede ser mayor y más fuerte; las olas sucesivas transportan más desechos y devastación.

Infografía sobre los tsunamis. La Tercera (2010). Recuperado en: [http://especiales.latercera.cl/especiales/2010/terremoto/papel\\_terremoto/tsunami.html](http://especiales.latercera.cl/especiales/2010/terremoto/papel_terremoto/tsunami.html)





Fotografía del sector de Avenida Baquedano de Coquimbo destruida e inundada por el tsunami del 16 de septiembre de 2015. Usuario Sfs90 (2015). Recuperado en: [https://en.wikipedia.org/wiki/2015\\_Illapel\\_earthquake#/media/File:Avenida\\_Baquedano\\_destruida.JPG](https://en.wikipedia.org/wiki/2015_Illapel_earthquake#/media/File:Avenida_Baquedano_destruida.JPG)

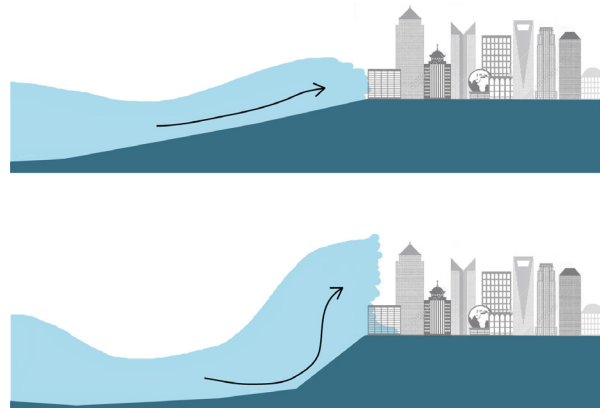
La forma de actuar y consecuencias un tsunami, tienen como factor de incidencia las condiciones locales de emplazamiento, la cual afecta variables como la longitud y período de onda, la altura de ola y la altura de inundación. Se le suma a esto la magnitud del sismo y la altura y velocidad de fractura de placas.

Entre las condiciones locales que inciden en la forma de arribo de un tsunami a la costa, se pueden identificar:

- **Topografía de suelos marinos (batimetría):** la profundidad y formación de suelos, afecta directamente la altura de ola de un tsunami, como también la energía con que se arrastran las olas. De este modo, pueden presentarse diversas situaciones, por ejemplo, una subida gradual del nivel de mar o una serie de olas a gran velocidad.

- **Forma de la bahía o línea litoral:** la dirección que posee el borde costero respecto al epicentro de un sismo varía la forma de ingreso de los trenes de ola.

- **Topografía:** similar a los suelos marinos, los suelos terrestres afectan la forma en que rompen las olas y la altura que pueden alcanzar. Por ejemplo, grandes variaciones de altura



Esquema de comparación de altura de ola según topografía.  
Elaboración propia.

cercanas a la línea de costa, generan un tsunami de olas más altas, pero a menor velocidad. Por otra parte, una pendiente menos acentuada genera una disminución de energía y altura en las olas.

- **Presencia de ríos:** las existencias de cursos de agua cercanos a la costa afectan en gran medida la forma de inundación de un tsunami, ya que actúan como embudos de masas de agua hacia el interior del territorio, aumentando la fuerza destructiva de estos.

- **Rugosidad de zona urbana:** los diversos grados de rugosidad que puedan tener las masas vegetales o infraestructura urbana, como muros de contención u otras construcciones, afectan la energía con que avanzan los trenes de ola.

Estas condicionantes tienen incidencia ante un tsunami, como también ante diversos eventos de subida de nivel de mar de características menos destructivas, pero riesgosas igualmente. El cambio climático, por ejemplo, se presenta como un escenario actual y con miras a futuro, que tendría consecuencias directas en el nivel de mar y, por ende, en todas las ciudades litorales.

### Cambio climático

El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), conformado en 1988 por 195 países, entre los cuales se encuentra Chile, es el organismo encargado de entregar información científica, técnica y socioeconómica a las autoridades que tenga relación con el cambio climático, entregando cifras y pronósticos que puedan contribuir a reducir el calentamiento global por medio de políticas.

De acuerdo al IPCC (2007), el cambio climático es el “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la

actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”, haciendo distinción entre causas antrópicas y la variabilidad climática natural. En otras palabras, es un cambio significativo y de larga duración en los patrones, tanto globales como locales, del clima. Las causas naturales pueden ser variaciones en la energía solar, erupciones volcánicas, circulación oceánica, procesos biológicos y otros (IPCC, 2007). Por otra parte, entre las causas antrópicas se encuentra la emisión de CO<sub>2</sub> y otros gases, los cuales causan el efecto invernadero, y por lo tanto el calentamiento global. A esto se le suma la alteración de uso en grandes extensiones de suelo que también ayudan a causar el calentamiento global del planeta (IPCC, 2007).

El calentamiento global consiste en el aumento de la temperatura en la atmósfera terrestre que ha ido en incremento desde finales del siglo XIX con la Revolución Industrial (*cambioclimaticoglobal.com*, 2016). Según el IPCC (2013), está demostrado con un 95% de seguridad que la actividad humana es la causa dominante en el calentamiento global desde finales del siglo XX.

Para el año 2013 las concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera alcanzaron las 400 partes por millón, lo cual significa su duplicación en un período de 100 años (La Tercera, 2013). Este fenómeno ha causado que durante los últimos 30 años la temperatura promedio del planeta haya aumentado 1°C. El aumento de las concentraciones de CO<sub>2</sub> y de la temperatura del planeta significa más fenómenos meteorológicos extremos como olas de calor, inundaciones, deshielo y retroceso en los glaciares, disminución de extensión de zonas de nieve permanente y aumento de nivel en océanos, según la Organización Meteorológica Mundial (Biobio Chile, 2015; Abdón y Meza, 2008).

Según Abdón y Meza (2008), en el caso de la subida del nivel de mar, Chile tiene una vulnerabilidad mayor dada la exposición de gran parte del territorio al Océano Pacífico y la densidad poblacional en áreas costeras. Entre los cambios que puede producir el aumento del nivel del mar se identifican cambios en los oleajes y mareas, y cambios en la morfología costera.

El IPCC (2013) ha proyectado un aumento del nivel de mar de 90 centímetros para finales del siglo XXI, al ritmo de calentamiento actual. Según La Tercera (2015b), James Hansen, académico de la Universidad de Columbia, plantea que si el planeta aumenta 2°C su temperatura, la subida de nivel de mar ascendería a 3 metros para finales del siglo.

Finalmente, el IPCC (2007) propone la adaptación y resiliencia como herramientas exitosas de manejo en el sistema de borde costero, a modo de enfrentar eventos extremos, tengan relación con el clima o no, involucrando tanto la subida del nivel de mar como tsunamis. Y en este sentido, mencionan como lecciones de aprendizaje para la adaptabilidad de las ciudades costeras, que los ecosistemas costeros, tales como sistemas de dunas, arrecifes y humedales proveen una primera línea natural de protección frente a inundaciones.

## 2.2 Resiliencia y sustentabilidad: Infraestructuras verdes para la mitigación de desastres

### Adaptabilidad y flexibilidad en el sistema urbano

El IPCC (2007) define la resiliencia como:

*Capacidad de los sistemas sociales, económicos y ambientales de afrontar un suceso, tendencia o perturbación peligroso respondiendo o reorganizándose de modo que mantengan su función esencial, su identidad y su estructura, y conservando al mismo tiempo la ca-*

*pacidad de adaptación, aprendizaje y transformación.*

Aplicado a temas de planificación territorial, el concepto de resiliencia se comprende como la habilidad de un sistema de absorber cambios y persistir frente a un escenario de desajuste (Kreimer et al., 2003), sobreponiéndose a las situaciones mediante la adaptación y flexibilidad, en contraposición a la estabilidad, que busca regresar a un estado de equilibrio anterior (Moreno, 2013). En este sentido, puede sintetizarse como la capacidad de una ciudad para recuperarse frente a eventos de dos tipos: estrés crónico y alteraciones agudas. El estrés crónico debilita el tejido urbano en un ciclo cotidiano, tal como ineficiencia del transporte público y la escasez de agua. Las alteraciones agudas corresponden a shocks, es decir, eventos repentinos que representan amenazas, como terremotos o inundaciones (Arup, 2014).

Arup (2014), en su proyecto investigativo City Resilience Framework (CRF) establece una estructura para la resiliencia que se arma en función de 4 categorías: Red Social, Red Económica, Red de Organización y Red Físico-ambiental. Estas redes se encuentran interconectadas y cada cual posee una serie de indicadores de resiliencia.

La Red Físico-Ambiental supone una relación directa con la planificación urbana y establece como fundamental la relación entre lo urbano y los sistemas naturales:

#### **RED FÍSICO-AMBIENTAL / Infraestructura y medioambiente**

*Busca la integración y conexión entre el sistema antrópico y el natural, en conjunto con la entrega de servicios y protección.*

#### **Indicadores:**

- *Proveer y mejorar asentamientos naturales protectores y humanos: para reducir vulnerabilidad en las ciudades. Incluye humedales, dunas o infraestructura del tipo de diques, etc.*

- *Asegurar funcionamiento continuo de servicios críticos: manejo de recursos artificiales. Incluye el diseño de infraestructura como caminos y puentes para resistir inundaciones y asegurar evacuación.*

- *Proveer comunicación y movilidad efectiva: fomentar el flujo libre de personas, información y bienes. Involucra redes de comunicación y sistemas de movilidad física.*

De esta manera, se asocia la capacidad resiliente de una ciudad a la integración de los ecosistemas existentes -o propuestos- a su red de infraestructuras.

### Sustentabilidad territorial

El contexto socio-ecológico es el marco social en el cual se da la interacción del ser humano con la naturaleza (Haase, Elmqvist y Frantzeskaki, 2014), presentándose la oportunidad de potenciar la identidad y particularidad de cada lugar. La ciudad, como ecosistema urbano, es el espacio donde existe la capacidad de relación entre estos ámbitos y donde se puede avanzar hacia la resiliencia, dada la condición de emergencia frente a amenazas inherentes al territorio.

El desarrollo sustentable se define como el proceso de satisfacer las necesidades actuales de la sociedad, sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones de satisfacer las suyas propias (WCED, 1987). La resiliencia, al comprender más los alcances del concepto, se ha vinculado fuertemente como un factor dentro de los desafíos del desarrollo sustentable.

Es así, que puede interpretarse la resiliencia como la sustentabilidad a escala territorial, la cual se ve promovida por la comprensión del contexto socio-ecológico. Como señala Moreno (2015):

*Si durante los últimos veinte años los discursos asociados a la ciudad han instalado la noción de sustentabilidad como principal propósito y motivo de investigaciones, estudios y proyectos, hoy es el concepto de resiliencia el que centra la atención de académicos, planificadores, autoridades y, también, de una ciudadanía cada vez más activa y empoderada. (p. 9)*

En síntesis, la resiliencia le suma a la articulación de la equidad social, integración ecológica y competencia económica, los escenarios de cambios, crisis y eventos de desastre en el territorio, teniendo un entendimiento global de las variables.

En diversos casos de acercamiento de la integración social y ecológica a la planificación y gestión territorial, la herramienta principal es la configuración de infraestructuras verdes (Haase et al., 2014), entendidas como una red de áreas naturales o semi-naturales que entregan servicios ecosistémicos, las cuales potencian y combinan la perspectiva urbana y natural desde una mirada multifuncional. Dentro de la definición de infraestructuras verdes, se incluyen ecosistemas existentes o ecosistemas proyectados, como también parques y corredores ecológicos, los cuales, mediante la multiplicidad de funciones y conexión sistémica, pasan a catalogarse como infraestructuras verdes.

### Ecosistemas como mecanismos de protección

Actualmente se utilizan convencionalmente soluciones de ingeniería, como muros de contención y diques rompeolas, para la protección de líneas costeras vulnerables, las cuales requieren mantenciones constantes y costosas y que pueden tener como consecuencia daños ecológicos serios (Bouma, De Vriends, Herman, Meire, Temmerman y Ysebaert, 2013). Estos daños ambientales pueden abarcar desde deterioro y erosión de suelos hasta la desaparición de un ecosistema completo por

el corte de relaciones con otros ecosistemas, como por ejemplo la desaparición de una playa o dunas por el impedimento de la alimentación de sedimentos dada por el sistema de oleaje. Sumado a estas consecuencias, las soluciones con una lógica meramente de ingeniería, generan un muro de separación entre la ciudad y el mar u otros ecosistemas, y, por ende, una pérdida de relación entre los habitantes y el territorio que habitan.

La preservación de ecosistemas y la implementación de sistemas de infraestructuras verdes plantean una nueva alternativa a aquellas soluciones, dado que son condiciones naturales de defensa, tales como barreras de disipación de energía o planicies de inundación (Bouma et al., 2013). El tsunami de Indonesia en 2004 demostró la protección que brindan estructuras naturales como playas, dunas, manglares, campos coralinos, humedales e incluso arboledas, en contraposición a los sitios donde estos hábitas habían sido destruidos y se generó una mayor inundación tierra adentro (Environmental Justice Foundation, 2006).

En el caso de Japón, los llamados *Coastal Forests* (bosques costeros), se utilizan y manejan como infraestructuras verdes de protección ante eventos extremos asociados a la costa desde el siglo XVII, por los que se les otorga una relevancia cultural asociada a la identidad de las comunidades. El gobierno japonés estableció que la replantación forestal post-tsunami del 2011 es una estrategia prioritaria en las medidas ambientales, complementándose con otras soluciones estructurales de ingeniería (IUCN, 2013).

De este modo, los ecosistemas costeros cumplen un rol -para la sociedad- de mecanismo de protección natural, al mismo tiempo que entregan una serie de servicios ecosistémicos, como puede ser la mejora de la calidad del agua y secuestro de partículas de carbono del aire.

#### Solución de ingeniería: mecanismo monofuncional - única capa -

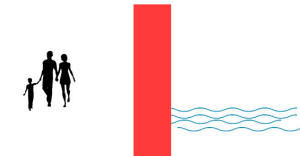
*Distribución puntual de mecanismos de protección*



*Muro de contención genera devaluación y desconexión*



*Debido a la barrera se genera una pérdida de relación entre las personas y el mar*



#### Infraestructuras verdes: mecanismo multifuncional - múltiples capas -

*Continuidad espacial entre los ecosistemas al construir con la naturaleza*



*Un borde costero verde genera integración y conectividad*



*Mejora la calidad de vida al crear una relación entre los habitantes y el agua*



*Esquema de comparación de mecanismos de protección en el borde costero. Elaboración propia.*

Adicional a esto, es el acercamiento que tienen las personas a los ecosistemas que habitan mediante la generación de espacio público, generando una relación e identidad entorno a los sistemas existentes en el territorio, ya que no existen barreras duras que se interpongan. Por ejemplo, existen varios casos de proyectos urbanos (Alaskan Way en Seattle y Cheonggyecheon en Seúl, entre otros), que, mediante el reemplazo y demolición de autopistas asociadas a bordes ribereños o costeros por parques asociados a estos ecosistemas, re-generaron la relación entre las personas y aquellos, acercándolos al agua y revitalizando espacios, volviéndolos caminables (ArchDaily, 2016).

## 2.3 Humedales costeros

### Rol y relevancia a nivel mundial

La Convención sobre los humedales de Ramsar es un tratado intergubernamental conformado por 193 países, siendo el primero de su tipo en la conservación y uso sostenible de los recursos naturales. La Convención de Ramsar (2013) define los humedales como:

*(...) zonas donde el agua es el principal factor controlador del medio y la vida vegetal y animal asociada a él. Los humedales se dan donde la capa freática se halla en la superficie terrestre o cerca de ella o donde la tierra está cubierta por aguas poco profundas.*

En otras palabras, son ecosistemas acuáticos integrados a las cuencas hidrográficas, que mantienen economías locales a través de los bienes y servicios que prestan (MMA - Centro de Ecología Aplicada, 2011). El Ministerio de Medio Ambiente (2011) destaca el rol que tienen para el desarrollo de las actividades humanas, por la entrega de alimentos, refugio de especies animales y vegetales, y la obtención de agua fresca entre otras.



Fotografía de la desembocadura del río Maipo. Rigoberto Yañez (sf). Recuperado en: <http://www.humedalriomaipo.cl/category/fotos/>

Estos ecosistemas sustentan una importante diversidad biológica (CONAMA, 2005), caracterizándose por un alto endemismo de plantas y animales, constituyendo ambientes para muchas especies amenazadas. Por esto, se consideran de gran importancia biológica a nivel mundial, posicionándose en el grupo de los más importantes ya que se encuentran entre los más productivos, valiosos y amenazados (MMA – Centro de Ecología Aplicada, 2011; Bruland, 2008). En este sentido, según Bruland (2008), en términos de servicios ecosistémicos, los humedales son un 75% más valiosos que los lagos y ríos, un 64% más valiosos que las praderas y pastizales, y

un 15% más valiosos que los bosques. Esta comparación sirve para incorporar al conocimiento general la relevancia de la preservación de estos ecosistemas en relación a otros ecosistemas más reconocidos culturalmente. La CONAMA (2005) planteó de forma clara que los humedales son determinantes para el funcionamiento de los ecosistemas y, por ende, de la vida humana.

A nivel mundial, si bien no existe seguridad total en la cifra, los humedales abarcan un área que oscila entre los 748 y 778 millones de hectáreas (Convención de Ramsar, 2013), lo que

constituye aproximadamente un 9% de la superficie global. Este porcentaje los convierte en ecosistemas raros, considerando además su valor en cuanto a servicios ecosistémicos.

### Servicios ecosistémicos

Los servicios ecosistémicos fueron definidos por la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (2005) como los beneficios económicos, culturales y sociales, sean directos o indirectos, que los seres humanos obtienen de los ecosistemas y relacionándose directamente con su bienestar.

Entre los diversos servicios ecosistémicos que identifican las diversas organizaciones e instituciones que proveen los humedales se pueden identificar 4 categorías:

**Servicios de aprovisionamiento:** producción de alimentos y provisión de agua.

**Servicios culturales:** estéticos, espirituales, religiosos, recreación y turismo.

**Servicios de regulación:** mejoramiento calidad del aire, calidad del agua, control de la erosión, renovación aguas subterráneas, aminoramiento efectos de tormenta, inundación, subida del nivel de mar, y otros desastres, atenuando la intensidad y altura del oleaje, en caso de ser costeros. Estabilización de la línea de costa, contención de sedimentos, absorción de contaminantes, filtro para el agua, control biológico.

**Soporte de sistemas:** el servicio más importante ya que se relaciona con mantener procesos ecológicos. Formación del suelo, producción de oxígeno y secuestro de carbono, regulación de ciclos del agua, biodiversidad.

### Clasificación

Existen diversas formas en que son clasificados los

humedales, según diferentes autores, tratados, organizaciones e instituciones. En este caso, se utilizará la clasificación que hace la Convención de Ramsar, ya que es a la que está suscrita Chile y una de las más reconocidas a nivel mundial y nacional.

Existen 3 categorías que agrupan subcategorías: (1) Humedales marinos y costeros, (2) Humedales continentales y (3) Humedales artificiales. En este caso, el tema de interés es la costa, por lo tanto los humedales marinos y costeros (1) se dividen en:

*A -- Aguas marinas someras permanentes*

*B -- Lechos marinos submareales*

*C -- Arrecifes de coral.*

*D -- Costas marinas rocosas*

*E -- Playas de arena o de guijarros*

#### **F -- ESTUARIOS**

*G -- Bajos intermareales de lodo, arena o con suelos salinos*

*H -- Pantanos y esteros (zonas inundadas) intermareales*

*I -- Humedales intermareales arbolados*

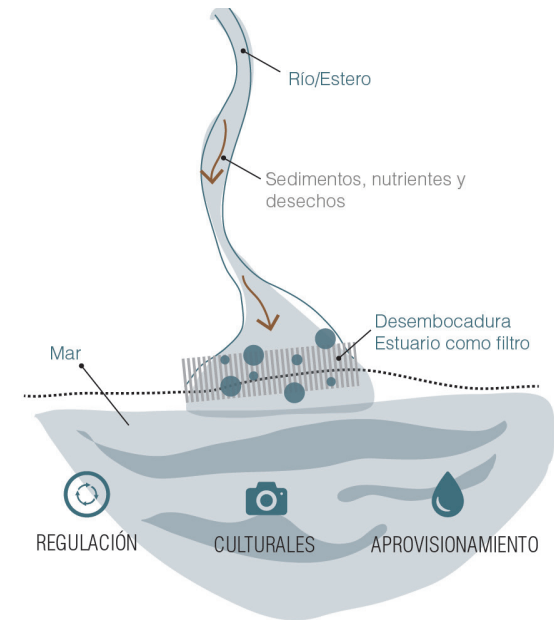
*J -- Lagunas costeras salobres/saladas*

*K -- Lagunas costeras de agua dulce*

*Zk(a) -- Sistemas kársticos y otros sistemas hídricos subterráneos, marinos y costeros.*

Los estuarios son los humedales costeros elegidos para el tema, ya que poseen relación alguna con los efectos de inundación sobre las ciudades, considerando también que las ciudades fueron fundadas entorno a desembocaduras de río para el aprovisionamiento de agua dulce, siendo los humedales costeros más representativos en las áreas urbanas.

Según la WWF (sf), los estuarios al ser el área de encuentro entre río y mar, es decir, el cambio de agua dulce a salada, ofrece una biodiversidad especialmente mixta. Es así que el intercambio permanente de las aguas es la base ecológica para



Esquema de funcionamiento de humedales estuariales. Elaboración propia.

la conformación de hábitats, siendo esencial la conservación de la conexión entre humedal y mar para evitar la desecación de los suelos y la desaparición de los estuarios.

### Deterioro y conservación

Durante el último siglo se ha visto un grado alto de pérdida de humedales. La Convención de Ramsar (2013) cifra en un 50% la pérdida en los últimos 50 años, cifra en aumento por el constante crecimiento de ciudades y de la actividad industrial.

Son ecosistemas altamente frágiles y vulnerables a diversas acciones, tanto a presiones de desarrollo no sustentable como a la intensificación del cambio climático, presentando un alto nivel de deterioro (MMA - Centro de Ecología Aplicada, 2011; Wetlands International, sf). Su alta vulnerabilidad se asocia a causas naturales (como sequías) y causas antrópicas. Son

las causas antrópicas en mayor medida las responsables de la degradación y desaparición de éstos. Históricamente, el crecimiento urbano ha afectado directamente a los humedales (Ramsar, 2013), es así que entre los factores que más influyen en esto se encuentran el crecimiento poblacional, la contaminación, la fragmentación de los sistemas, la demanda de alimentos, el cambio de uso de suelo y la extracción de agua para fines agrícolas y mineros (MMA - Centro de Ecología Aplicada, 2011; Wetlands International, sf). Estas causas pueden sustentarse en que no existe, tradicionalmente, una planificación territorial de las áreas urbanas que contemple la integración de los sistemas naturales al medio urbano.

En cuanto a la relevancia de su preservación, sumado a los servicios ecosistémicos que proveen de forma directa, se pueden encontrar otras variables. De acuerdo a la CONAF (2010), la Convención de la ONU sobre el Cambio Climático llama a las partes adscritas a:

*(...) que administren los humedales racionalmente para reducir las múltiples presiones que éstos enfrentan y **augmentar su capacidad de recuperación ante el cambio climático** y a que aprovechen las importantes oportunidades que presenta el uso de los humedales de forma racional como **opción de respuesta para reducir los impactos del cambio climático**.*

*(...) aprovechar plenamente las orientaciones de Ramsar sobre el uso racional de los humedales (los Manuales para el Uso Racional de los Humedales), muchas de las cuales son **aplicables a gran parte de las amenazas e impactos del cambio climático en los humedales**, cuando formulen sus políticas y respuestas de manejo relacionadas con el cambio climático.*

En el mismo documento, titulado *Programa Nacional para la*

*Conservación de Humedales insertos en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado*, la CONAF (2010) se refiere a una nota de la Convención de Ramsar para la ONU en la que destacan 3 puntos:

*- Los ecosistemas de humedales, su biodiversidad y los servicios de los ecosistemas de humedales de los que dependen los seres humanos están amenazados por los probables impactos del cambio climático.*

*- Los ecosistemas de humedales son importantes para la mitigación del cambio climático.*

*- Los ecosistemas de humedales son esenciales para la adaptación al cambio climático.*

### Situación nacional

Según el Ministerio del Medio Ambiente (La Tercera, 2015e), en Chile hay más de 30 mil humedales, de los cuales sólo el 0,5% está bajo alguna figura de protección (MMA - Centro de Ecología Aplicada, 2011). Se calcula que los humedales del país corresponden a un 6% del territorio, es decir, 4,5 millones de hectáreas (MMA - Centro de Ecología Aplicada, 2011).

Los humedales en el país tienen una relevancia histórica ya que existen registros de la importancia de estos ecosistemas para Atacameños y Aymaras, quienes los utilizaban como fuente de alimento y además para canalizar sus aguas, teniendo un sistema de identificación de especies que conformaban los diversos hábitats (MMA - Centro de Ecología Aplicada, 2011). Actualmente, la CONAMA (2005) plantea que la mayor parte de la población del país se encuentra en la franja costera, específicamente en la desembocadura de ríos y esteros. Además, desde el extremo norte hasta Santiago, las cuencas hidrográficas son deficitarias de agua debido a que son zonas áridas y semiáridas donde los humedales constituyen una

fuerza hídrica excepcional (CONAMA, 2005).

En un marco general, se podría decir que Chile presenta 2 situaciones que lo destacan a nivel territorial y que convierten al tema en una oportunidad:

En primer lugar, parte del territorio nacional corresponde a dos *Hotspots de la Biodiversidad* a nivel mundial. Estos corresponden a los Andes Tropicales y a Chile Central. Este último incluye gran parte del país y borde costero. Los *Hotspots de la biodiversidad* se definen como regiones donde se concentra un mínimo de 1.500 especies de plantas vasculares endémicas —equivalente al 0,5 por ciento del total de plantas vasculares en el mundo—, una alta proporción de vertebrados endémicos, y en donde el hábitat original ha sido fuertemente impactado por las acciones del hombre (Myers et al. 2000).



Extracto de mapa de Hotspots de la Biodiversidad. Elaboración propia.

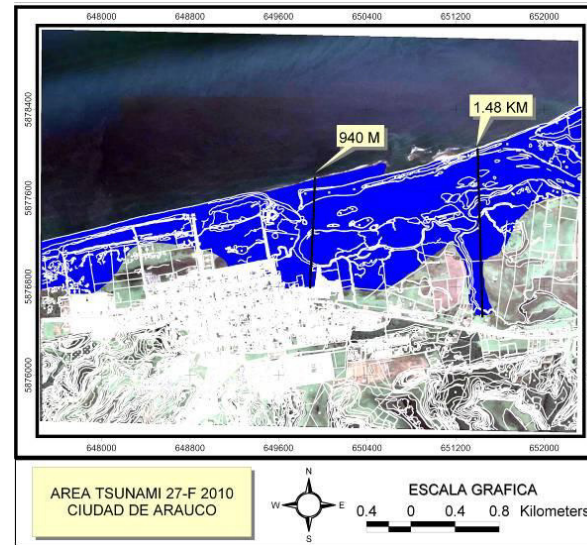
La situación del *Hotspot* más crítica es la zona central, donde debería enfatizarse la conservación de especies, restauración de la vegetación nativa, la inclusión de áreas de protección en todos los proyectos de desarrollo en la franja costera, donde abundan especies endémicas de plantas, la creación de incentivos para la conservación privada, el establecimiento de jardines botánicos, la estimulación de la conservación de matrices semi-naturales fuera de las áreas protegidas y el control de las especies invasoras (CONAMA, 2006).

En segundo lugar, y como se hace mención anteriormente, el país posee una geografía de riesgo por la condición tectónica y la exposición del borde costero. Relacionado a esto, es interesante mencionar el comportamiento que tuvieron sistemas naturales relacionados a áreas urbanas en el 27F, entre los que destacan 2 casos ejemplificadores del problema:

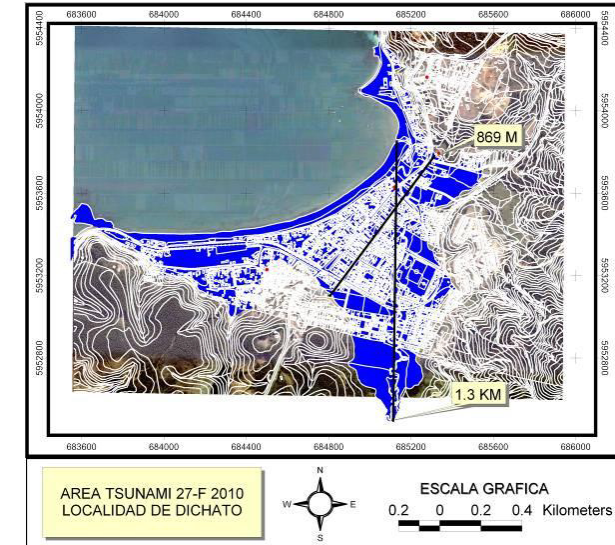
- **Arauco** fue la localidad costera de la R. del Biobío con mayor área de inundación por tsunami y con menor porcentaje de destrucción. De acuerdo a Belmonte et al. (2011) y analizando el plano de inundación del 27F, se ve un efecto mitigador en los humedales del estuario del río Carampangue, como también por el cordón de dunas previo al casco urbano, es decir, ecosistemas naturales actuaron como protección a la ciudad.

- **Dichato**, por el contrario, fue la ciudad más devastada por el tsunami (Belmonte et al., 2011), alcanzando un 80% de destrucción. Las olas del tsunami ingresaron por la desembocadura del estero, haciendo un efecto embudo hacia el interior y destruyendo la canalización artificial existente en la desembocadura y produciendo que éste retomara el

cauce natural. Según Cartes (2012), anteriormente existía un sistema de dunas con vegetación rastrera, desplazado por el crecimiento urbano, así como también la pre-existencia de una marisma en la desembocadura, totalmente desaparecida producto de la urbanización, por lo cual la localidad aumentó su vulnerabilidad ante eventos de este tipo.



Cartografía del área de inundación del 27/F de 2010 en la localidad de Arauco. Belmonte, A., Jaque, E., Martínez, C., Rojas, O., Vásquez, D. (2011). Recuperado en: <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/articulo/view/2513>



Cartografía del área de inundación del 27/F de 2010 en la localidad de Dichato. Belmonte, A., Jaque, E., Martínez, C., Rojas, O., Vásquez, D. (2011). Recuperado en: <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/articulo/view/2513>



Fotografía humedal de Arauco. Luengo, P. (2013). Recuperado en: <http://rutasdechile.blogspot.com/2013/11/ruta-humedal-de-arauco.html>

Evolución del estero Dichato antes del desastre, post-tsunami y durante la reconstrucción. Mencyra, F. (2015).



# CAPÍTULO 3 / Lugar

## Humedal El Culebrón, Coquimbo

### 3.1 Metodología de selección

A partir de la investigación y fundamento teórico del tema, se pueden canalizar varias aristas abordadas para el caso de Chile, que sirven como base para seleccionar un lugar para el proyecto.

#### Catastro y filtros de selección

En primer lugar, es fundamental realizar un catastro de los lugares que cumplen con las condiciones expuestas en el tema.

Para esto, se identificaron las zonas que suponen un interés a nivel nacional –e internacional–.

Como punto de partida, se realizó un análisis de los humedales costeros en Chile, a través de la lectura de Humedales Costeros: Aportes científicos a su gestión sustentable (Camaño y Fariña, 2012), el cual se identifica como el primero en su género en el país que reúne a diversos especialistas en estos ecosistemas y en el que se exponen temáticas generales y específicas de este tipo de humedales. Se le suma a este

análisis, la información expuesta anteriormente de los Hotspots de la Biodiversidad, dentro de los cuales se incluye Chile Central como sitio relevante de preservación a nivel mundial (Conservation International, 2014).

Es así, que se determinó que el área de mayor interés, debido a la escasez de agua, concentración de densidad poblacional, menor área de protección a través del SNASPE, deterioro medioambiental por contaminación y que forma parte de un área de interés de conservación de la biodiversidad a nivel internacional, comprende el territorio entre la zona sur del Norte grande, Norte chico, Centro y Sur del país.

Posterior a aquella delimitación, se realizó el catastro de localidades urbanas en el borde costero que tengan relación con alguna desembocadura de río, estero o quebradas del tipo humedal costero. Para realizar dicho catastro se utilizaron los sistemas de información geográfica del Ministerio del Medio Ambiente (Inventario de Humedales 2012, <http://ide.mma.gob.cl/>) y de la CONAF (<http://sit.conaf.cl>).

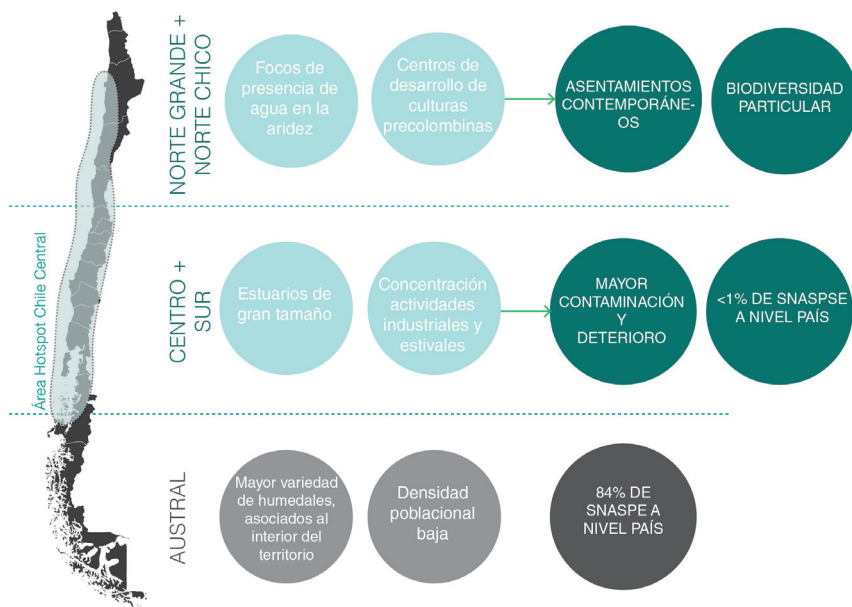
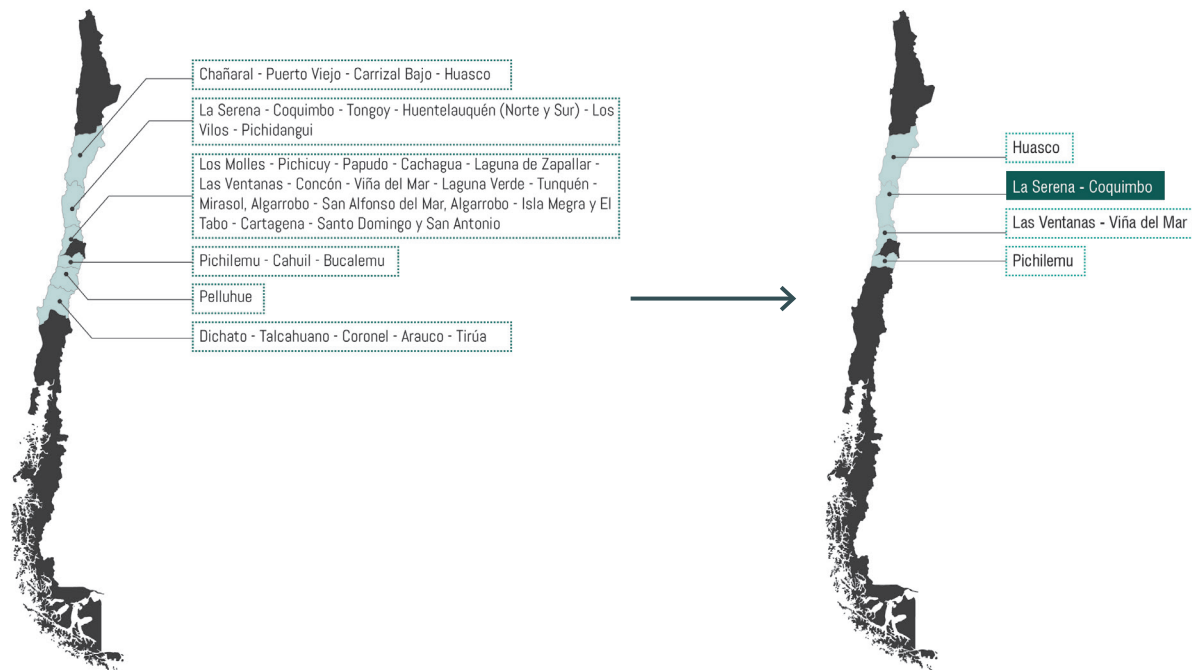


Diagrama de síntesis del proceso de selección. Elaboración propia.

## CATASTRO / 34 humedales



Diagramas de síntesis del proceso de selección. Elaboración propia.

Según los sitios catastrados, se evaluaron 3 variables de selección (revisar Anexo 1 para el detalle):

**Proyectos asociados al estuario (construidos o proyectados a futuro) /** Se descartan aquellos que cuentan con este tipo de propuestas.

**SNASPE /** Se descartan aquellos que pertenezca al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado. Esto se fundamenta en que Camaño y Fariña (2012) señalan que la protección estatal de los humedales, si bien no es una solución integral y definitiva, entrega reconocimiento que lo valida en su condición de ecosistema, y ocurre similar con los que tienen proyectos construidos o planificados.

**N° de habitantes de área urbana /** La variable de habitantes se define con la clasificación de ciudad del INE (2005), la cual es mayor a 5000 habitantes. Esta variable se considera ya que en las ciudades establecidas como tal, existe un mayor riesgo de deterioro de los humedales, como también una mayor vulnerabilidad de la población.

Posteriormente, para acotar la selección de lugar (revisar Anexo 1 para el detalle), se optó por definir cuáles humedales tienen una relación geomorfológica con la ciudad de modo que pudieran servir como sistema de mitigación ante un evento natural extremo. Se utilizaron imágenes satelitales de Google Earth para determinar el tipo de ubicación, así como información de organismos oficiales para las superficies de los

humedales (en casos de no existir, se utilizó también el software Google Earth para ubicar).

**Tipo de ubicación respecto a localidad /** Se identificaron 3 tipos de ubicación básica que pueden tener las desembocaduras de río, según las imágenes satelitales revisadas:

- *Interior:* siguen el curso del río, estero o quebradas.
- *Frontal:* zona de humedal extensa enfrentada a área urbana
- *Lateral:* existe área urbana a un lado del humedal.

Aquellos que sean del tipo interior, se descartaron ya que tienen menor oportunidad de actuar como sistema de mitigación para una posible subida del nivel de mar en el frente del borde costero, en comparación a los otros dos.

**Superficie del humedal /** Se descartaron aquellos que tengan menos de 10 hectáreas por constituir ecosistemas reducidos que no suponen un área de inundación de mayor relevancia.

**Relevancia /** Se evalúa si existe un reconocimiento de la biodiversidad existente, a pesar de no ser parte del SNASPE, como son los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad. Según el Ministerio de Medio Ambiente, un Sitio Prioritario *"Es un área terrestre o costero-marina con alto valor por biodiversidad, la cual ha sido identificada por un proceso sistemático y reconocido a nivel regional y a nivel nacional por la Estrategia Nacional de Biodiversidad (...) Los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad, constituyen áreas del territorio nacional que representan características ecológicas relevantes y que, por lo mismo, el Consejo Directivo de la CONAMA ha considerado pertinente que se le otorguen protección, a través de los instrumentos que contempla nuestro Ordenamiento Jurídico"* (Comité Regional de Biodiversidad de Atacama, 2009).

**Puesto en ranking de avistamiento de aves a nivel nacional (100 sitios de interés en eBird) /** Se incluye esta información sólo para complementar los datos anteriores con registros reales. Se utilizó la plataforma eBird (*ebird.org*), donde grupos de observadores registran avistamientos de especies de aves en sitios de interés, que para el caso de Chile son 100 lugares. Se descartaron, en este caso, aquellos sitios que no aparecían en el listado.

### **Elección de lugar**

Finalmente, se analizaron variables cualitativas para optar por un lugar que demuestre mayor relevancia a nivel ambiental y social, evaluando variables como oportunidades, fortalezas, debilidades y amenazas, sumándole el análisis de Cartas de Inundación por Tsunami (CITSU) del SHOA. Para esta instancia se utilizaron fuentes de instituciones gubernamentales y prensa.

**Antecedentes generales /** Descripción general del ecosistema y su relación con el área urbana o medioambiente.

**Estado de conservación /** Descripción general del estado actual del ecosistema.

**Análisis CITSU /** Análisis cómo el humedal podría actuar el ecosistema ante un evento extremo.

**Biodiversidad y relevancia ecológica /** Descripción general del número de especies y su condición.

**Impactos y amenazas /** Descripción de los conflictos actuales entre el ecosistema y el área urbana/población.

**Antecedentes culturales y de identidad /** Descripción de la sociedad y su relación con el humedal.

**Condiciones sociales /** Síntesis de lo expuesto por las comunidades en el PLADECOS y que muestre relación con el medioambiente.



Humedal El Culebrón. Archivo personal (2016).

**Antecedentes históricos /** Descripción sintética de la presencia de pueblos originarios asociados al área del humedal.

**Otros /** Datos que complementen la información anterior.

A partir del análisis de las variables (revisar Anexo 1 para el detalle), se identificaron algunas condiciones que posee la **ciudad de Coquimbo** y el **humedal El Culebrón**, que lo destacan como lugar potencial para un proyecto dentro de los humedales restantes:

- Desarrollo urbano veloz, creciente y de relevancia y que pone en riesgo al ecosistema, actualmente en un deterioro severo según Estrategia Regional Y Plan De Acción De La Biodiversidad, Región Coquimbo (CONAMA, 2002).

- Vulnerabilidad alta ante eventos extremos, evidenciada en el Terremoto del 2015 y que en su condición geomorfológica, respecto a La Serena, se ve expuesta a fenómenos de subida de nivel de mar.

- Línea de inundación por tsunami en sector del humedal evidencia al ecosistema como área inundable natural, considerando también que para el Terremoto del 2015, el área circundante al humedal fue gravemente afectada por el ingreso del mar.

- Nivel severo de deterioro, siendo el que cuenta con mayor número de tipos de impacto que lo afectan gravemente.

- Si bien es el último de las 3 opciones en el ranking de avistamiento de aves, esto puede tener alguna relación con el punto anterior.

- Mayor presión urbana al estar completamente rodeado por infraestructura dura, a diferencia de los 2 anteriores.

### 3.2 Coquimbo



Mapa de ubicación comunal. Elaboración propia a partir de imágenes de Google Earth.

Superficie comunal	1427 km <sup>2</sup>
Superficie loc. Coquimbo	27,58 km <sup>2</sup>
Nº habitantes Coquimbo	202.441
Nº habitantes La Serena	210.299
Total habitantes conurbación	412.586
Densidad promedio (en localidad)	67,6 hab/ha

Tabla de datos. Elaboración propia a partir de datos en Memoria Explicativa PRC Coquimbo, Ilustre Municipalidad de Coquimbo (2015a).

La configuración geográfica de la IV Región de Coquimbo que define las cuencas hidrográficas, configura la división provincial existente en la cual se distinguen 3 provincias/cuencas: **Elqui, Limarí y Choapa**.

La comuna de Coquimbo se ubica en la Provincia de Elqui, inserta al norte de la Región y en el sector litoral. Limita al norte con la comuna de La Serena, al este con la comuna de Andacollo y al sur con la comuna de Ovalle. La comuna se encuentra conformada por 3 localidades: Coquimbo, propiamente tal, Guanaqueros y Tongoy.

La ciudad de Coquimbo corresponde al área urbana principal y de mayor tamaño, que a su vez, se encuentra conurbada con la ciudad de La Serena, pudiéndose identificar el límite entre ambas ciudades en la Quebrada de Peñuelas. Esta conurbación conforma el centro urbano principal de la región, siendo un centro de servicios para todas las localidades.

De acuerdo a la Municipalidad de Coquimbo (2015a), la comuna posee la mayor población regional, siendo seguida por la comuna de La Serena. Es así también, que presenta el crecimiento poblacional más acelerado a nivel provincial, correspondiente a un 670% entre 1940 y 2002 (Ilustre Municipalidad de Coquimbo, 2015a)

Dada la importancia que adquiere la condición de conurbación presente en la ciudad, es relevante considerarla un área urbana continua que, según proyecciones temporales hacia el 2022 podría superar los 500.000 habitantes pasando a formar una metrópolis (Ilustre Municipalidad de Coquimbo, 2015a)

La estructura urbana de la conurbación está modelada de acuerdo a componentes hidrográficos y fisiográficos del territorio. Ambas ciudades, con centros fundacionales alejados y con condiciones diferentes por el carácter de cada una, siendo

el de La Serena (fundada en 1544) elegido por su convergencia de ejes de accesibilidad y la presencia del Río Elqui, y el de Coquimbo (declarada en 1850) según la localización del enclave portuario en la península, generaron una bipolaridad no prevista al principio. Es entorno a este patrón que existe una concentración de equipamiento y servicios en ambos centros, que se va diluyendo según el crecimiento urbano disperso entorno a ellos y según la disponibilidad de suelo, hasta encontrarse en la Quebrada de Peñuelas. A partir de esa bipolaridad de centros, se crearon otros hitos de centralidad asociados a vialidades, como por ejemplo en el eje La Cantera.

#### Contexto geográfico y medio físico

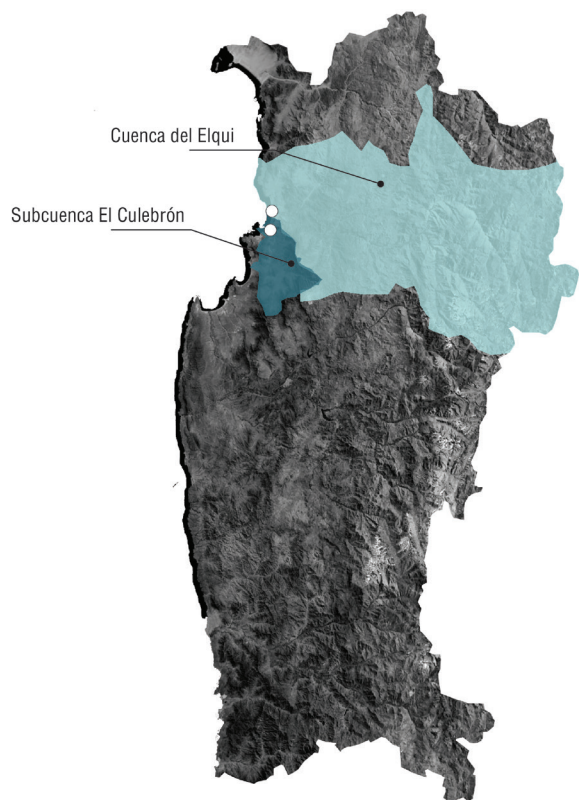
##### Marco hidrológico

La Región de Coquimbo se encuentra configurada por un drenaje que corresponde a 4 cuencas principales: río Los Choros, río Elqui, río Limarí y río Choapa. Estas corresponden a un 83% de la superficie regional y poseen un régimen nival. El porcentaje restante de superficie corresponde a sub-cuencas costeras de régimen pluvial y de caudales esporádicos (Ilustre Municipalidad de Coquimbo, 2015b). Estas últimas son más propensas a crecidas violentas producto de precipitaciones intensas, debido a su tamaño y régimen.

La conurbación Coquimbo-La Serena se encuentra afecta a 2 cuencas: la cuenca principal del Río Elqui y la sub-cuenca costera del estero El Culebrón, el cual en su desembocadura conforma el humedal elegido para desarrollar el proyecto.

##### Marco climático

La región de Coquimbo tiene la característica principal de poseer un clima semi-árido, configurándose como un área de transición entre la zona desértica y templada mediterránea.



Mapa de cuencas. Elaboración propia a partir de imágenes de Google Earth.

### RÍO ELQUI

Cuenca principal	Elqui
Tipo de cuenca	Altoandina Exorreica
Régimen	Nival y pluvial
Origen	Cordillerano
Uso del recurso	Agrícola, doméstico, industrial y minero

### ESTERO EL CULEBRÓN

Cuenca costera	El Culebrón
Tipo de cuenca	Preandina Exorreica
Régimen	Pluvial
Origen	Subterráneo
Uso del recurso	Agrícola y doméstico

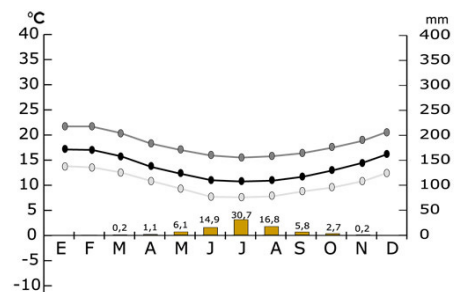
Tabla de datos. Elaboración propia.

Esto se debe por la influencia del Anticiclón Subtropical del Pacífico Suroriental, el cual genera un clima estable con escasas lluvias y semiárido. Sumado a aquello, esta condición produce un invierno frío y de condiciones más inestables (desarrollo de sistemas frontales) y la estación seca durante el verano y gran parte del año (Ilustre Municipalidad de Coquimbo, 2015b).

Dentro de la cuenca del río Elqui se identifica el clima Estepárico Costero o Nuboso, para todo el borde litoral. Este tiene una influencia hasta 40 km al interior, por medio de los valles transversales y quebradas. Se caracteriza por presentar abundante nubosidad, humedad, temperaturas moderadas y un promedio anual de precipitaciones de 130 mm, con un período seco entre 8 y 9 meses.

En la ciudad de Coquimbo, los vientos alcanzan velocidades medias entre 12 y 13 km/h, mientras que en la zona alta aumenta a entre 14 y 16 km/h.

De acuerdo al *Explorador de Energía Solar* del Ministerio de Energía, en el borde costero de Coquimbo se recibe una radiación anual de 4,4 KWh/m<sup>2</sup>/día en un plano horizontal (4,7 KWh/m<sup>2</sup>/día en un plano inclinado a 30°). Este valor es menor al promedio de Santiago -que ronda entre los 4,9 y 5,3 KWh/m<sup>2</sup>/día-, entendiéndose que existe una nubosidad característica del borde litoral. De todas formas, es un valor medio dentro de



Climograma La Serena y Coquimbo. Instituto Geográfico Militar (2007). Recuperado en: <http://www.educarchile.cl/ech/pro/app/detalle?id=132544>

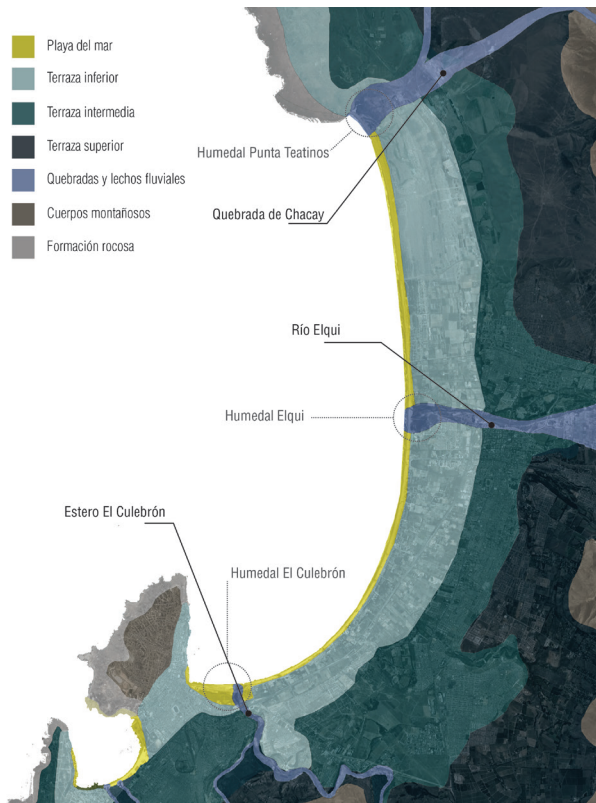
la escala de radiación solar, con el que se puede trabajar. Se estima que un panel fotovoltaico convencional de 1 kW en el borde costero puede generar energía eléctrica entorno a los 1327 KWh anuales.

### Suelos y unidades geográficas

Los suelos regionales se encuentran afectados al avance de la desertificación, entendida como "la degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas resultantes de diversos factores, tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas" (UNCDD, 1994). Es así, que la baja pluviosidad y el crecimiento urbano genera esta degradación e impide la absorción de las aguas producto de precipitaciones que permitirían regenerar el manto vegetal.

Dentro de la Bahía de Coquimbo y en la conurbación, se pueden identificar diversas unidades geográficas:

- **Playa del mar:** línea litoral constituida por la bahía de Coquimbo. Corresponde a espacios de interés turístico, en terrenos que anteriormente desempeñaban funciones agrícolas y ecológicas.
- **Terraza inferior:** al oriente de la playa se extiende una ancha planicie conocida como Las Vegas. Se asocian a mala calidad geotécnica, reducida permeabilidad y nivel freático próximo a la superficie. Los suelos de esta zona fueron desecados en el marco de reforma urbana conocido como Plan Serena, destinando las vegas a usos agrícolas y desarrollo inmobiliario.
- **Terraza intermedia**
- **Terraza superior**
- **Cuerpos montañosos**
- **Formación rocosa**
- **Quebradas y lechos fluviales:** generan un quiebre en la continuidad de las terrazas. Conforman la red de drenaje.



Plano de unidades geográficas. Elaboración propia a partir de datos en Memoria Explicativa PRC Coquimbo, Ilustre Municipalidad de Coquimbo (2015a).

### Medio biótico

Los ecosistemas presentes en la comuna corresponden a tipos mesomórficos y xeromórficos, característicos de la Estepa Desértica. La cobertura vegetal nativa se encuentra alterada por el crecimiento urbano. De acuerdo a la Municipalidad de Coquimbo (2015a), las composiciones vegetales nativas más densas se agrupan hacia el fondo de las quebradas, en los humedales y sectores de montaña.

La Corporación Ambientes Acuáticos de Chile (2005) en el documento *Los humedales no pueden esperar, Manual para el*



Mapa del sistema de humedales de Coquimbo. Elaboración propia.

*uso racional del sistema de humedales costeros de Coquimbo*, identifica 8 zonas húmedas estuariales consideradas como los principales ecosistemas del borde costero ya que funcionan como centros de alta biodiversidad —en relación al resto—, destacando al ser considerados parte de una cadena de sitios en una región semi-árida y desertificada. Estos son: **Laguna Saladita (o Punta Teatinos)**, **la desembocadura del río Elqui**, **Estero Culebrón** —estos 3 en la Bahía de Coquimbo—, Laguna Adelaida (o Lagunillas), Estero de Tongoy, Lagunas Salinas Chica, Salinas Grande, y Estero Pachingo.

### Bahía y corrientes marinas

La Bahía de Coquimbo presenta diferencias de corrientes marinas en su extensión norte-sur debido a la composición por península existente en la zona sur.

Considerando esta formación geográfica y el viento predominante SW, presente en gran parte del país, se genera una zona de abrigo en el extremo sur, lo cual implica la recepción de un oleaje cotidiano suave durante el año en dicha zona. A su vez, esto produce un suelo marino plano por el bajo transporte de sedimento, afectando también la anchura de las playas, siendo de menor tamaño que en el norte.

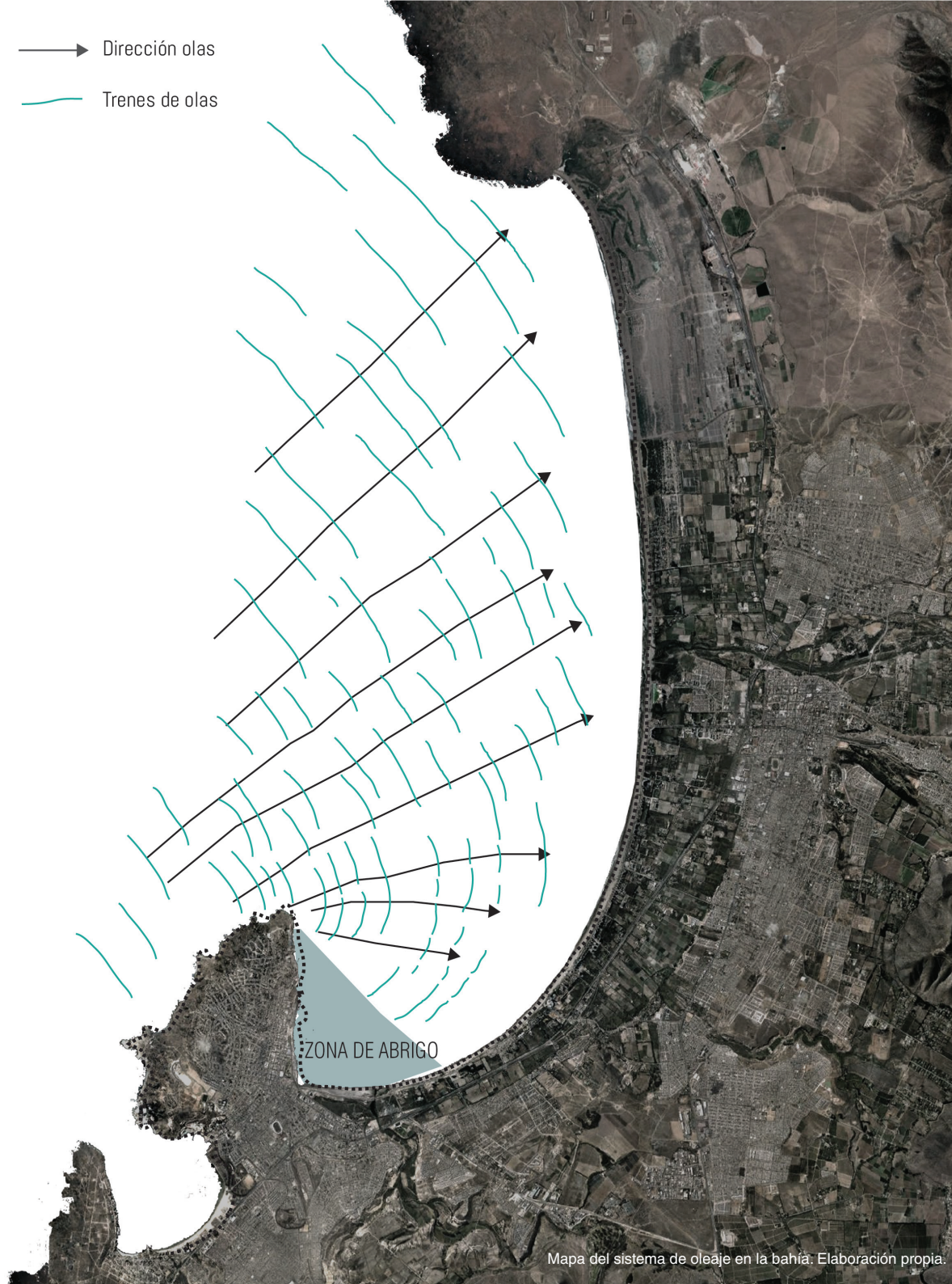
Es así, que al norte de la bahía, en La Serena, al tratarse de tierra abierta y sin el abrigo de la península, el oleaje es mayor y alimenta de más sedimento a las playas, proporcionándoles más anchura, presencia de dunas y al mismo tiempo generando un suelo marino más abrupto.

Ante un evento extremo, como el terremoto y tsunami ocurridos el 16 de septiembre del 2015, las olas ingresan con mayor energía y velocidad en la zona sur dada la planicie en los suelos marinos, estando más expuesta que la zona norte.

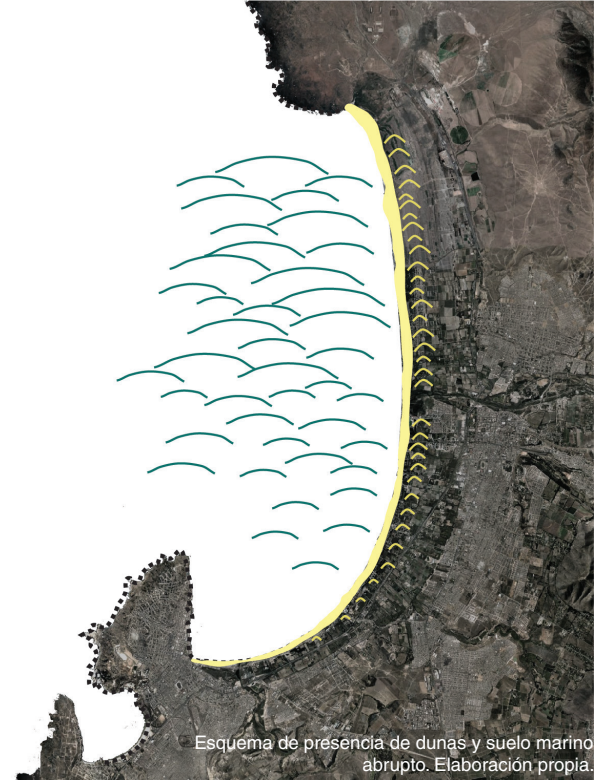
Por este motivo, Coquimbo fue mayormente dañado que La Serena, considerando también que se produjo un arrastre de sedimento en las playas que significó una pérdida importante en la anchura de estas.

En la zona sur de la bahía, donde está el humedal y donde no se forman dunas por la baja capacidad de almacenamiento que tienen las corrientes marinas en el sector, debe considerarse la presencia del estero como corredor que transporta sedimento desde aguas arriba. Parte de esos sedimentos es absorbido por el humedal y lo restante liberado al mar.

→ Dirección olas  
— Trenes de olas



Mapa del sistema de oleaje en la bahía. Elaboración propia.

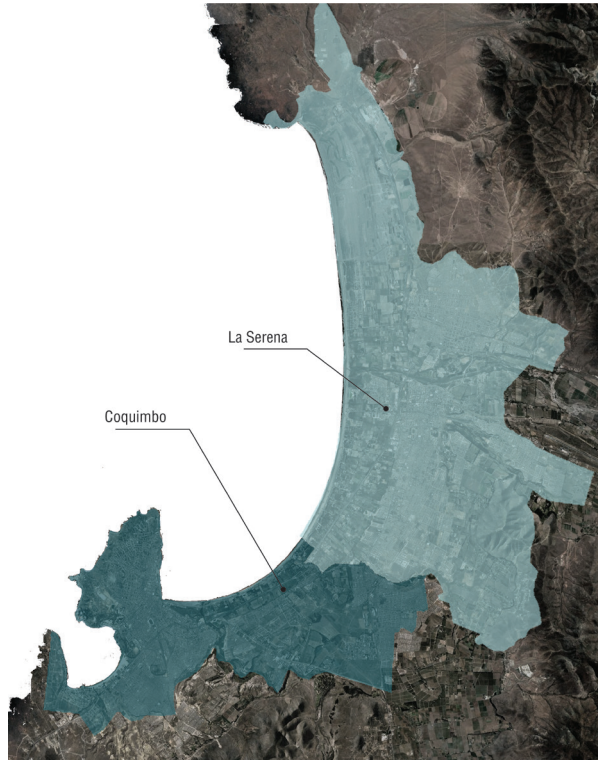


Esquema de presencia de dunas y suelo marino abrupto. Elaboración propia.



Esquema conceptual de ingreso de olas ante tsunami. Elaboración propia.

## Contexto urbano



Plano de zona urbana en La Serena y Coquimbo. Elaboración propia a partir de imágenes en Google Earth.

La ciudad de Coquimbo tiene el desarrollo portuario más importante de la región, lo cual conforma un carácter e identidad particular, en contraposición a La Serena.

Dentro de la conurbación existe un intercambio permanente de servicios, contando ambas ciudades con equipamiento urbano de relevancia.

### Vialidad

A nivel vial, el principal acceso a la conurbación es a través de la Ruta 5, que tiene conexión con Santiago. Esta ruta además es la principal vía de conectividad entre La Serena y Coquimbo.



Plano de vialidad en la conurbación. Elaboración propia a partir de imágenes en Google Earth.

Se le suma a esta vía, la Av. Costanera -Av. del Mar en la Serena- que cumple secundariamente la función de conectar ambas ciudades. La Costanera posee además una ciclovía que se ve interrumpida en algunos tramos, especialmente en la zona sur (sector del humedal El Culebrón) donde el 2015 se sufrieron los mayores daños por el tsunami.

Existen en ambas ciudades trazados ferroviarios, algunos de los cuales están operativos actualmente por parte de la Compañía Minero del Pacífico. La línea férrea se utiliza para transportar minerales desde la mina El Romeral, ubicada a 20 km aproximadamente de la conurbación, dentro de la comuna

de La Serena. Estos minerales tienen como destino el Puerto de Guayacán para ser exportados. Como franja de resguardo, los Planes Reguladores establecen un ancho de 20 metros totales en los cuales no se pueden realizar construcciones, a excepción de las necesarias para la operación del ferrocarril.

El ferrocarril tiene una frecuencia indefinida, estimada cada 2 horas, y de forma continua 6 días a la semana. Los viajes y cargas son entre las 6.00 y 00.30 horas.

Parte de la línea férrea se encuentra en abandono, como algunos tramos que llegaban al Puerto de Coquimbo. Existe actualmente un proyecto de espacio público llamado Elqui Pedaleable ([elquipedaleable.cl](http://elquipedaleable.cl)) que busca conectar el Valle del Elqui con el centro de La Serena por medio de las líneas férreas en desuso, creando ciclorutas, senderos peatonales y estaciones, aprovechando el patrimonio histórico y natural.

### Áreas verdes

Coquimbo presenta una distribución poco equitativa de las áreas verdes, contando con 5,5 m<sup>2</sup>/hab. A pesar de superar la media nacional (Ilustre Municipalidad de Coquimbo, 2015a), dista del indicador establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS), el cual establece un mínimo necesario de 9 m<sup>2</sup>/hab y un nivel óptimo entre 10 y 15 m<sup>2</sup>/hab.

Según el PLADECO de Coquimbo (2012), las pocas áreas verdes están sometidas a un mal mantenimiento por problemas de escasez de agua para regadío, cayendo en una incompreensión del medio ya que no se está haciendo uso de especies nativas que requieran un bajo costo de mantención.

En el caso de La Serena, según Observatorio Urbano (2014) las áreas verdes alcanzan los 9,1 m<sup>2</sup>/hab, posicionándose el año 2012 entre las 3 ciudades con mayor cantidad de áreas verdes (Diario El Día, 2012), contraponiéndose a Coquimbo.



### Sistema económico-productivo

En la ciudad de Coquimbo se pueden identificar una serie de actividades productivas vinculadas con su localización geográfica y su condición urbana.

**1. Puerto:** Puerto de Coquimbo (estatal) y Puerto Guayacán (privado), donde se realizan exportaciones agrícolas y mineras características de la región.

**2. Pesca artesanal e industrial:** posee una importancia tradicional a nivel regional. La ciudad cuenta con caletas de pescadores y un mercado cercano al Puerto de Coquimbo.

**3. Extracción de recursos marinos:** debido a la riqueza marina presente en el mar del sector, se realiza la también actividad tradicional de extracción y recolección de algas para su posterior venta.

**4. Agrícola:** si bien en otras comunas existe una mayor producción frutícola que permite las exportaciones, cabe destacar la presencia del Valle Pan de Azúcar, próximo a Coquimbo y vinculado con el acuífero que alimenta el Estero El Culebrón. Este valle es considerado el Huerto de Coquimbo y un abastecedor para Santiago. Se realizan variados cultivos: principalmente hortalizas (papas, lechuga, apio, brócoli, repollo cresco, liso y morado) y flores (claveles, liliums, alstroemerias y calas). Se producen aceites y queso de cabra. Se innovó un sistema de atrapanieblas para regadío de especies arbóreas, vides viníferas y olivos.

**5. Industria:** entorno a la Av. La Cantera se desarrolla un barrio industrial de bajo impacto con una orientación principal a frigoríficos de frutas y verduras.

**6. Turismo:** Coquimbo, junto con La Serena, presentan una concentración importante de turistas en el verano, alcanzando

- 1 Puerto de Coquimbo
- 2 Puerto de Guayacán
- Caleta de pescadores
- Extracción de algas
- Valle agrícola
- Desarrollo industrial
- Desarrollo turístico



Plano de sistema productivo en Coquimbo. Elaboración propia a partir de imágenes en Google Earth.

los 700.000. Los sectores turísticos se dan entorno a la playa (Av. Costanera y Av. del Mar) y entorno a los centros fundacionales, relacionándose con el patrimonio histórico y patrimonio natural en ambos casos.

**7. Comercio y servicios:** dado que la conurbación es el centro urbano principal de la región, presenta una concentración en cuanto a comercio y servicios.

### Amenazas y Riesgo

La hidrografía, compuesta por cauces y quebradas, supone limitantes para la ocupación urbana dado el riesgo que presentan ante la exposición a inundaciones producto de lluvias y remoción en masa.

La OGUC clasifica las áreas de riesgo según las características que presentan. Es así que en el sentido de interés del presente proyecto, las Zonas inundables o potencialmente

inundables son aquellas cuya causa es un maremoto o tsunami, proximidad a lagos, ríos, esteros, quebradas o cursos de agua no canalizados, incluyendo tanto la amenaza latente de inundación costera como continental (Ilustre Municipalidad de Coquimbo, 2015b).

En el caso de Coquimbo, de acuerdo al Estudio Fundado de Riesgo para el PRC en proceso de aprobación, (Ilustre Municipalidad de Coquimbo, 2015b) dada su localización en el territorio y su configuración hidrográfica, hay dos amenazas principales:

**1. Peligro de inundaciones terrestres:** se considera una frecuencia entre 5 y 10 años, especialmente para las zonas de mayor susceptibilidad, como lo son los esteros y quebradas permanentes. Se genera debido a eventos meteorológicos extremos con precipitaciones extraordinarias, como las causados por el fenómeno de El Niño.

**2. Peligro de inundaciones costeras asociadas a tsunamis:** se considera una frecuencia de 20 años, a pesar de que existe una frecuencia de 100 años para eventos extremos combinados (sistemas frontales y tsunami, como lo ocurrido el 2015). Se tiene registro de un evento ocurrido el año 1730 en el que se estiman altura de olas de 16 metros producto de un terremoto de magnitud de 8.9. Las zonas de mayor susceptibilidad son aquellas bajo la cota de 8 metros.

Es relevante mencionar el desastre ocurrido el 16 de septiembre de 2015, en el cual un terremoto de grado 8.4 con epicentro cercano a Los Vilos y Canela (Región de Coquimbo) afectó a parte importante del país y especialmente a la Región de Coquimbo, falleciendo un total de 15 personas en el país. Este fenómeno produjo un tsunami que alcanzó olas de altura de 4,5 metros en Coquimbo, causando una gran destrucción. Una de las zonas más afectadas fue el sector



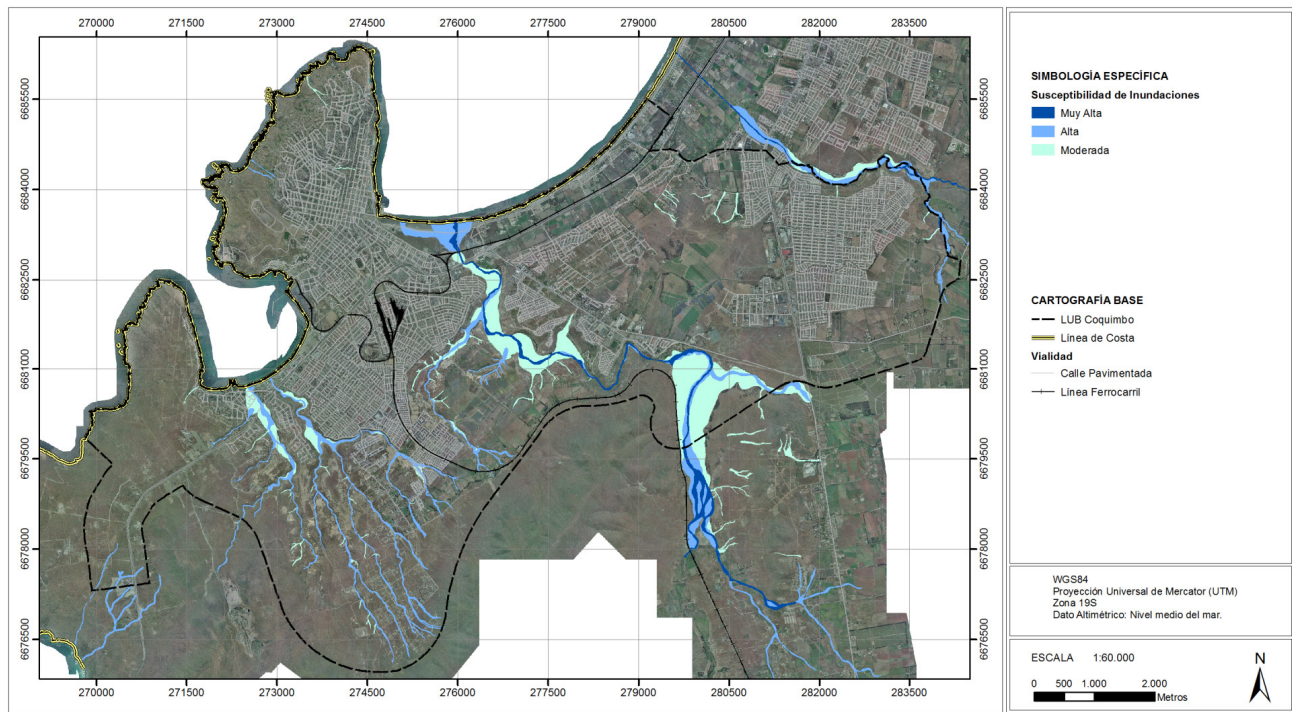
Estado de la Av. Costanera, sector desembocadura El Culebrón, posterior al tsunami del 16 de Septiembre del 2015. La Tercera (2015). Recuperado en: <http://www.latercera.com/noticia/inversion-del-mop-tras-terremoto-en-la-iv-region-llega-a-los-8-mil-millones/>

del Barrio Baquedano, colindante al humedal El Culebrón, donde ocurrieron fallecimientos y un grado de inundación y destrucción muy alto.

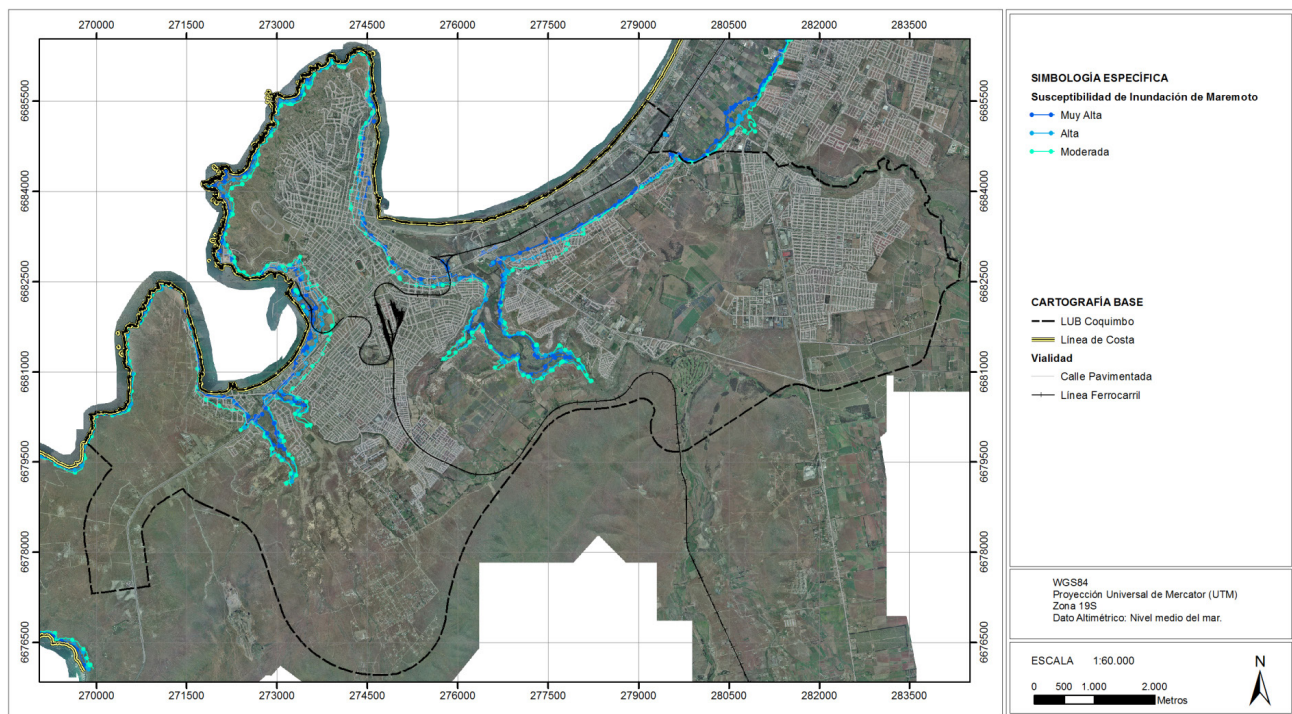
Como se mencionó anteriormente en el análisis de corrientes marinas, la ciudad de La Serena resultó con menor destrucción y daño que Coquimbo producto de la formación de los suelos marinos y porque las olas enfrentaron terreno desde mar abierto (24 horas, 2015)

### Contexto normativo

El Plan Regulador Comunal vigente para Coquimbo pertenece al año 1984, estando totalmente obsoleto para la realidad urbana y necesidad de planificación territorial en la comuna. Desde el año 1997 se está tramitando una actualización y modificación al PRC para reemplazarlo, pero fue rechazado el año 2008 por la Contraloría General de la República. Es por esto, que el año 2015 se redactó y elaboró un nuevo Plan Regulador Comunal, el cual, si bien aún no entra en vigencia, se encuentra disponible en la página web de la Municipalidad de Coquimbo, esperando ser aprobado y con lo cual pueda existir un instrumento planificador de mayor pertinencia a la realidad actual. Este nuevo PRC de Coquimbo tiene como objetivo principal el potenciar el desarrollo urbano interno reduciendo la expansión del límite urbano.



Mapa de susceptibilidad de inundaciones terrestres. Ilustre Municipalidad de Coquimbo (2015b). Estudio Fundado de Riesgo Plan Regulador Comunal de Coquimbo.



Mapa de susceptibilidad de inundaciones por maremoto. Ilustre Municipalidad de Coquimbo (2015b). Estudio Fundado de Riesgo Plan Regulador Comunal de Coquimbo.



Carta de inundación por tsunami para la conurbación. SHOA (2015). Recuperado en: <http://www.shoa.cl/servicios/citsu/citsu.html>

### 3.3 Humedal El Culebrón

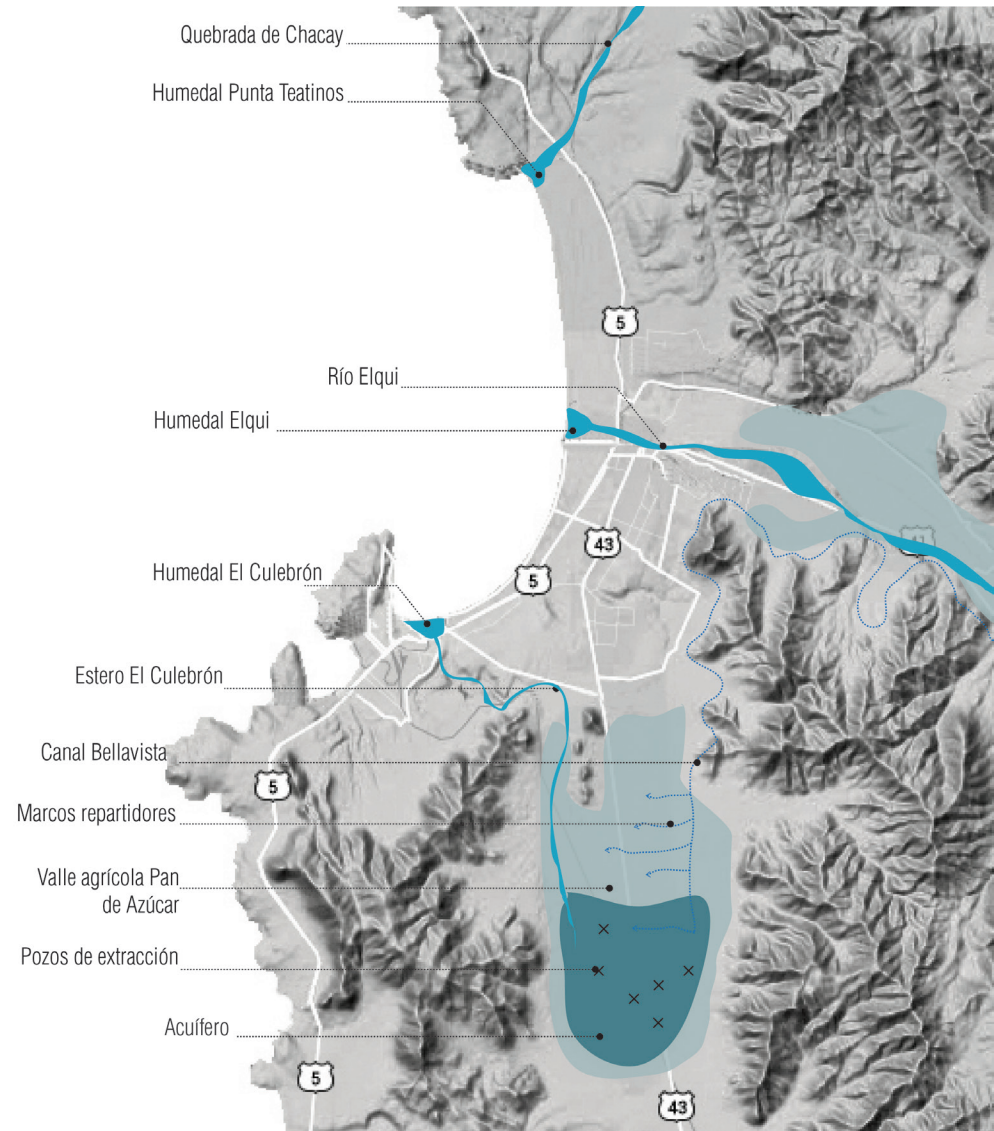
El humedal El Culebrón se ubica en el extremo sur de la bahía de Coquimbo, aproximadamente a 1 km del centro de la ciudad. Según la Corporación Ambientes Acuáticos de Chile (2005), debido a su emplazamiento presenta una dinámica de deterioro y fuerte presión antrópica. Es el de mayor tamaño de los humedales presentes en la bahía de Coquimbo, albergando una gran cantidad de avifauna residente y estacional.

El estero, del mismo nombre y al cual está afecto, se alimenta de un acuífero, es decir, tiene un origen subterráneo, que produce un flujo bajo tierra que emerge a la superficie. Según Cerasa y Martínez (2007) el acuífero posee una importancia hidrogeológica alta. Es por esto, que el estero posee condiciones de escurrimiento permanente y, por lo tanto, las variaciones pluviométricas que se dan en toda la cuenca se ven reflejadas como indicador en la desembocadura y el humedal.

Sobre el acuífero se desarrolla el valle agrícola Pan de Azúcar, el cual hace uso del acuífero mediante pozos de extracción, de forma controlada. Por un período de tiempo reducido una minera hizo extracción de agua del acuífero, pero esta acción se detuvo por demandas hechas por la comunidad local para prevenir el agotamiento del recurso que, a su vez, produciría una alteración en la desembocadura del estero y humedal (La Voz del Norte, 2011).

Al tratarse de un estuario, existe una dinámica de flujo circulante entre los aportes de aguas arriba y el agua marina, lo cual genera que las aguas del humedal sean más bien salobres (Corporación Ambientes Acuáticos de Chile, 2005). Este intercambio de aguas es fundamental para la configuración del ecosistema, dándole características particulares y que varían permanentemente durante el año y que estructura la

biodiversidad particular de este tipo de ecosistemas. De cortarse este flujo circulante, el humedal perdería sus formaciones vegetales y se produciría una pérdida de hábitat.



Plano de funcionamiento del sistema hidrológico en la conurbación. Elaboración propia a partir de imágenes de Google Earth.



Plano estado actual del humedal. Escala 1:10.000. Elaboración propia a partir de plano proporcionado por la Ilustre Municipalidad de Coquimbo



Espejo de agua principal.



Estero visto desde la Ruta 5. A la izquierda la Feria La Garza.



Línea férrea en desuso y microbasurales.



Desembocadura.



Puente Av. Costanera



Brazo poniente del cuerpo de agua.



Relleno de tierra en Av. Costanera tipo terraplén.

## Flora y fauna

La vegetación en el humedal posee un tipo de patrón de distribución homogéneo, y en términos generales existe una vegetación hidrófita y halófila. Se ve condicionada por la presencia de agua y por el grado de intervención humana presente en los bordes y que causa el deterioro de los suelos. De acuerdo a Cerasa y Martínez (2007), las especies vegetacionales se dividen de este modo:

- 12,8% (13 especies) son **endémicas**.
- 33,6% (34 especies) son **nativas**.
- 53,4% (54 especies) son **introducidas**.
- 41,5% (42 especies) están clasificadas en **estado de conservación**. Destacan 5 especies en un estado de conservación vulnerable y 1 especie en peligro.

A pesar de que los niveles de inundación son fluctuantes según diversos factores hidrológicos, se pueden identificar 2 grandes zonas que concentran unidades vegetales similares en su tipo:

**ZONA 1: Cauce y bordes inundados** / las especies son similares en los tramos A, B y C (ver imagen). Especies halófitas, plantas acuáticas algas filamentosas flotantes y acuáticas sumergidas.

**ZONA 2: Área no inundada** / varía desde una mayor densidad en el borde cercano al estero hacia una vegetación más rala hacia el exterior y la playan en el tramo A. Domina la vegetación herbácea, tanto rala como densa, seguida por una formación vegetal leñosa baja. La predominancia de especies varía en los 3 tramos existentes.

En el caso de la avifauna, se destacan las aves playeras y migratorias, las cuales poseen un patrón de distribución variante según la estación del año y las especies de flora que



Plano de distribución de la vegetación. Elaboración propia a partir de imágenes de Google Earth.

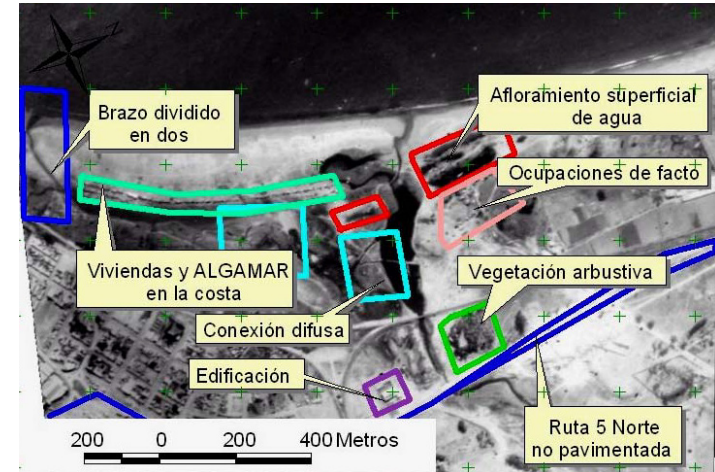
favorecen la nidificación, refugio y alimentación (Cerasa y Martínez, 2007). Hay identificadas alrededor de 74 especies, de las cuales:

- 80% son **residentes**.
- 20% son **visitantes**.
- 13,5% están presentes sólo durante el **verano**.
- 12% están presentes sólo en **invierno**.

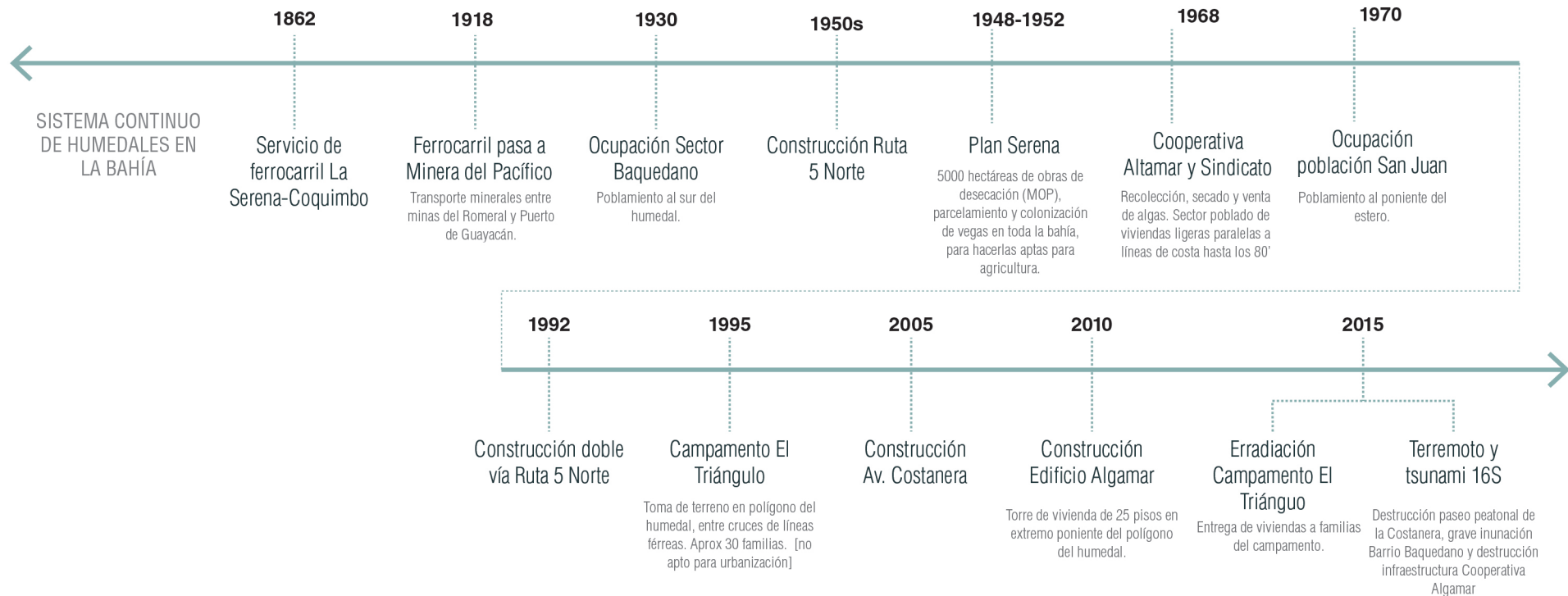
En su fauna destaca Gaviota Reidora, Gaviotas Franklin, Becacinas, Garzas Cucas y Huairavos (Corporación Ambientes Acuáticos de Chile, 2005).

## Desarrollo histórico

El mayor cambio que generó el proceso histórico asociado a la urbanización, fue la modificación en el brazo con el cauce principal y la alteración en la desembocadura, la cual anteriormente se encontraba dividida en 2 partes.



Fotografía aérea del humedal en 1972. Servicio Aéreo Fotogramétrico (SAF) en documento de Cerasa y Martínez (2007).



Esquema de línea de tiempo del desarrollo urbano en sector del humedal. Elaboración propia.



## Zona urbana y usos de suelo

Según el PLADECO de Coquimbo (2012), el humedal es el ecosistema de la comuna con mayor presión e impactos producto de la urbanización y considerando que se inserta en un sector donde los asentamientos humanos superan las 20.000 personas.

Entre los usos más relevantes se identifican: senderos peatonales informales, productivo (recolectores de algas), infraestructura vial (Ruta 5 norte) y asentamientos humanos.

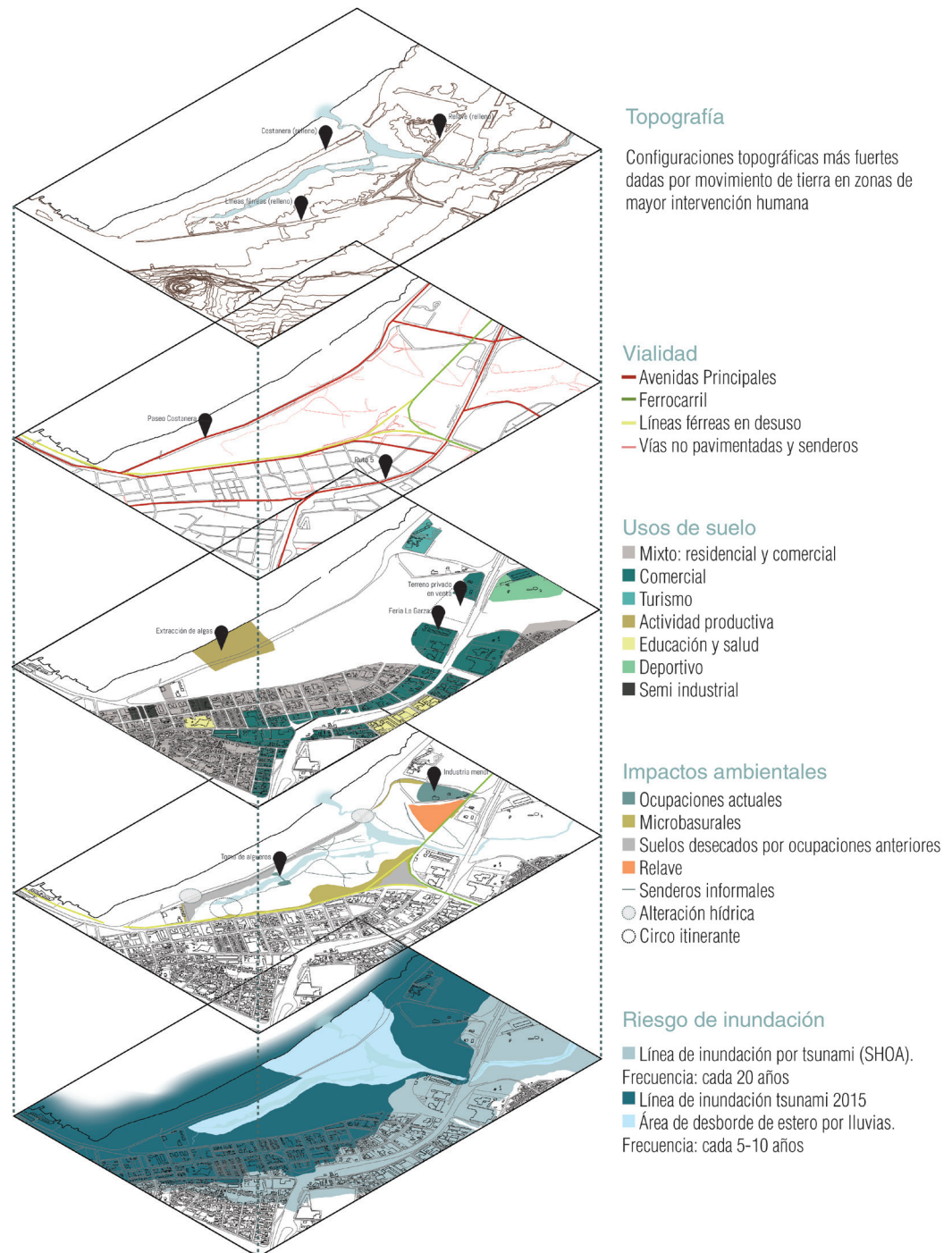
En síntesis, en el contexto urbano inmediato existe un uso habitacional mixto: vivienda y equipamiento complementario, industria inofensiva, talleres mecánicos y comercio diverso. En cuanto al borde costero del sector, se desarrollan actividades turísticas, pesca artesanal y recolección de recursos marinos (algas). Destaca además la presencia del Centro Agropecuario Pesquero La Garza, sobre la Ruta 5.

El polígono del humedal posee un tipo de propiedad mixta, tanto terrenos privados como públicos de la Gobernación Marítima y Bienes Nacionales.

## Impactos ambientales

De acuerdo a la CONAMA (2002), existe un severo deterioro en este lugar producto de relleno de escombros, micro-basurales y un relave minero. Producto del fuerte deterioro, vecinos del sector han demostrado interés en la recuperación del humedal e inquietud frente a su estado actual (Corporación Ambientes Acuáticos de Chile, 2005).

La Av. Costanera, construida el 2005, destaca como el impacto de mayor gravedad y además dentro de los más recientes. Esta supuso rellenos de tierra, la construcción de un terraplén y un puente de mediano tonelaje que modificó la



Isométrica de variables existentes en el sector del humedal. Elaboración propia.

desembocadura del estero, disminuyendo su área (Cerasa y Martínez, 2007). La construcción de esta vía, contempló un solo punto de intercambio de aguas, es decir, la única desembocadura visible y permanente durante el año, limitando la capacidad del ecosistema de intercambiar aguas durante diversas estaciones del año en diversos puntos. **Producto de esta situación, el humedal ha comenzado un proceso de desecación en su extremo poniente, donde, hace 44 años, existía una segunda desembocadura.** Es así, que se considera el impacto más fuerte que podría llevar a un deterioro acelerado en gran parte del ecosistema.

Sumado a esto, hace algunos años existió una toma de terreno conocida como Campamento El Triángulo – desalojada el 2015- que produjo un fuerte deterioro en el suelo. En la actualidad, existen tomas de terreno puntuales de parte de los recolectores de algas, que al no haberles sido entregada una solución frente a la destrucción de su refugio en el desastre ocurrido el año pasado, se instalaron al interior del humedal de forma cercana a sitios de nidificación.

Estas acciones antrópicas, de acuerdo a Cerasa y Martínez (2007), quienes realizaron un estudio de impactos en el humedal, produce impactos asociados a degradación paisajística, pérdida de cobertura vegetal y de hábitat, alteración de suelo y biológica, compactación del suelo, alteración hídrica, alteración y pérdida de fauna y disminución del agua superficial.

### Amenaza y riesgo

Como se ha mencionado, en el sector del humedal existen riesgos por inundación tanto por tsunami como por desborde del estero por lluvias, siendo éste más frecuente y abarcando una zona dentro del humedal mismo. De este modo, es el riesgo de tsunami el que excede los límites del humedal y bajo el cual debe considerarse equipamiento inundable.



Microbasurales.



Toma de terreno.



Terraplén.

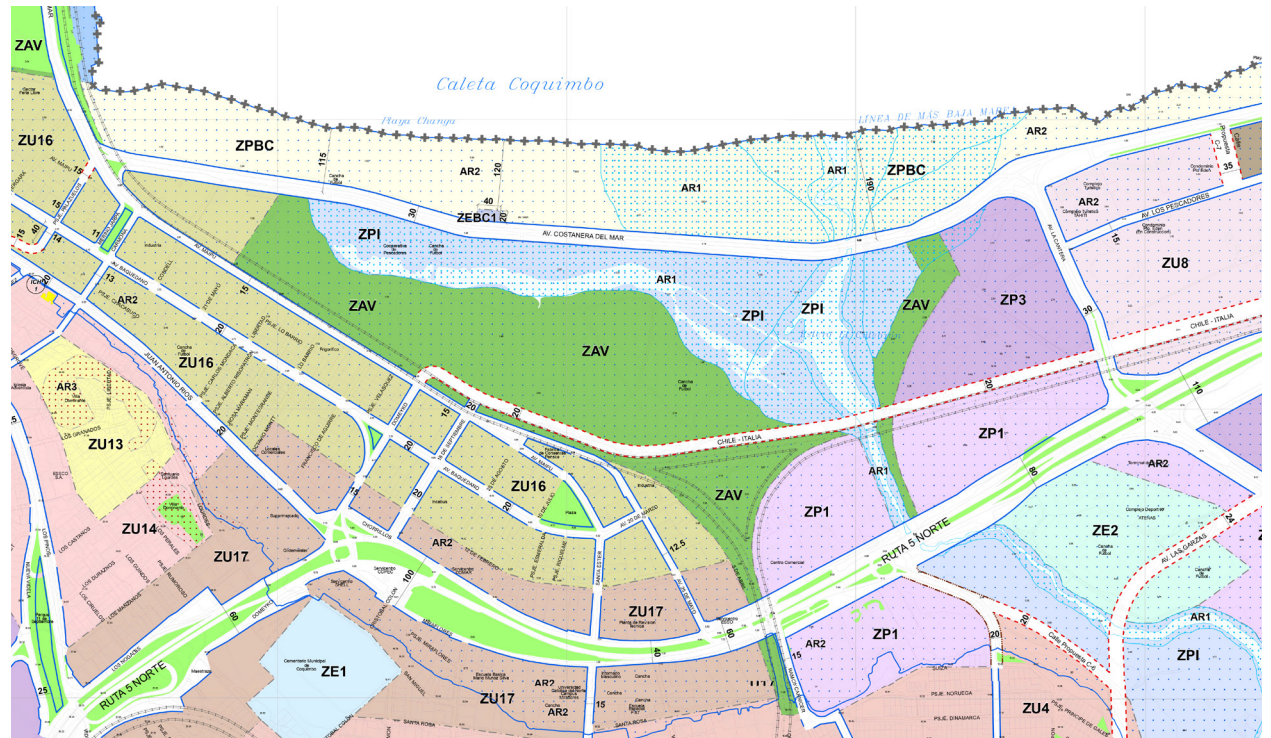
Fotografías del humedal. Archivo personal.

## Marco normativo

En términos generales, existe una indecisión en la planificación territorial en constante modificación de los usos de suelo para el área del humedal, siendo modificado desde área de extensión urbana a reserva natural y luego nuevamente a extensión urbana o áreas consolidadas. Esto, a pesar de que en el 2002 fue determinado como Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad por la CONAMA. El PRC nuevo, contempla esta situación y los usos de suelo que propone son de mayor protección.

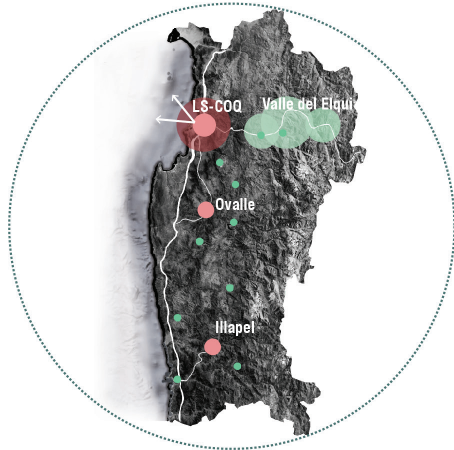


- ZU4
  - ZU8
  - ZU13
  - ZU14
  - ZU16
  - ZU17
- Zonas Urbanas Mixtas Residenciales**
- ZAV - Zona de Area Verde
  - ZPI - Zona Especial de Parques Inundables
- ZONAS URBANAS ESPECIAL**
- Zonas de Actividades Productivas y Equipamiento**
- ZP1 - Zona Especial de Actividades Productivas y Equipamiento 1
  - ZP3 - Zona Especial de Equipamiento
  - ZE1 - Zona Especial de Equipamiento de Salud (Cementerio)
  - ZE2 - Zona Especial de Equipamiento Deportivo
  - ZEBC1 - Zona Equipamiento de Borde Costero 1
- Áreas de Protección de Recursos de Valor Natural**
- AVN - Área de Valor Natural
  - ZPBC - Zona Protección de Borde Costero
- AREAS RESTRINGIDAS AL DESARROLLO URBANO**
- Áreas de Riesgo**
- AR1 - Zona Inundables o Potencialmente Inundables
  - AR2 - Zona Inundables o Potencialmente inundables por Maremoto



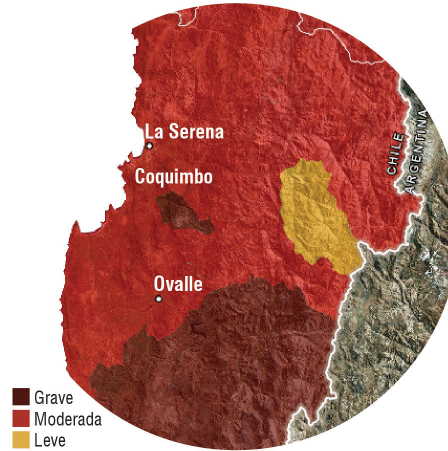
Extracto Plan Regulador Comunal de Coquimbo (aún no aprobado), sector del humedal. Ilustre Municipalidad de Coquimbo (2015). Recuperado en: <http://www.municoquimbo.cl/ciudad/el-municipio/plano-regulador.html>

### 3.4 Oportunidades y desafíos



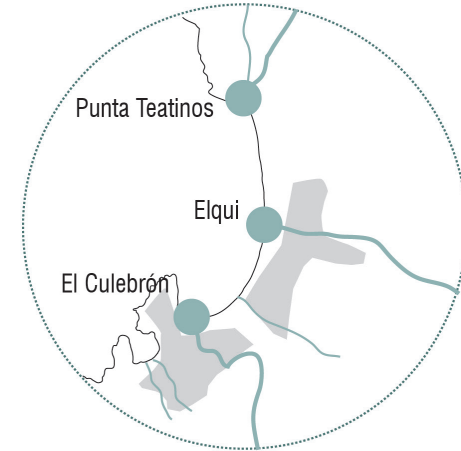
#### Posicionamiento a nivel regional

Localización estratégica en la región: producción minera, puerto y turismo. Centro residencial y de servicios: concentra el 60% regional.



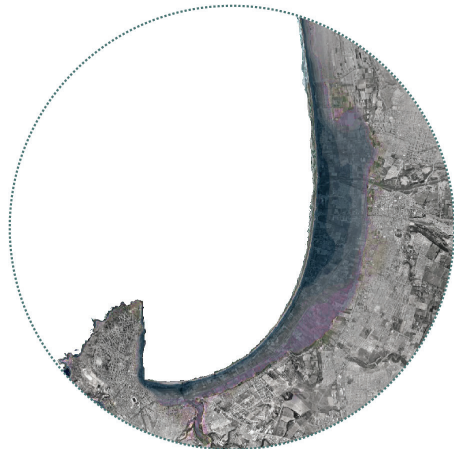
#### Proceso de desertificación

A nivel natural e intensificado por presión antrópica. Se genera por una degradación del suelo e impedimento de absorción de las precipitaciones.



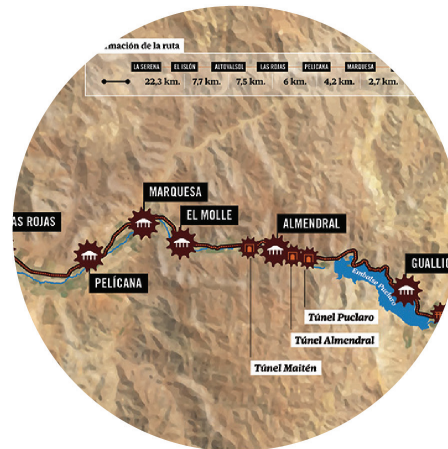
#### Sistema de humedales

Presencia de 3 humedales en la Bahía de Coquimbo, siendo El Culebrón el más afectado por impactos ambientales.



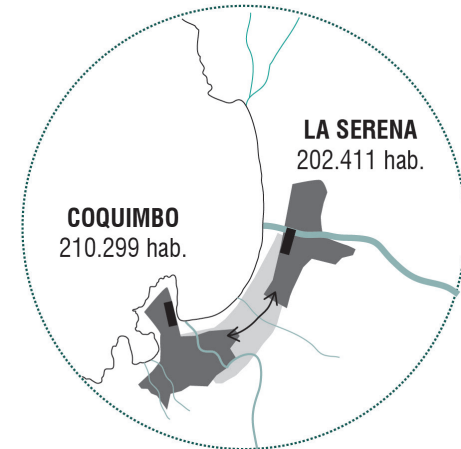
#### Riesgo y vulnerabilidad

Mayor riesgo en terrazas inferiores y zona de playa afecta a desembocaduras.



#### Proyecto Elqui Pedaleable

Conexión entre el Valle del Elqui y La Serena a través de cicloruta y paseo peatonal en líneas férreas abandonadas.



#### Ferrocarril CAP Minería

Recorrido desde Minas El Romeral hasta el Puerto de Guayacán.



**TASA REGIONAL SEDENTARISMO**

91,23%

**TASA REGIONAL SOBREPESO**

>65%

Infraestructura deportiva enfocada en canchas de fútbol de pasto y tierra.

**Actividad física y salud**



**LA SERENA**  
9 m2/hab

En su interior cuentan con infraestructura deportiva.

**COQUIMBO**  
5 m2/hab

Plazas de tipo barrial de bajo uso por parte de los habitantes.

**Áreas verdes y espacio público**



**Ferrocarril CAP Minería**

Recorrido desde Minas El Romeral hasta el Puerto de Guayacán. Comunidad de aficionados a los trenes lo fotografían y graban.



**Cooperativa y Sindicato Algamar**

Más de 27 trabajadores. Refugio barrido por tsunami 2015 y sin solución hasta la fecha. Quieren continuar sus labores en el sitio e incorporar el turismo por la alta exposición.



**Feria La Garza**

Se forma por la organización de diversos vendedores de productos en las calles. Proyectada nueva infraestructura para convertirse en el centro más grande de la región.



**Av. Costanera**

Vía vehicular, y ciclovía y paseo peatonal con bajada a la playa. Tiene un mayor uso tanto vehicular como peatonal en la época estival por la llegada de turistas.



### Ruta 5 Norte

Principal vía de acceso y conexión entre Coquimbo y La Serena. Alto flujo vehicular durante todo el año y vía de llegada para los turistas en época estival.



### Turismo

A nivel regional, La Serena y Coquimbo son los destinos principales, teniendo principalmente turistas chilenos (92%) y por otro lado, turistas extranjeros (11%), mayoritariamente argentinos.



### 16S 2015

Desastre por afectación de temporales y un tsunami. La combinación de estos eventos supuso la catástrofe más grave en 93 años. Modificaciones en la composición de las playas, con lo cual se estimó una recuperación natural de 5 años en las zonas más afectadas.

# CAPÍTULO 4 / Proyecto

## Observatorio Natural Humedal El Culebrón

*¿Cómo integrar ecosistemas en deterioro a la zona urbana de modo que disminuyan el riesgo ante un desastre y promuevan la resiliencia en la ciudad a través de la creación de espacio público?*

La siguiente propuesta busca la preservación de la biodiversidad del humedal El Culebrón a través de su planteamiento y revalorización como infraestructura verde y como espacio público, a la vez que reduce la vulnerabilidad ante tsunamis en una zona de alto riesgo y que ha sido afectada por desastres, como lo es el Barrio Baquedano.

Dado que, en este contexto territorial específico, el área de inundación es amplia y la zona urbana se encuentra consolidada y, por ende, no puede cambiarse la línea edificable de la costa, es que se decide incorporar el agua del mar y humedal a la propuesta, como sistemas vivos que constantemente respiran y poseen flujos intercambiables. Esta incorporación busca que el movimiento del agua y su ingreso al territorio se vuelva limpio, lento y seguro para la población mediante una serie de estrategias integradas que contemplan el recorrido del oleaje desde el mar hasta la zona habitada. De esta manera se propone una reinterpretación del espacio público, reconociendo las dinámicas del territorio, acercando a la población a un área natural y simultáneamente protegiéndola de posibles desastres.

### 4.1 Objetivos del proyecto

#### Objetivo general

Generar una propuesta arquitectónica de espacio público en el humedal El Culebrón que permita su recuperación y preservación, considerando programas actuales y pertinentes.

#### Objetivos específicos

- Proponer una red mayor de infraestructuras verdes para la conurbación La Serena-Coquimbo a la cual se integre el proyecto, generando relaciones y permitiendo la adaptabilidad en toda la bahía ante cambios y eventos extremos.
- Proponer una zonificación de área verde y espacio público en todo el estero y quebrada El Culebrón, entendiendo su rol como corredor ecológico, su riesgo ante inundaciones y teniendo en cuenta que lo que ocurra aguas arriba afecta directamente la desembocadura como área de mayor fragilidad.
- Revalorizar, recuperar y preservar el ecosistema y biodiversidad del humedal El Culebrón, actualmente con un deterioro muy severo.
- Disminuir la vulnerabilidad de la población ante el riesgo de destrucción por inundaciones en el Barrio Baquedano.
- Aumentar la dotación de espacio público y áreas verdes en la ciudad de Coquimbo.

### 4.2 Propuesta territorial

Las propuestas a nivel territorial planteadas sirven como una aproximación gradual al humedal, permitiendo generar conocimiento sobre la identidad, preexistencias y necesidades en el territorio, en la conurbación, la comuna y en el barrio Baquedano, para finalmente hacer una propuesta arquitectónica específica.

#### Macro escala: Matriz ambiental para la bahía

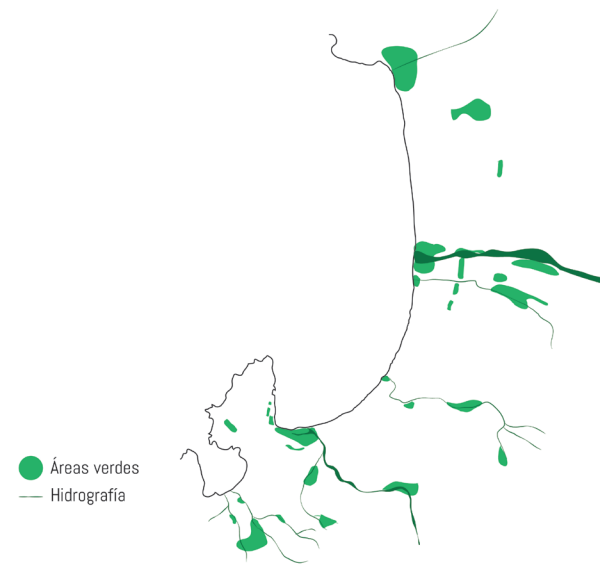
En la macro escala, y a nivel conceptual y general, se propone una matriz ambiental compuesta por infraestructuras verdes que favorecen la revalorización del sistema hidrográfico actual, conectándolo con corredores y áreas verdes ya existentes o potenciales.

Se proponen una serie de programas vinculados a oportunidades identificadas y a sitios de interés ambiental, configurando una red programática coherente.

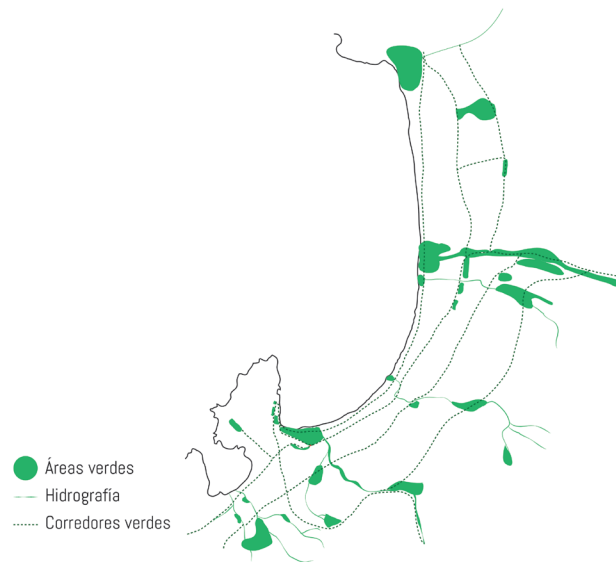
## Estrategias de intervención



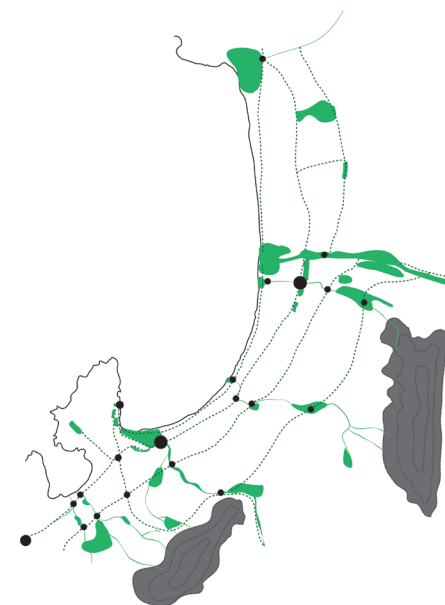
**1. DISTRIBUIR ÁREAS VERDES** / Preservar sistema de humedales en la bahía (áreas de inundación), identificar parques existentes e identificar áreas potenciales.



**2. CONECTAR A TRAVÉS DE CORREDORES NATURALES** / Crear ejes verdes a partir de sistema hidrográfico (río, estero y quebradas).



**3. GENERAR MATRIZ AMBIENTAL** / Crear ejes verdes urbanos a partir de la identificación de las ciclovías existentes en La Serena y el proyecto Elqui Pedaleable, prolongando los ejes hasta Coquimbo y el humedal El Culebrón y proponiendo nuevos en los tramos de línea férrea en desuso que conecten con Pan de Azúcar.



**4. PROPONER HITOS Y ESPACIOS PÚBLICOS INTERSTICIALES** / Crear puntos de unión programática en las intersecciones.





Matriz de áreas verdes urbanas y naturales



Sistema de áreas naturales de mitigación de inundaciones



Red de ciclorutas y senderos



Hitos turísticos

**HITOS URBANOS**

- 1 - Puerto de Coquimbo
- 2 - Caleta de pescadores artesanales y Mercado
- 3 - Terminal de buses
- 4 - Cruz del Tercer Milenio
- 5 - La Pampilla
- 6 - Puerto de Guayacán
- 7 - Punto Limpio El Culebrón
- 8 - Club de Yates
- 9 - Relleno sanitario El Panul
- 10 - Casino
- 11 - Faro
- 12 - Terminal de buses
- 13 - Monumento Gabriela Mistral
- 14 - Aeropuerto
- 15 - Explanada Celebración Fiestas Patrias

**PROPUESTAS**

- 1 - Parque Metropolitano El Culebrón
- 2 - Observatorio Natural Humedal El Culebrón
- 3 - Parque Ecológico Humedal del Elqui
- 4 - Plaza Pan de Azúcar
- 5 - Planta de reciclaje de residuos sólidos

— Líneas férreas en uso

— Líneas férreas en abandono (+ Elqui Pedaleable)

**PARQUES Y EQUIPAMIENTO DEPORTIVO EXISTENTE**

- 1 - Plaza Vicuña Mackenna
- 2 - Plaza de Armas de Coquimbo
- 3 - Parque O'higgins
- 4 - Estadio F. Sánchez
- 5 - Complejo Deportivo Arenas
- 6 - Parque Cementerio de Coquimbo
- 7 - Club de Campo (Golf y deporte)
- 8 - Complejo Deportivo Barrick Coquimbo
- 9 - Parque Urbano Tierras Blancas
- 10 - Complejo Deportivo El Milagro
- 11 - Estadio La Portada
- 12 - Universidad de La Serena
- 13 - Parque Coll
- 14 - Parque 18 de Septiembre
- 15 - Parque Santa Lucía y Regimiento
- 16 - Jardín Japonés
- 17 - Parque Pedro de Valdivia
- 18 - Plaza de Armas La Serena
- 19 - Parque Alemania
- 20 - Complejo La Serena Golf (deportivo y residencial)



Planta general de propuesta macro escala.

## Meso escala: Parque Metropolitano El Culebrón

También a nivel conceptual y general, se propone revalorizar el estero como complemento a la protección legal del acuífero, por medio de proyectos y programas específicos según el carácter local en cada sector.

Se propone la creación de un sistema de parque continuo dentro de este corredor hidrológico, dividiéndolo en 3 grandes sectores: Estero, Quebrada Seca y Humedal. Cada una de estas partes configura un área verde particular, con diferentes variaciones en la intensidad de usos y grados de intervención:

**Circuito del Estero:** asociado a un área de mínima intervención, es un parque de características naturales con circuitos de recorrido para bicicleta, trekking y cabalgatas, llegando hasta el Valle Pan de Azúcar.

**Parque de la Quebrada:** constituye el área verde de mayor intervención, con reforestación y un uso más intensivo como parque urbano, con actividades deportivas y recreacionales. Se asocia a un sector que es recurrentemente solicitado a convertir en parque, con actividades de convocación para limpieza y forestación.

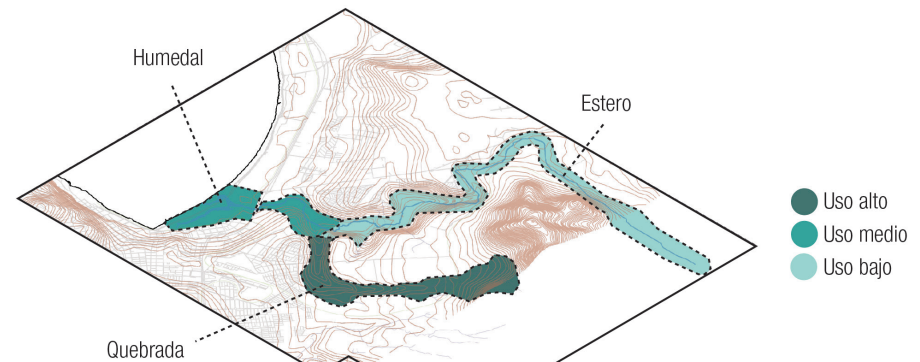
**Observatorio Natural Humedal El Culebrón:** se asocia a la comprensión de ecosistemas y fenómenos específicos relativos al comportamiento de aves y agua, en un marco urbano. Posee un grado de intervención medio.

### ÁREA TOTAL PARQUE = 400 há. aprox.

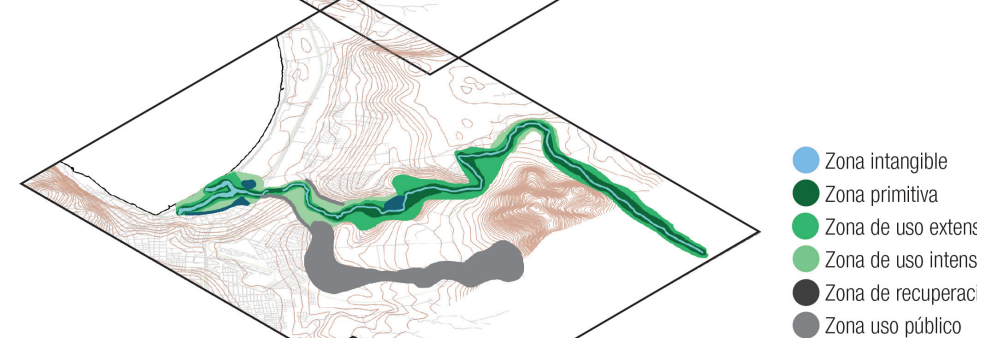
Se estima que la dotación de áreas verdes en Coquimbo aumentaría a un 24,7 m<sup>2</sup>/hab. Este valor es netamente referencial, considerando que es una estimación conceptual al polígono de un parque. Debe considerarse, además, que el parque tendría un carácter metropolitano sirviendo también a La Serena.

## Estrategias de intervención

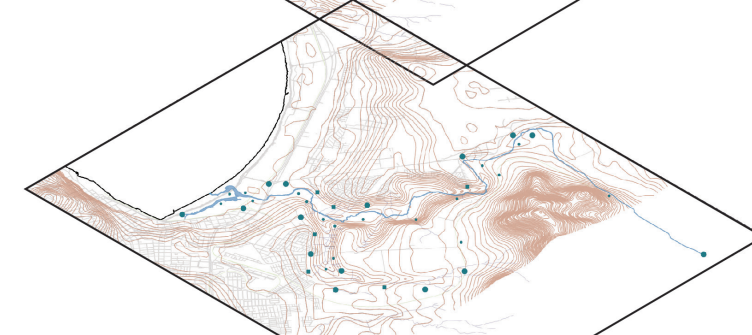
**1. ZONIFICAR /** Establecer niveles de uso.



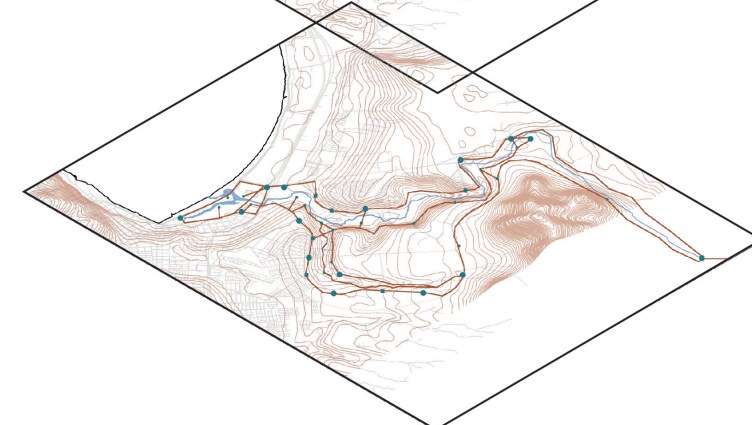
**2. PROTEGER /** Establecer intensidades de uso y grado de intervención.



**3. UBICAR Y CONSOLIDAR /** Crear hitos, accesos y miradores.



**4. CONECTAR /** Crear una red de circuitos, senderos y ciclovías.





Planta general de propuesta meso.escala.

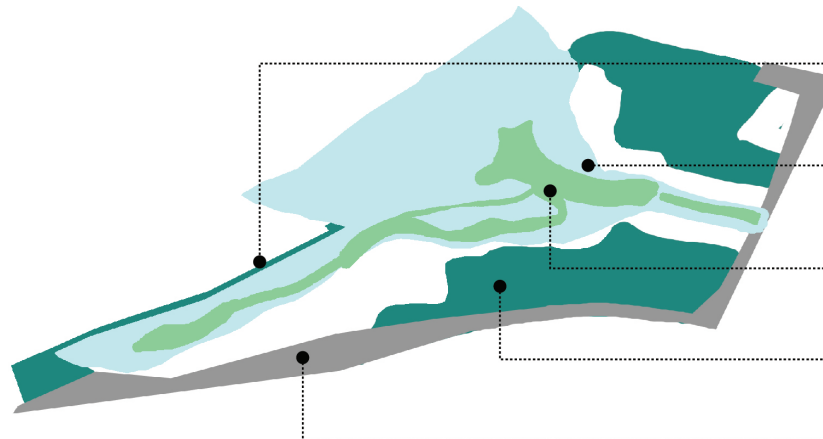
## Micro escala: Observatorio Natural Humedal El Culebrón

Consiste en un parque urbano natural de carácter inundable que entrega una experiencia de espacio público relacionado con el pasear y entender conductas de las aves, flora y agua. Tiene como propósito invitar a la observación y contemplación de un área natural costera, con diversos grados de acercamiento y mediante programas enfocados en experiencias diferentes.

### Propuesta de ocupación



- | Estival | Invernal |  |
|---------|----------|--|
|         |          | Turistas de balneario (COQ+LS) / Recorrido pasajeros por Costanera (de playas a puerto + ciclovia). Mayor número en época estival.                             |
|         |          | Turistas específicos / Interés en avistamiento de aves, ecología, paisaje y cultura. Recorrido por interior de humedal. Cantidad similar en invierno y verano. |
|         |          | Ciclistas / Turistas y residentes, medio de transporte o recreación.   |
|         |          | Residentes / Recorrido por espacio público e interior del humedal + programas.   |
|         |          | Niños (estudiantes) / Recorrido por espacio público + programas educacionales ligados a escuelas   |



Paseo costero

Programa inundable: pasarelas y miradores  
[acceso controlado]

Nidificación de aves

Suelos desecados: restauración vegetacional  
Edificaciones anti-tsunami

Áreas verdes recreacionales y paseos [acceso libre]  
Edificaciones anti-tsunami

Esquemas de proceso de avance en la propuesta arquitectónica. Elaboración propia.

### 4.3 Propuesta arquitectónica

El proyecto se funda en el hecho de que la ciudad y el espacio público debe prepararse para recibir el ingreso del mar sin previo aviso, a la vez que posee una multifuncionalidad asociada a la cotidianeidad para los habitantes y turistas de Coquimbo, existiendo una interrelación y complemento en la serie de intervenciones propuestas.

De este modo, el proyecto se basa en 3 conceptos-acciones clave que responden a los 3 temas a abordar y al problema socio-ambiental generalizado entorno al habitar el territorio en el país:

*Sobre el riesgo / MITIGAR:* Refiere a aperturas hidrológicas y barreras de disipación de energía que atenúan la velocidad, fuerza y volumen del oleaje, tanto como las planicies de inundación y absorción del agua.

*Sobre la biodiversidad / PROTEGER:* Se basa en la preservación y protección de la biodiversidad y ecosistemas, promoviendo la entrega de servicios ecosistémicos.

*Sobre el espacio público / PROGRAMAR:* Se centra en la conformación y reinterpretación del espacio público según circulaciones, usos y programas relacionados a la vegetación y humedal.

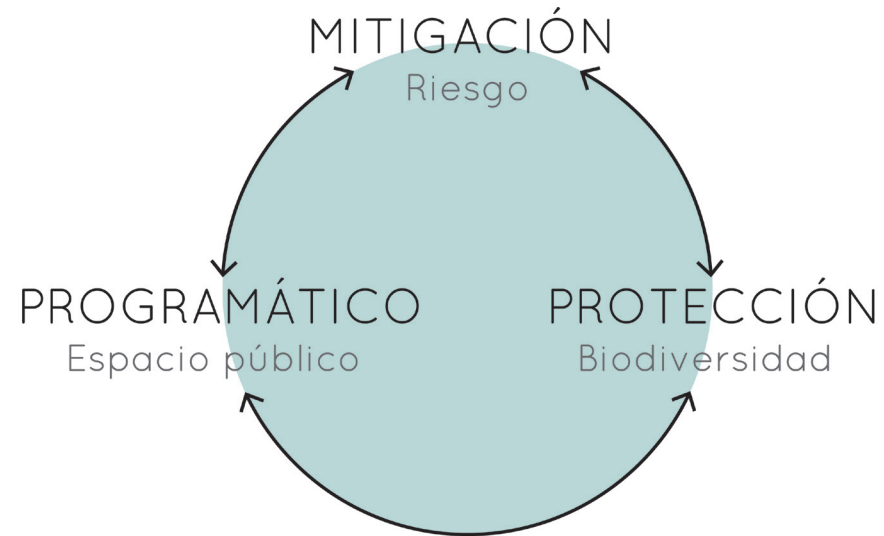
Se busca que el parque tenga una variedad programática concentrada y definida por las oportunidades identificadas en el análisis del territorio. Se pueden sintetizar del siguiente modo:

**CENTRO DE INTERPRETACIÓN DEL HUMEDAL:** integra la investigación científica con la educación ambiental, siendo el punto de acceso controlado hacia el humedal.

**FERIA ARTESANAL Y JUEGOS DE AGUA:** se relaciona con el turismo de balneario a través de un paseo que vincula

el Barrio Baquedano con la Costanera. Se le suman juegos de agua para los niños que a través de la experiencia permita reconocer fenómenos hidrológicos.

**ZONA DEPORTIVA:** se relaciona con la vida y turismo entorno a los paseos costeros, que promueven la realización de actividad física y el incentivo de vida sana.



Esquemas de ejes del proyecto. Elaboración propia.

### 4.4 Referentes

Los siguientes proyectos fueron analizados desde su proceso de diseño, abarcando las estrategias de diseño e intervención vinculadas con la creación de infraestructuras verdes y espacio público. Se seleccionaron referentes que trabajaron también en ecosistemas de humedales, como sistemas de mejoramientos hídricos u otros tipos de parque que son un aporte en cuanto a sus propuestas.



Plataforma arquitectura (2013).



Plataforma arquitectura (2013).

**Parque de humedales y aguas lluvias Qunli | Turenscape. Heilongjiang, China.**

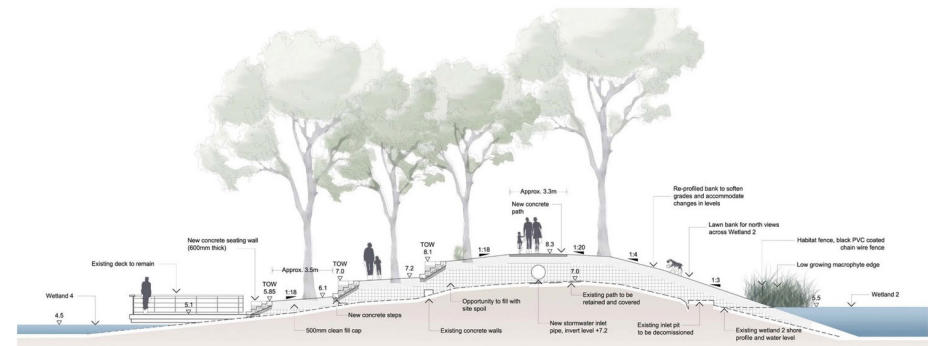
Diseño de un parque de 34,2 hectáreas en un humedal protegido regionalmente. Se ubica en pleno centro urbano y rodeado por carreteras en todo su perímetro, sumado a un desarrollo urbano denso. El humedal se encontraba bajo amenaza considerando la reducción de las fuentes de agua en la zona. El proyecto de parque lo convirtió en una esponja verde que recupera aguas pluviales.



Landezine (2015).

**Parque ribereño Perreux | BASE Landscape Architecture. Perreux-sur-Marne, Francia.**

Proyecto que regenera la relación entre la ciudad y el río, acercando a las personas, flora y fauna nuevamente. Se suavizan los bordes urbanos mediante el reemplazo de las protección de hormigón por bordes vegetales e inundables.



Plataforma arquitectura (2016).

**Proyecto de reutilización de agua del Parque de Sydney |Turf Design Studio, Environmental Partnership. Sydney, Australia.**

Proyecto de mejoramiento de los sistemas de agua del Parque de Sydney, dándole un nuevo valor y ofreciendo una experiencia recreativa para la comunidad, con un paisaje acuático y que reafirma la relación entre las personas y el ecosistema..



Plataforma arquitectura (2015).



Plataforma arquitectura (2015).

**Parque Urbano Kaukari | Teodoro Fernández Arquitectos. Copiapó, Región de Atacama, Chile.**

El proyecto busca el desarrollo del cauce del río Copiapó como espacio urbano verde y accesible, articulando las riberas y otorgando una solución a nivel paisajístico e hidráulico en un sector que se encontraba en desuso y desconectado de la ciudad a pesar de su buena ubicación.



Plataforma Arquitectura (2014).



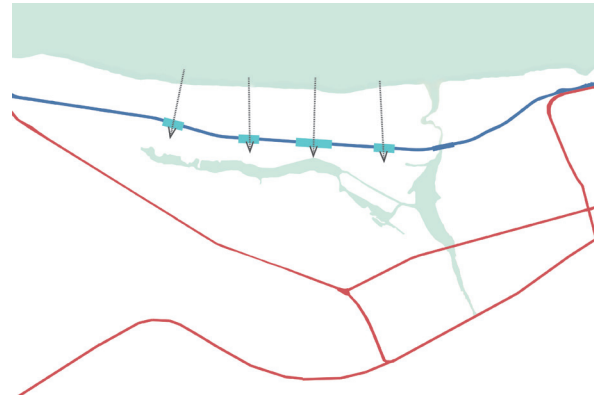
Plataforma Arquitectura (2014).

**Parque Ecológico St Jacques | Atelier de Paysages Bruel-Delmar. Saint Jacques de la Lande, Francia.**

El parque es un proyecto urbano ubicado en un polígono de naturaleza híbrida donde existen prácticas agrícolas y una dinámica de re-naturalización, integrando el paisaje boscoso existente. Fortalece el vínculo entre el uso de las personas y el paisaje a través de conexiones suaves.

## 4.5 Estrategias de intervención: Compatibilización de la ciudad y el ecosistema

Las estrategias de intervención buscan enmendar los desajustes ambientales presentes en el humedal y su borde urbano, por lo cual responden a través de una secuencia a los objetivos planteados. Se dividen en una serie de 5 y agrupan una diversidad de intervenciones. La sumativa de éstas da la forma básica de ocupación y diseño del parque, consolidándolo como un soporte de acercamiento que se instala en el ecosistema.



### 1 - ABRIR

Consiste en la apertura de relación e intercambio entre el mar y el humedal en secciones de la Costanera a través de TRASPASOS ECOLÓGICOS para impedir su desecamiento y deterioro a largo plazo. Se determinó esta estrategia según el funcionamiento ecológico del humedal y las modificaciones topográficas presentes en el borde de la Costanera.

- Cambio de uso actual en la Costanera: se propone un aligeramiento de la vía actual, considerando que gran parte del paseo peatonal fue destruido el 16S, transformándola a un paseo peatonal con ciclovía en el tramo del humedal. Para esto se utilizará la infraestructura existente para los vehículos, removiendo los escombros del paseo peatonal destruido y devolviendo ese espacio a la playa. En el caso de los vehículos, estos se desviarán hacia la calle Nueva Costanera, la cual contempla el uso de una calle actual (Maipú) con una carga de uso muy baja, y la creación de un nuevo tramo paralelo a la Ruta 5, que se prolonga hacia el oriente y que está contemplado en el nuevo PRC.

- Creación de traspasos ecológicos: a través de la identificación de ejes recurrentes de ingreso del mar hacia el humedal en los últimos 10 años, sumándole un eje de mayor espesor de ingreso para el tsunami del 16S, se proponen perforaciones de la Costanera en dichos sectores. Estas consisten en una serie de puentes y un muro poroso en el eje de tsunami, que favorecen la preservación del ecosistema a la vez que, ante subida de nivel de mar el agua puede ingresar permanentemente de forma más segura y sin romper contra un muro de contención.



### 2 - CONTENER

Consiste en la redefinición de los límites urbanos del humedal, los cuales actualmente son una infraestructura dura y sin relación con el ecosistema. Se proponen movimientos topográficos que mejoren las relaciones entre los diferentes niveles de suelo, conteniendo el humedal y protegiéndolo, a la vez que actúan como barreras de disipación de energía en caso de ingreso del mar. Dialoga con el ritmo de los traspasos ecológicos. Consisten en dos grandes áreas:

- Borde sur/borde urbano: se propone un montículo que mejore y prevenga condiciones de erosión del suelo del humedal. Esta se propone en lugares donde el suelo está actualmente desecado y deteriorado, como también entorno a la línea férrea para cumplir como barrera acústica. Sirve también para prevenir la erosión del humedal al interior del perímetro.

- Borde norte/borde playa: entorno a la Costanera, dado que es un terraplén, se propone un sistema de dunas y roqueríos hacia la playa y taludes vegetales hacia el humedal.





### 3 - VEGETAR

Se establecen tipologías de coberturas vegetacionales, creando hábitats diversos según la identificación de los suelos desecados y deteriorados. Consiste en una contención vegetal que gradúa los usos de la población hacia el interior, protegiendo la vegetación en estado natural del humedal y consolida la estrategia topográfica anterior.

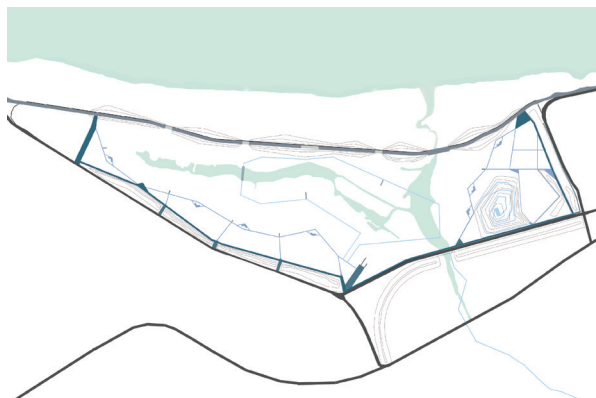
- *Buffers*: anillos de amortiguación entorno al humedal, que limitan espacialmente para impedir el paso de las personas hacia el núcleo interior. Espacio de recuperación y transición vegetal entre el exterior y el interior.

- *Dunas*: parte del sistema de contención, se estabiliza con vegetación nativa asociada a la playa.

- *Praderas*: áreas de césped que mejoran la condición de drenaje del suelo actual y que permiten un uso libre a las personas.

- *Bosque*: asociado también al sistema de contención, consiste en una masa arbórea lineal que hace de frente verde en la ciudad.

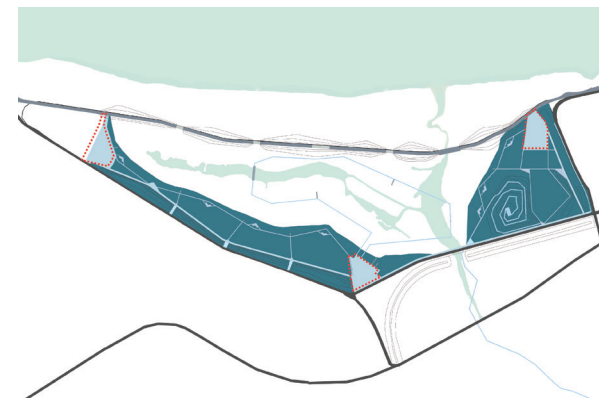
- *Jardín del relave*: cobertura vegetal que permita la recuperación del suelo.



### 4 - CONECTAR

Según su jerarquía y relación con el mosaico de hábitats, entregan diferentes formas de habitar y experimentar el ecosistema. Consiste en una serie de circuitos de recorridos principales, secundarios y terciarios que filtra el número de usuarios hacia el núcleo protegido.

- Circuito perimetral
- Circuito secundario en el buffer
- Conexiones entre circuitos
- Circuito en el humedal
- Otros



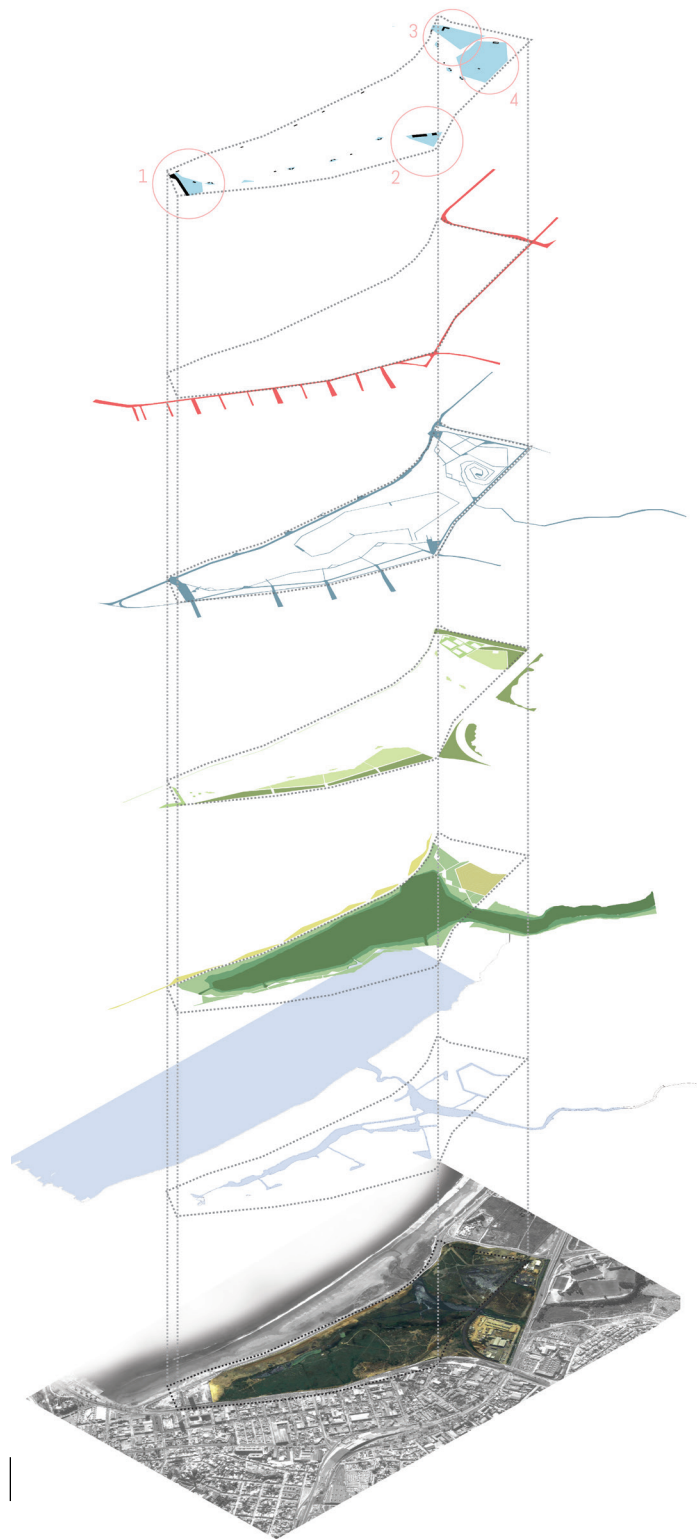
### 5 - PROGRAMAR

Se basa en la cobertura vegetal y en las circulaciones, permitiendo habitar las áreas verdes de diferentes formas: en contacto con el suelo, circulando a ras de suelo, o circulando alejado del suelo. Se configura en base a la creación de un anillo exterior al Buffer, en el borde desecado.

*Anillo*: configura la zona de parque urbano a la cual existe acceso público y uso libre.

*Polos programáticos*: concentran programas específicos a la vez que sirven de accesos principales al parque.





- Equipamiento y programa
- 1 Feria artesanal y juegos de agua
  - 2 Centro de interpretación del humedal
  - 3 Zona deportiva
  - 4 Zona de jardines y eventos

Circulaciones vehiculares

Circulaciones peatonales  
\*algunas incluyen ciclovías

Áreas verdes de acceso libre

- Prados
- Bosques
- Otros

Áreas verdes de acceso limitado

- Dunas
- Humedal
- Doble buffer (amortiguación + restauración)
- Jardín del relave

Sistema hidrológico

Pre-existencias

## 4.6 Diseño

- 1 Acceso 1 / **Feria artesanal**
- 2 Juegos de agua
- 3 Cafetería y zona de baños con humedal artificial

- 4 Refugio para alqueros con exposición
- 5 Plaza del memorial
- 6 Sistema de zonas de descanso y picnic
- 7 Sistema de baños con humedales artificiales
- 8 Estacionamientos
- 9 Accesos secundarios
- 10 Calles compartidas
- 11 Vivienda en altura

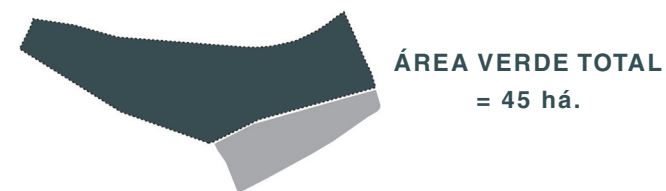
- 12 Acceso 2 / **Centro de interpretación del humedal**
- 13 Circuito del humedal con miradores

- 14 Línea férrea
- 15 Centro pesquero agropecuario La Garza
- 16 Equipamiento comercial

- 17 Jardín botánico del relave
- 18 Explanada multiuso
- 19 Graderías
- 20 Pabellón de eventos y plataforma

- 21 Acceso 3 / **Zona deportiva**
- 22 Explanada de máquinas de ejercicio
- 23 Canchas
- 24 Barras de calistenia

- 25 Pasarela de conexión **sistema de Parque Metropolitano**





Planta general de proyecto.  
Escala 1:6000



Imagen objetivo - Circulación secundaria con vista al jardín botánico del relieve



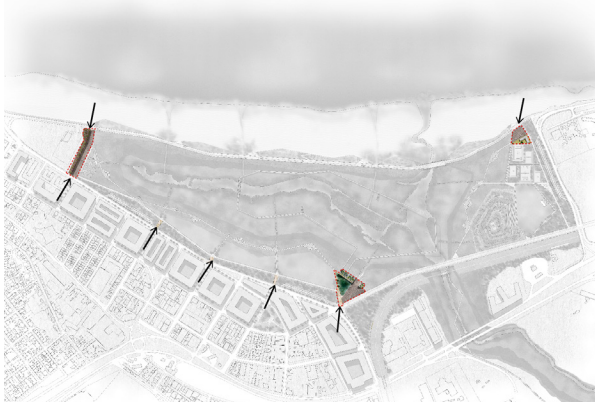
Imagen objetivo - Recorrido en el humedal.

## Criterios de intervención específicos

Las estrategias de diseño sientan una base general para el diseño del parque, sin embargo, cada zona requiere decisiones específicas vinculadas con el manejo particular. A continuación, se explicarán los criterios de diseño divididos en 5 temáticas: **CIRCULACIÓN Y FLUJOS - BORDE URBANO - PROGRAMA - PAISAJE Y VEGETACIÓN - AGUA.**

### BORDE URBANO

#### a. Accesos



Se proponen 3 **accesos principales** en los centros programáticos que se vinculan con la accesibilidad peatonal y vehicular. Cada uno de estos accesos tiene vinculados estacionamientos.

**Acceso 1 / Feria Artesanal:** tiene una condición de calle compartida hacia el Barrio Baquedano. Se vincula con el centro de Coquimbo mediante la Nueva Costanera, siendo un acceso vehicular relevante desde allí. Conecta el Barrio Baquedano con la playa.

**Acceso 2 / Centro de Interpretación del Humedal:** tiene una condición de accesibilidad desde la Ruta 5, que

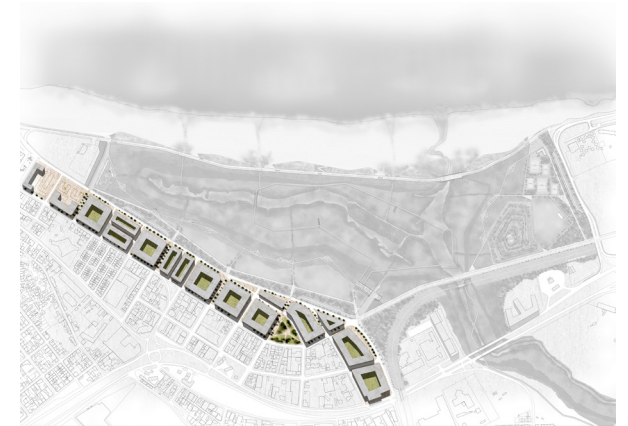
considera el transporte público y vehículos privados desde Coquimbo y La Serena. Además, tiene relación directa con la Nueva Costanera.

**Acceso 3 / Zona deportiva:** permite el acceso desde la Av. Costanera en el tramo vehicular hacia La Serena, como también a nivel peatonal. También vincula el acceso por Av. La Cantera desde la parte alta de Coquimbo.

En segunda instancia, se proponen una serie de **accesos secundarios** peatonales asociados al Barrio Baquedano. Estos accesos se prolongan hacia el barrio traduciéndose en calles compartidas -peatones y vehículos-, donde se promueva la actividad comercial y turística. Para elegir estas calles se analizó la trama vial existente, bajo lo cual se escogieron calles que tuvieran un ancho medio (considerando que hay calles muy angostas en el sector) y que, en lo posible, no tuvieran salida directa a la Ruta 5.

Se eligieron las siguientes calles: Francisco de Aguirre (un ancho relevante y arborización), 18 de Septiembre (ancha, arbolada y continua) y 10 de Julio (ancha, arbolada, conecta con plaza, sale a Ruta 5).

#### b. Barrio Baquedano: primera línea



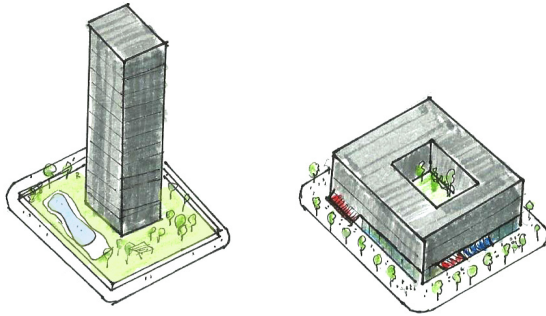
Considerando que un parque activaría el desarrollo inmobiliario en el Barrio Baquedano, es que se proponen criterios básicos para la edificación en la primera línea de manzanas.

En primer lugar, el nuevo PRC establece una zonificación de renovación urbana en todo el barrio que busca reconvertir el sector en una zona residencial mixta a través de la densificación, considerando una máxima de 600 hab/há. Considera alturas máximas de 14 metros para agrupación continua (aproximadamente 5 pisos) y 42 metros para edificación aislada (aproximadamente 16 pisos).

En segundo lugar, conociendo las implicancias de que es una zona de alto riesgo de inundación, debe considerarse el primer piso no habitable, destinándolo para actividades comerciales.

Conociendo la forma de desarrollo inmobiliario presente en el borde costero de La Serena y Coquimbo, el cual convencionalmente consiste en torres aisladas con los espacios comunitarios hacia el frente de la playa, se toma la decisión

de privilegiar el espacio público por sobre esa tipología, estableciendo la necesidad de que exista activación en las calles cercanas al parque. En este sentido, se proponen los espacios comunitarios exteriores al interior de las manzanas.



Tipología existente vs. tipología propuesta.

Es por este motivo, que se toma la decisión de crear un plan de desarrollo de viviendas en altura por agrupación continua, teniendo directa relación con las calles y espacio público y cediendo el primer piso a actividades comerciales que activen, especialmente, las calles compartidas. Dado que se opta por este tipo de edificación, se tendrá una altura máxima de 14 metros, conservando un carácter de barrio de mediana densidad, que se relaciona mejormente con el barrio actual.

#### c. Feria pesquera agropecuaria La Garza

Se propone una adecuación en el emplazamiento de la Feria actual, considerando que actualmente está siendo gestionado un proyecto de arquitectura nuevo para este emprendimiento. De este modo, mejoraría la relación con el estero, dándole más espacio y creando un paseo fluvial asociado a la feria.

#### d. Línea férrea

De acuerdo al nuevo PRC, se establece una línea de 20 metros que no es edificable y/o habitable. Se propone una barrera acústica de masa arbórea entorno a la línea férrea en todo el polígono del humedal.

## CIRCULACIÓN Y FLUJOS

El recorrido perimetral del parque incorpora la Costanera, vinculándose a nivel peatonal y ciclovía. Aun así, son recorridos separados respecto al límite del parque como tal.

### EXTERNOS



#### a. Costanera

El nuevo paseo peatonal y ciclovía tiene directa relación con el sistema de dunas. Es por esto, que en primer lugar se establece que los Traspasos Ecológicos se sitúan en torno a los roqueríos, y es en los roqueríos donde se establecen las bajadas a la playa, para no intervenir el sistema de dunas.

Se le suma que, en las bajadas a la playa, las circulaciones de peatones y ciclistas se hacen difusas para crear plazas. Estas plazas se prolongan hasta los roqueríos como placas de bajada que se posan sobre las rocas para no afectar la porosidad existente en el roquerío y favorecer el ingreso permeable del agua en caso de subida de nivel del mar.

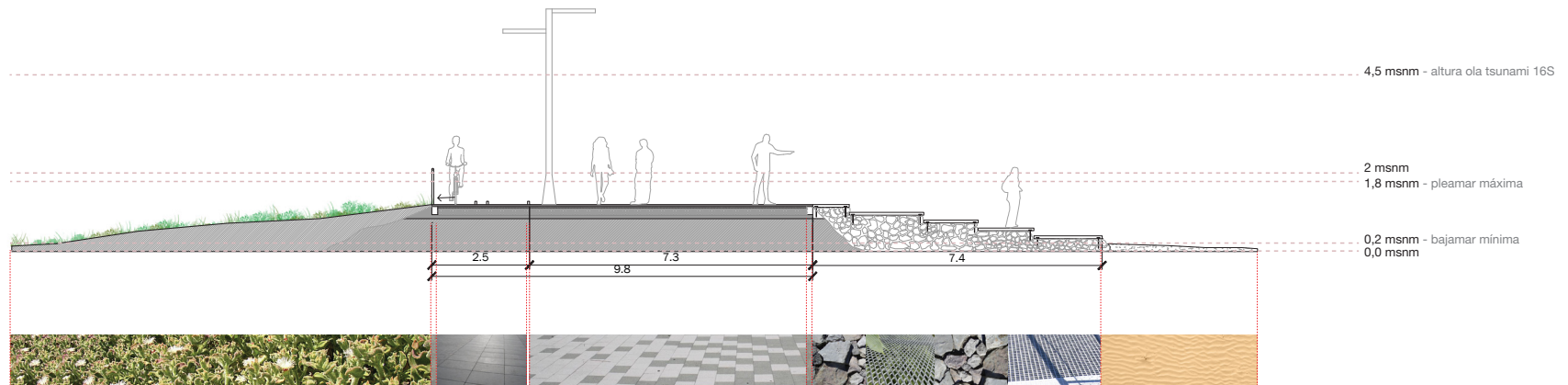
En los accesos del parque, se proponen plazas de mayor superficie, dándole más relevancia a aquellas bajadas de playa

que serán utilizadas con más frecuencia.

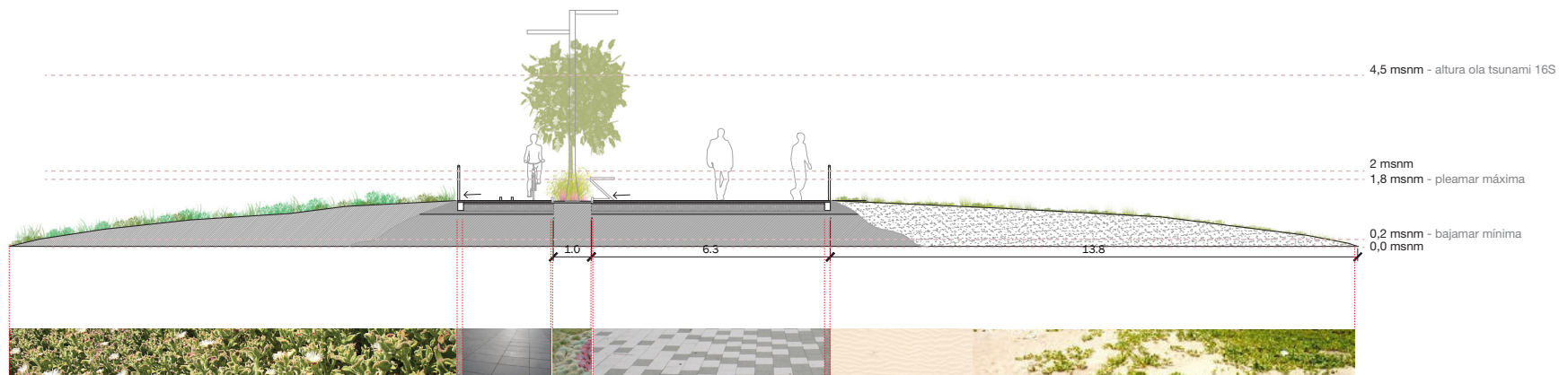
Se disponen una serie de equipamientos modulares en el eje, asociados también a las plazas. Uno de estos equipamientos se considera como parte de la infraestructura de soporte para los alquileres. El resto son kioscos, baños, duchas y sombreaderos. Se utilizará una estructura de acero cubierta con acero perforado para preservar la identidad relacionada con el puerto.

#### b. Nueva Costanera

La Nueva Costanera incorpora el desvío de vehículos que se realizó, teniendo un perfil de calle que contempla un uso comercial en el borde urbano, con un frente verde en el parque. Se incorporan árboles en las manzanas del Barrio Baquedano, siguiendo linealmente la forma de éstas y haciendo un efecto de dispersión hacia el parque.

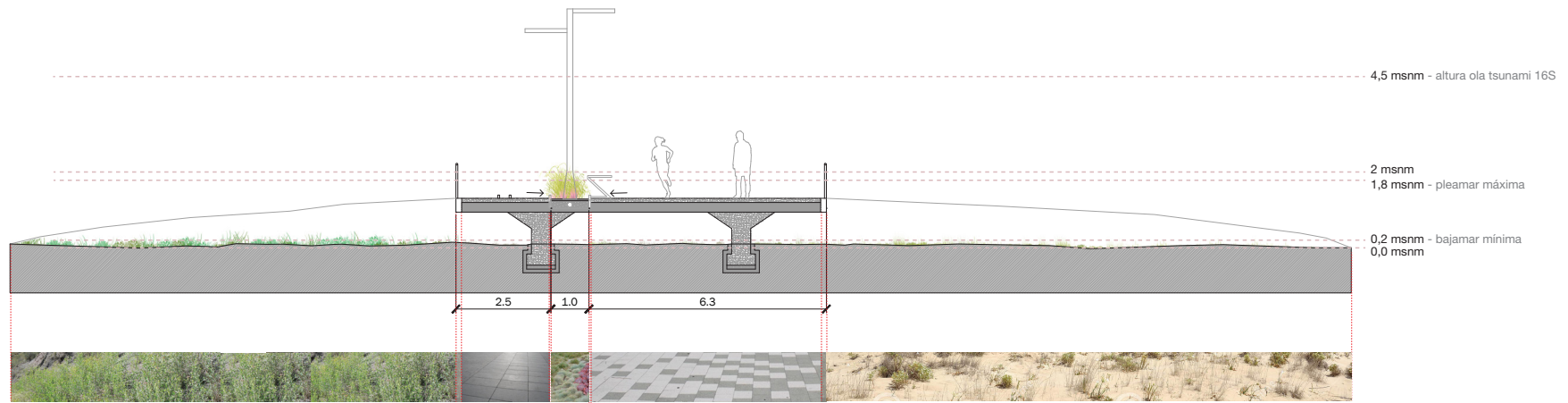


Costanera - Tipología 1: bajada a la playa.



Costanera - Tipología 2: duna.

\*Debe considerarse que la altura de la Costanera es variable en su extensión, elevándose hacia el puente que existe actualmente. Estas tipologías representan uno de los bordes más bajos en el tramo.



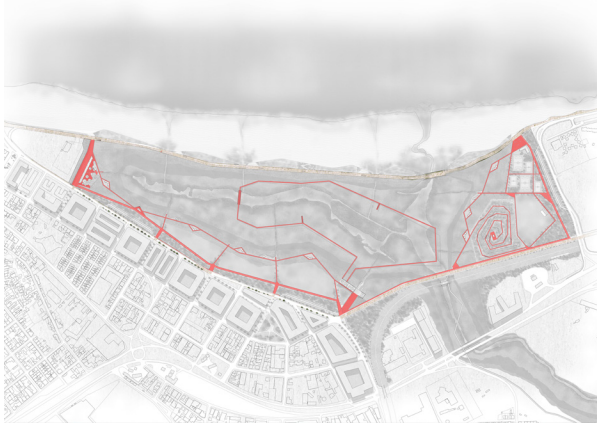
Costanera - Tipología 3: traspaso ecológico.



Nueva Costanera - Sector estacionamientos.



## INTERNOS



### c. Circulación principal: anillo exterior

Tiene un mayor ancho y una materialidad de hormigón asociada a una mayor carga de uso y al estar más lejos del humedal. Se integra también un sistema de ciclovía, vinculándola a la existente en la ciudad (Av. Costanera y Av. del Mar), como parte de la propuesta en escala macro, y con el nuevo paseo de la Costanera en el tramo del humedal.

### d. Circulación secundaria: anillo interno

Permite un acercamiento al humedal sin hacer ingreso al recorrido por el interior, teniendo una circulación a ras de suelo en macillo y convirtiendo al Buffer en un espacio habitable de transición.

### e. Ejes de acceso y conexión entre circuitos

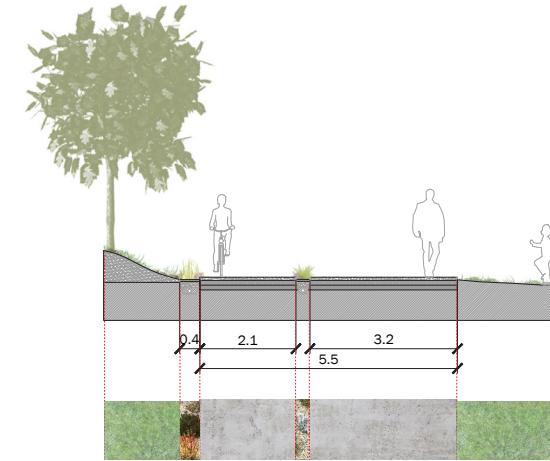
Conectan las circulaciones en forma de anillo y son parte de los ejes de acceso secundario que conectan con el Barrio Baquedano. Tienen una materialidad de macillo hacia el interior de las praderas y de hormigón en la zona de acceso.

### f. Recorrido del humedal

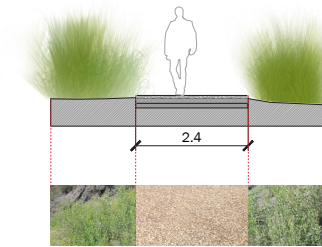
Posee un acceso único para filtrar el público que accede y afectar de forma mínima las condiciones naturales del humedal y la presencia de avifauna. Se establece un máximo de 20 personas al interior del humedal. Para el circuito se proponen pasarelas para generar un mínimo impacto, con una materialidad de mallas de acero, permitiendo el traspaso de luz -y agua en caso de lluvias- al suelo natural. Para las barandas se propone la reutilización de las durmientes de la línea férrea abandonada, unidas mediante un pasamanos de acero que evoque la presencia anterior del ferrocarril sobre el terreno.

### g. Jardín del Relave

Se proponen pasarelas de ascenso en doble espiral que se mantienen a una distancia corta del suelo, dado que está en proceso de fitoestabilización y las condiciones de escurrimiento del agua deben ser totales. Se utiliza una materialidad de malla de acero que también favorece el traspaso de luz y agua, además de ser un material económico y liviano.



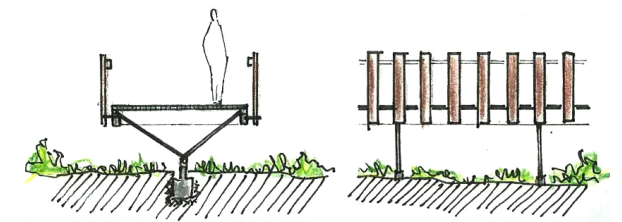
Circulación principal - Ciclovía y peatonal.



Circulación secundaria - Peatonal.



Durmientes de ferrocarril para barandas de la pasarela. Archivo personal (2016).



Pasarelas en el humedal - Peatonal.

## PROGRAMA

El programa tiene una directa relación con las circulaciones descritas.

### a. Centro de interpretación del humedal

Se propone que el edificio esté en el Buffer, en el punto de convergencia de las circulaciones y la Nueva Costanera, y con un grado de relación con el humedal dado que es el acceso al recorrido interior. Este programa responde a la necesidad de educar a través de la difusión y recorrido del humedal, como del incentivo de la investigación y protección del mismo.

El programa se separa en 2 partes: el centro de interpretación y cafetería-tienda. Esta separación responde de todas formas a una unidad geométrica.

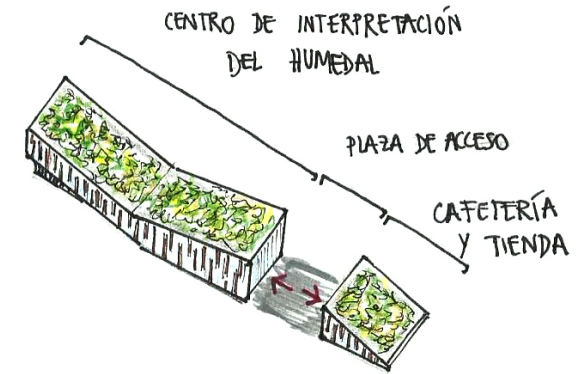
Se busca que el edificio se funda en el paisaje pero que al aparecer destaque como hito. Por este motivo se inclinan las cubiertas y se utiliza una cubierta verde con vegetación del Buffer mismo. Esta cubierta verde también colecta aguas lluvia y genera aislación en los recintos interiores.

En el frontis del edificio, se establece una plaza de acceso con huertos educativos y un humedal artificial que filtre las aguas del edificio mismo, a la vez que sirve como antesala educativa para explicar los procesos del humedal.

### b. Zona deportiva

Se configura gradualmente desde la Costanera, teniendo como primera instancia una explanada con máquinas de ejercicio, que funciona como antesala para la zona de canchas, donde se establecen 2 canchas de futbolito y 3 multicanchas ordenadas en el eje norte-sur. El polígono deportivo tiene como borde un circuito de trote que a la vez conecta con el circuito principal, de mayor longitud para practicar actividad física.

Tiene vinculada una zona de masa arbórea para generar sombras.



Esquema de programa propuesto para Centro de Interpretación del Humedal.



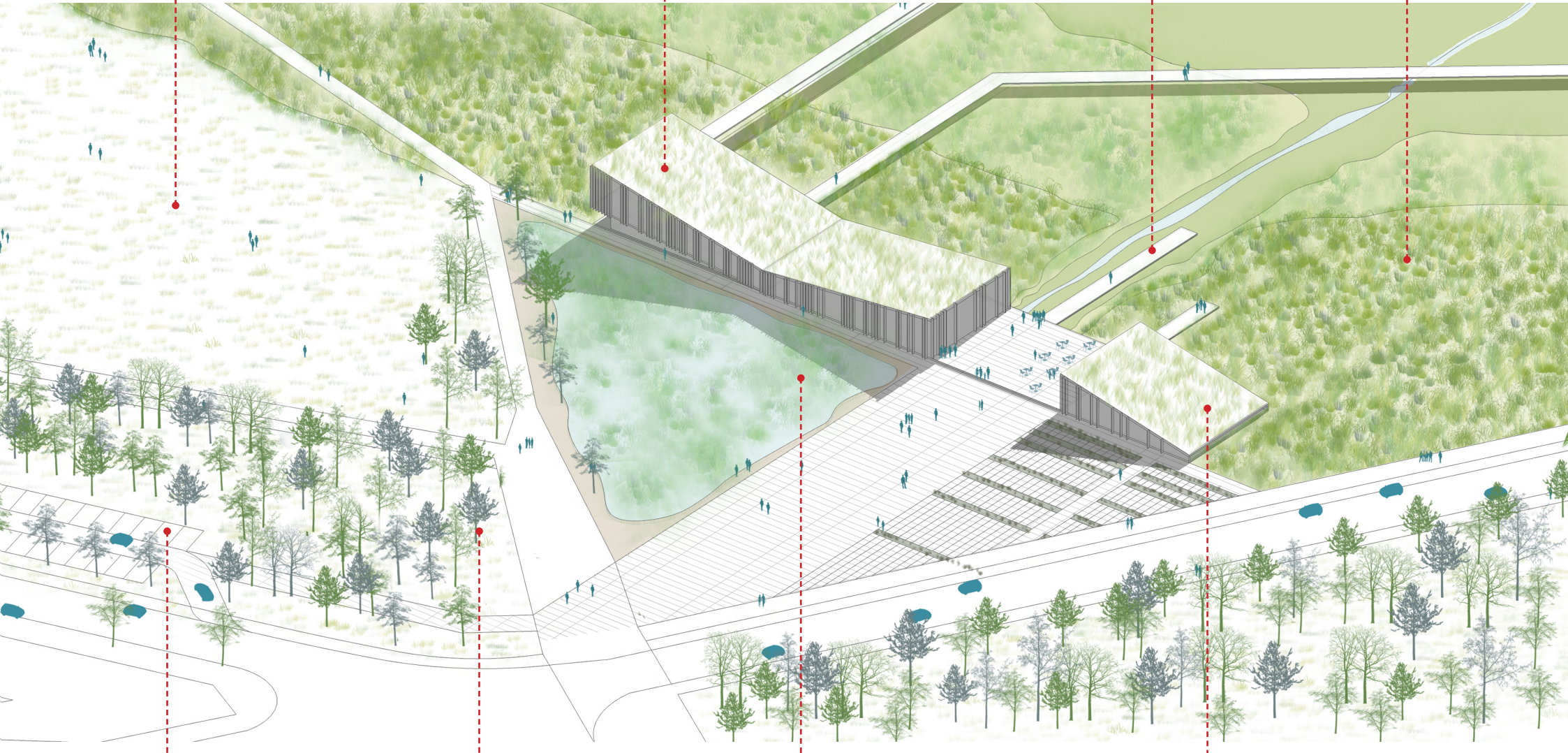
Planta de zona deportiva.

**Pradera**  
- uso recreativo -

**Centro de interpretación del humedal**  
- exposición, salas, auditorio, laboratorios y acceso al circuito de pasarelas en el humedal-

**Miradores**

**Buffer**



**Estacionamientos**

**Bosque**

**Humedal artificial**  
- funcional y educativo -

**Cafetería y tienda**

*c. Feria artesanal y juegos de agua*

Se propone un gran parrón que albergue infraestructura para el soporte de una feria artesanal, a la vez que configura un paseo sombreado hacia la playa. Este paseo conecta la playa con el Barrio Baquedano.

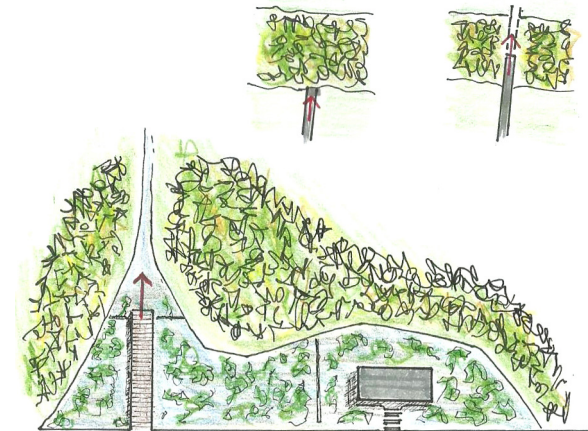
Se le suma un área de juegos de agua para niños que, mediante la interacción, el juego y la experimentación, genera educación entorno a los flujos circulantes entre río y mar. El agua de esta zona posee un uso cíclico mediante la purificación en un humedal artificial. Esta zona se acompaña con una cafetería.

*d. Picnic y zonas de descanso*

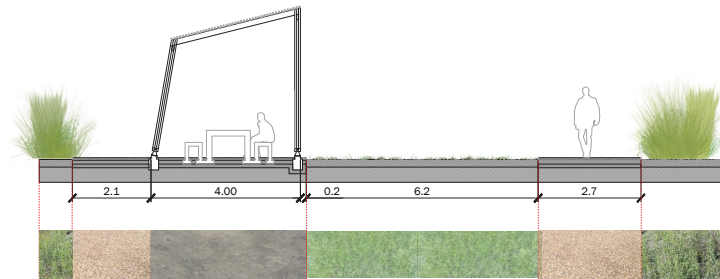
Se establecen como puntos de descanso en la circulación del buffer con un grado de privacidad por la vegetación densa, configurando espacios de sombreaderos en madera con una mesa y bancas de hormigón en obra. Se separan de la circulación, creando un paralelo con un área verde asociada.

*e. Sistema de miradores del buffer y baños*

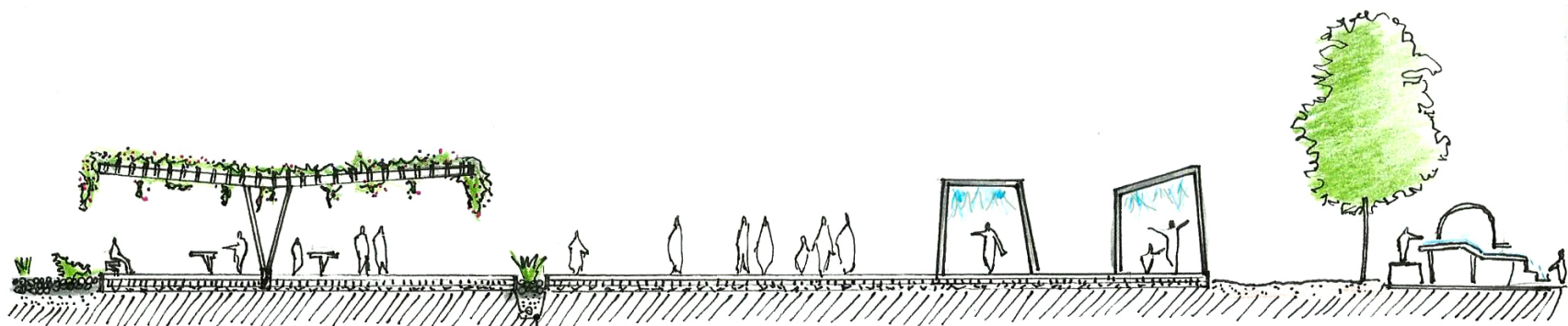
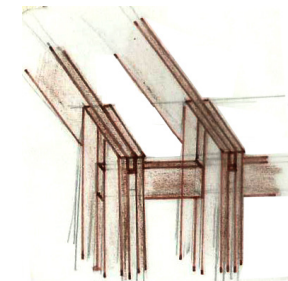
Los ejes de accesos secundarios y/o circulaciones de conexión se condolidan como ejes de observación y rematan en miradores en puntos de servicios. En estos puntos y sobre la circulación secundaria, se instala el sistema de baños que funciona como un volumen flotante sobre humedales artificiales para la purificación de las aguas grises y un sistema de drenaje hacia el humedal. De este modo, el espacio se abre sobre esta zona para generar una mejor visibilidad desde los miradores, que a la vez marcan la línea de drenaje del agua purificada hacia el humedal.



**Sistema de miradores y baños** - Esquema en planta.



**Zonas de descanso y picnic** - Corte y detalle constructivo.



**Feria artesanal, explanada y juegos de agua** - Corte.

*f. Memorial 16S*

Se plantea dentro de la circulación principal por el vínculo con el Barrio Baquedano y los fallecimientos ocurridos en dicho lugar.

Considera una explanada de contemplación, con un muro de hormigón de contención en un talud de césped que configura una barrea simbólica hacia el mar que contiene las inscripciones de los 15 fallecidos en el país. Se le suma una contraparte de un poste en un espejo de agua que lleva la marca de las alturas de ola alcanzada en las diversas localidades afectadas por el tsunami.

*g. Jardín botánico del relave, explanada multiuso y pabellón de eventos*

El jardín del relave se constituye como un jardín botánico que educa sobre las posibilidades de fitorremediación sobre suelos con grados de contaminación, acercando a las personas a la flora de clima semi-árido característica de Coquimbo a través de un recorrido de ascenso que culmina en una explanada de observación panorámica al mar, ciudad y cerros.

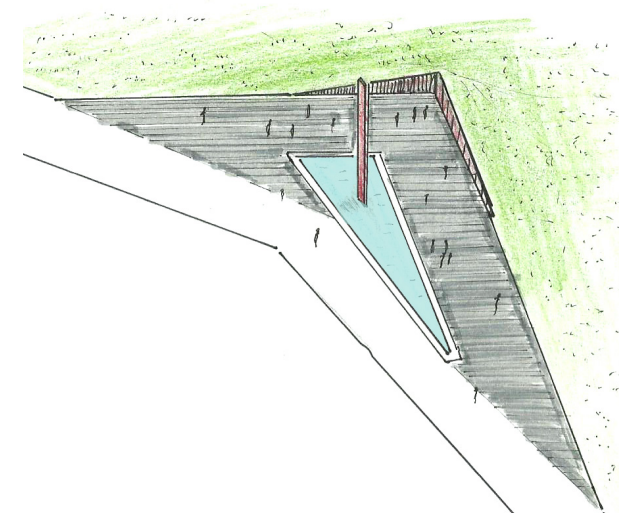
De igual modo, se aprovecha el aterrazamiento y estabilización del suelo para generar una zona de graderías.

hacia la explanada multiuso propuesta para eventos, la cual se equipa con un pabellón y escenario con un ángulo de inclinación para mejorar el asoleamiento que recibe.

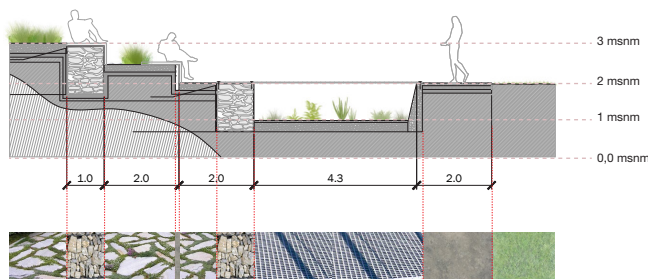
*h. Estacionamientos*

Se considera una dotación total de aproximadamente 300 estacionamientos, distribuidos en torno a los accesos principales.

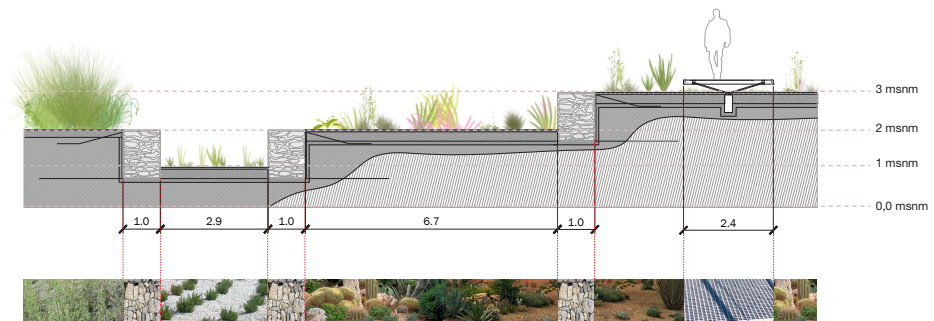
Se establecen en el interior del bosque, ocultándolos del paisaje y paralelos a las vías vehiculares, asociándose no solamente con los usuarios del parque sino también con el uso comercial de la Nueva Costanera y la playa.



**Memorial 16S**



**Jardín botánico del relave** - Corte de graderías.



**Jardín botánico del relave** - Corte de pasarelas de ascenso y descenso.

### *i. Estaciones en el humedal*

El recorrido al interior del humedal consta de 4 miradores de avistamiento y aprendizaje durante la experiencia del habitar, que emulan el habitar de las aves en el humedal:

**1 - Aterrizaje:** simula el descender de las aves a través del ingreso a la estación como si fuera un microscopio a escala humana. Posee un tapiz de totora que aumenta la sombra al avanzar, replicando la experiencia de las aves en la vegetación al llegar al interior del humedal.

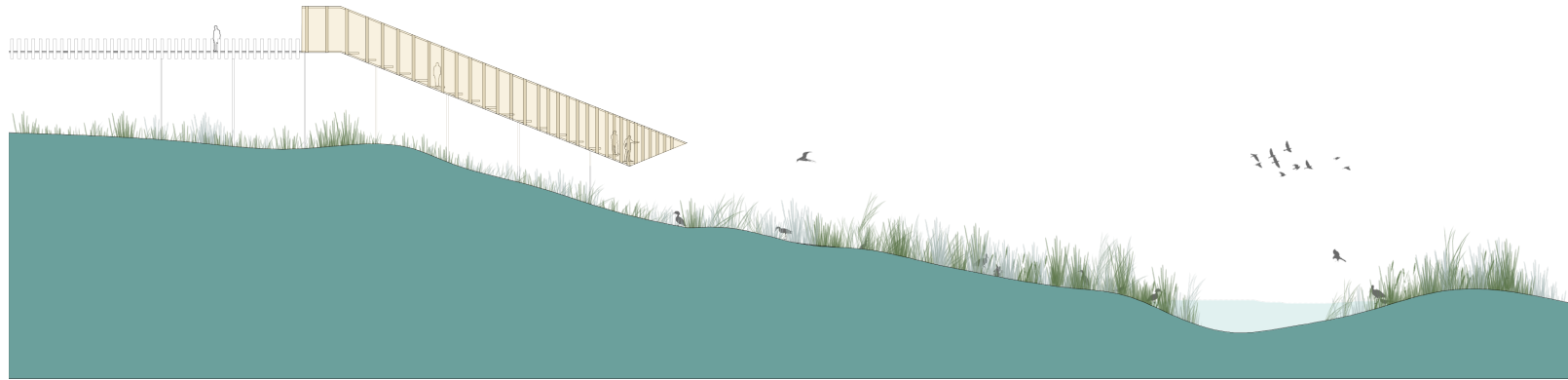
**2 - Nidificación:** se trata de un puente que cruza el cuerpo de agua, el cual simula la permanencia de las aves en un entorno abrigado, con un tapiz de totora continuo que da sombra y que permite mirar hacia el exterior a la vez que existe mobiliario para descansar.

**3 - Despegue:** de forma similar al Aterrizaje, simula el ascenso hacia el cielo, desde la sombra hacia la luz.

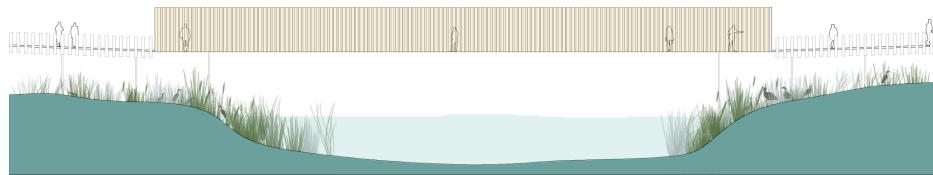
**4 - Sobrevuelo:** pasarelas de cruce simula el vuelo sobre el espejo de agua, donde hay mayor cantidad de avifauna en movimiento, de forma libre y en altura.



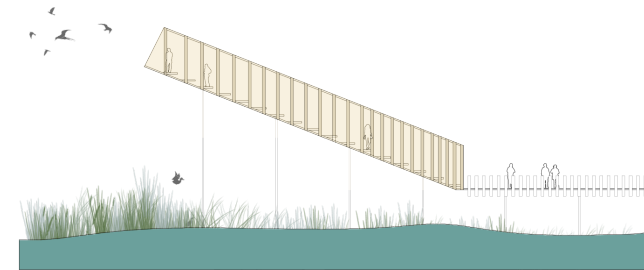
## 1 - Aterrizaje



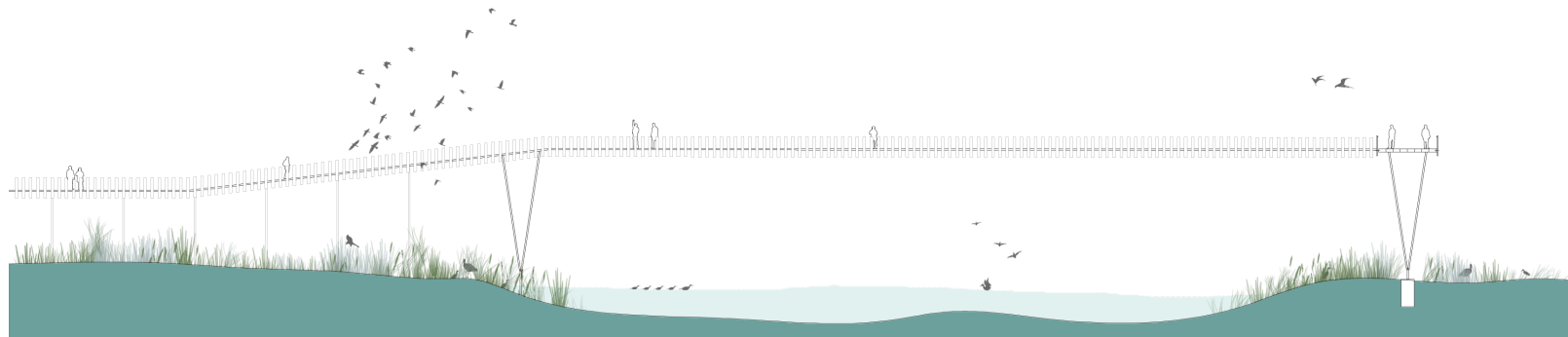
## 2 - Nidificación



## 3 - Despegue



## 4 - Sobrevuelo



## PAISAJE Y VEGETACIÓN



### a. Intervenciones básicas

- Eliminación progresiva de especies invasoras e introducidas
- Restauración con vegetación nativa y endémica

### b. Tipologías de intervención vegetal: según función, espacialidad y estructura física

- Humedal: cobertura existente e imagen paisajística propia. Se establece un crecimiento y desarrollo asociado al ciclo natural del agua bajo el cual se sustentan. Se identifican dos grandes tipologías: sitios inundados (cerca del cauce) y sitios no inundados (gradualmente hacia el exterior), que varían permanentemente durante la estación del año.
- Dunas: para la estabilización de la arena, se utilizarán especies características de estos ecosistemas de suelo arenoso con poca retención hídrica y exposición a alta salinidad, como las herbáceas halófitas de bajo crecimiento vertical y amplia extensión horizontal.
- Buffer: se utilizan estratas de herbáceas, arbustos y árboles bajos, nativos y endémicos. Se gradúa la densidad de la vegetación, disminuyendo hacia el interior del

humedal. Se utilizan especies presentes en el humedal, como otras nativas. Funciona como barrera vegetal que limita la circulación de los usuarios, como también aporta al desarrollo de la biodiversidad y protección del núcleo más vulnerable. No requiere riego ya que la humedad directa proveniente del mar es suficiente para su crecimiento.

- Jardín del Relave: uso de especies nativas o endémicas tolerantes y excluyentes de metales (metalófitas excluyentes mediante raíces). Se propone una alta densidad y extendido. Tienen la función de fitorremediación, estabilización y contención del suelo contaminado. Controla la erosión, escorrentía e infiltración, reduciendo las emisiones de material particulado a la atmósfera y al resto del humedal.

- Áreas ajardinadas y plantaciones educativas: se asocia a zonas de acceso y bordes de edificios con paisajismo más detallado. Se utilizan especies arbustivas y con flores.

- Bosque: se utilizan especies arbóreas nativas o endémicas de altura media-alta y densidad alta.

### c. Construcción y tratamiento de ecosistemas

El establecimiento de dunas artificiales puede darse de dos modos: por barrera eólica o por construcción. En el caso de este sector de la bahía, el viento tiene una velocidad baja y no es favorable la dirección para el desarrollo de dunas por ese medio, por lo que debe considerarse una construcción que a la vez dialogue con el medio en el que se inserta.

Esta se hará mediante la instalación de un núcleo estabilizador con tubos de geotextil orgánico relleno con tierra. Este núcleo se recubre con arena, recolectada de algún ecosistema cercano que genere una cantidad mayor de sedimento. Se estabiliza la duna mediante un biomanto de sisal, que favorece la germinación de las plantas y que es fotodegradable.



Fotografías de vegetación presente en el ecosistema. Revisar bibliografía para detalle de fuentes.

Para el tratamiento del relave, al tratarse de la fitorremediación, debe en primera instancia considerarse el encapsulado del suelo contaminado mediante un recubrimiento con geotextil de arcilla que impida el paso de los desechos químicos al humedal y parque. Posteriormente se realiza un relleno con tierra para el desarrollo de las plantas, que a la vez se encargan de absorber los metales en caso de liberarse desde el relave a través del geotextil de arcilla.

Las terrazas se contendrán mediante gaviones rellenos con el material de demolición de las partes de la Costanera donde se instalarán los Traspasos Ecológicos.



## AGUA

### a. Drenajes y jardines secos

Dado que el agua es el componente principal del humedal, es fundamental establecer un proceso de reconocimiento de los drenajes desde el sistema ciudad hacia el humedal.

Para esto, se toma la decisión de generar un sistema de jardines secos que favorezcan la limpieza y purificación de aguas lluvias, que en el caso de Coquimbo es un factor bajo y por el clima se opta por tipologías semi-áridas con un tratamiento de piedras, arena y especies nativas. Este sistema colecciona las aguas lluvia de veredas y calzadas y la absorbe lentamente a través de las diferentes capas, para liberarse de agentes contaminantes y ser conducida al terreno natural y al acuífero más próximo bajo el humedal.

### b. Humedales artificiales



La instalación de humedales artificiales asociados a la zona de servicios y al edificio del Centro de Interpretación del Humedal, responde a un uso sustentable del agua, devolviéndola a su ciclo natural mediante la reproducción del proceso de un humedal, controlando los procesos físicos,

químicos y biológicos de eliminación de contaminantes de las aguas grises.

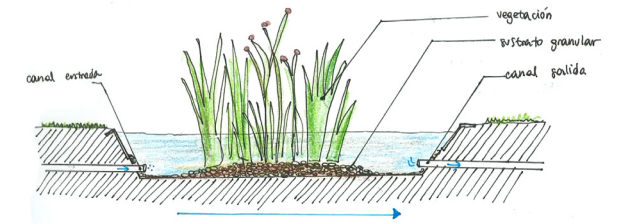
Para las aguas negras debe considerarse un tratamiento primario, como un tanque séptico o una poza de estabilización abierta. Se opta por esta última opción ya que supone un mecanismo similar al mismo humedal artificial y requiere menos superficie para su instalación. Funciona mediante la eliminación de los sólidos mediante procesos mecánicos naturales que los despositan al fondo como materia orgánica procesada por microbios y plantas. Este mecanismo no produce malos olores.

Es así que el sistema estará compuesto por una poza de estabilización y un humedal artificial.

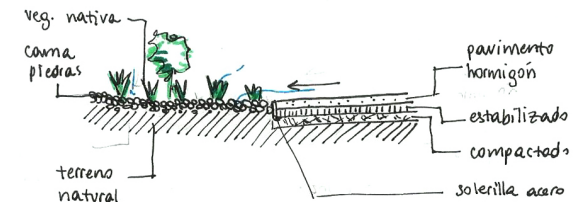
La poza se compone de un canal de entrada y salida, como también un aerador mecánico submarino que acelera el proceso de descomposición microbiana. Se le suman plantas flotantes para complementar el tratamiento y con fines de mejoramiento estético.

A continuación de la poza, está el humedal artificial que se compone de:

- Canal de entrada y salida del agua
- Sustrato granular, el cual soporta la vegetación y la fijación de una biopelícula bacteriana que aporta a los procesos de descontaminación.
- Vegetación, compuesta de plantas acuáticas que contribuyen a la oxigenación del sustrato y a la eliminación de nutrientes por absorción y extracción, como también aporta al desarrollo de la biopelícula bacteriana.
- Aguas grises y aguas negras filtradas, las cuales circulan a través del sustrato y vegetación.



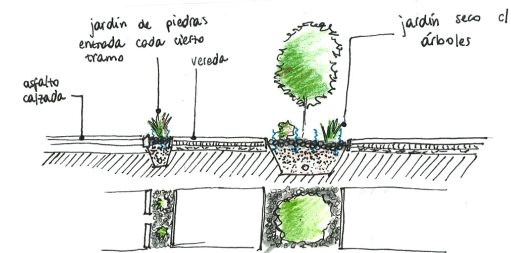
Humedal artificial - Detalle.



Jardín seco - Detalle de tipología 1: sector feria artesanal y otros.



Jardín seco - Detalle de tipología 2: jardín del relave.



Jardín seco - Detalle de tipología 3: Nueva Costanera.

## 4.7 Plan de gestión

### Gestión y financiamiento

El desarrollo de un proyecto de este tipo requiere un sustento normativo que lo favorezca y permita su mantención a largo plazo.

En primer lugar, ha de esperarse una validación del instrumento de planificación territorial directo. La aprobación del nuevo Plan Regulador Comunal de Coquimbo -tramitado por más de 10 años- es fundamental para que exista una modificación en la zonificación que preserve el humedal y todo el cauce del estero El Culebrón, situación que urge ante la vulnerabilidad actual de este ecosistema. El proyecto descrito incorpora tanto las zonificaciones como la vía propuesta (Nueva Costanera) en el nuevo PRC. Las únicas diferencias radican en el cambio de uso en la Costanera, las calles compartidas y el uso de área verde en el área oriente del polígono, que sale determinada como Zona Especial de Equipamiento (ZP3) en el PRC.

Actualmente existe un Plan de Reconstrucción de la Región de Coquimbo -propuesto tras el 16 de septiembre del 2015- impulsado y desarrollado por el MINVU y que está en etapa de ejecución de diferentes obras, a nivel de diseño y construcción. Entre sus ejes de actuación está la adecuación del PRC de Coquimbo, un Plan Maestro para el Barrio Baquedano y la reconstrucción y obras de mitigación en la Av. Costanera, con financiamiento complementario con el MOP. Estos 3 ejes de intervención coinciden con lo planteado en el presente proyecto. En términos prácticos se divide en 2:

**Av. Costanera:** actualmente está en desarrollo la rehabilitación de la Costanera por parte del MOP, dejándola tal cual existía anteriormente, es decir, un muro de contención a modo de paseo peatonal.

**Plan Maestro del Barrio Baquedano:** está en fases de aprobación por autoridades y comunidad, y considera una intervención multisectorial desde el Gobierno, incluyendo obras de mitigación por parte del MOP. Dentro de este plan está contemplada la idea de un parque de mitigación de tsunamis, que está en actual fase de estudios de factibilidad en el municipio y que su construcción correspondería al MINVU. Se establece que este plan tiene concordancia con el PRC pendiente de aprobación, buscando generar una renovación urbana en el Barrio Baquedano.

Dado que las consideraciones de reposición de vías y paseos peatonales, creación de parque y obras de mitigación, son acogidas en el presente proyecto, se propone una adecuación del Plan de Reconstrucción según los planteamientos establecidos en esta Memoria. De este modo el Observatorio Natural Humedal El Culebrón pasaría a ser parte del Plan de Reconstrucción del MINVU y se re-proponen 4 ejes:

1. Adecuación de la Av. Costanera actual a un nuevo paseo con una infraestructura asociada a la construcción de las dunas, por lo que el financiamiento se mantendría por parte del Ministerio de Obras Públicas, sumándole también el tramo de la vía vehicular Nueva Costanera.

2. Para la construcción del parque, dado que es área verde y obra de mitigación, se considera un financiamiento por parte del MINVU y con aportes del MOP.

3. Debe considerarse que la presencia del parque generaría una plusvalía en los terrenos inmediatos del Barrio Baquedano (primera línea de viviendas), generando una demanda de vivienda y locales comerciales que se verían potenciados por las calles compartidas propuestas. De este modo, se plantea la adecuación del Plan Maestro del Barrio Baquedano a la primera línea de vivienda, modificación de manzanas y mejoras

en los trazos viales (extensión de tramos, etc.) planteada en el presente proyecto, sumándole las obras de calles compartidas para los accesos al parque. Estas obras viales serían financiadas también por el MOP.

4. Adecuación de la zonificación del PRC, transformando lo faltante del polígono en Área Verde, para consolidar toda el área como una sola.

El polígono de intervención se encuentra loteado y cuenta con diversos propietarios, dentro de los que se encuentra Bienes Nacionales, Gobernación Marítima y privados. En los casos de loteos privados, se deben expropiar para sumarse a los de carácter estatal para el uso público, comprendiendo que son parte de una zona de peligro de inundación alto y área verde vinculada al humedal.

### Administración y mantención

Dado que la Municipalidad no cuenta con recursos para administrar un parque de este tipo, se debe recurrir a instituciones con mayor capacidad de acogimiento y recursos económicos. De este modo, la administración del proyecto se vincula con la gestión y financiamiento anterior, a partir de una política de expansión del MINVU mediante el ParqueMet a niveles regionales y con objetivo de descentralizar la administración y conservación de Parques Urbanos. Se pretende que esta administración sea continua en todo el Parque Metropolitano el Culebrón, dándole más valor como un área verde relevante para la conurbación.

Se plantea también un apoyo de la CONAF en el núcleo específico del humedal y una concesión de administración a CEAZA (Centro de Estudios Avanzados en Zonas Árida) para el Centro de Interpretación del Humedal. El CEAZA es un Centro Regional de Investigación Científica y Tecnológica de la región, que está conformado por la Universidad de La

Serena (ULS), la Universidad Católica del Norte (UCN) y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA-Intihuasi), y el cual actualmente tiene financiamiento por la embajada de Canadá para promover la investigación científica y divulgación del conocimiento, como la restauración y conservación de la biodiversidad del humedal El Culebrón, por lo cual realizan actividades de visita periódicamente.

Para la mantención de las áreas verdes que requieren regadío, se propone utilizar parte del agua filtrada por los humedales artificiales en el sistema de programas y servicios en el parque. Para hacer factible esta operación, existe una política en trámite en el congreso que tiene por objetivo la recuperación de las aguas grises y residuales para su utilización en regadío en áreas verdes públicas y campos de deportivos, entre otras alternativas. Las aguas negras quedan fuera de esta figura, pero mirando a futuro se puede incorporar para su filtrado y regadío de ciertos jardines no utilizables para recreación.

También se busca suplir los costos de mantención mediante la concesión de servicios al interior del parque, como cafeterías, tienda, arriendo de bicicletas, arriendo de canchas y estacionamientos.



# CAPÍTULO 5 / Cierre

## Reflexiones finales

---

### 5.1 Sobre el proyecto

En Chile continuamente se dan temáticas de contingencia relacionadas a desastres naturales, especialmente aquellas relacionadas con terremotos y tsunamis. Dentro de esto, es abiertamente sabido que el problema radica en la forma en que emplazamos nuestras ciudades y la relación con los ecosistemas.

Es la expansión urbana la que ha ido generando una pérdida de los beneficios y funciones que tienen los diferentes ecosistemas vinculados entre sí, generando quiebres y vulnerabilidad para la población que habita el territorio, como la destrucción de hábitats para diversas especies. La falta de una planificación territorial que identifique el funcionamiento del territorio como sistema de relaciones ha ido incrementando estos problemas, favoreciendo un desarrollo inmobiliario, especialmente en el borde costero donde se dan actividades turísticas y productivas de relevancia, como es el caso de Coquimbo.

Generalmente se entregan soluciones de respuesta a eventos extremos, como en Planes de Reconstrucción, y que consideran infraestructura dura y monofuncional que a largo plazo generan mayor deterioro y quiebre de la relación entre las personas y el ecosistema, desconsiderando los factores dinámicos y las relaciones del territorio y, en algunos casos, exacerbando el riesgo.

Nuestra labor como arquitectos es buscar soluciones integrales y que funcionen a largo plazo dentro del sistema urbano. Por esto, el desarrollo de un proyecto de infraestructura verde permite un acercamiento y reconocimiento de las relaciones de los ecosistemas y del medio urbano. Este reconocimiento permite la reducción de la vulnerabilidad como la preservación -o creación- de hábitats. En síntesis, se compatibiliza la ciudad con los ecosistemas, generando una relación positiva de retroalimentación entre ambos, donde se adaptan a largo plazo y existe dinamismo en conjunto. Se le suma el análisis específico local, relacionado con las variables cultural -relacionado a la identidad- y económica.

Es así, que un proyecto de infraestructura verde no tiene un objetivo estático, sino que genera espacios de constante cambio y adaptables a las necesidades específicas y a los cambios que puedan existir en el futuro.

El Observatorio Natural Humedal El Culebrón, por este motivo, busca reconocer la presencia del agua en la costa y permitirle su ingreso cuando la naturaleza lo estime conveniente.

---

### 5.2 Sobre el proceso

El desarrollo del Proyecto de Título permite profundizar en las temáticas de interés personal, y dado que este es el caso de un proyecto tipo infraestructura verde donde actúan múltiples variables, es necesario valorar el carácter multidisciplinar que adquiere, entendiendo puntos de vista de profesionales de

otras áreas que buscan los mismos objetivos a través de sus disciplinas.

De esta manera, un proyecto de arquitectura del paisaje puede comprenderse como una obra de convergencia entre múltiples disciplinas, donde el arquitecto debe hilar conocimientos, ideas y propuestas para llegar a un resultado integral.

Dentro del proceso de título, es fundamental reconocer la adquisición de nuevos conocimientos relacionados a metodologías de trabajo y conceptos, que significaron un nuevo aprendizaje a nivel teórico y técnico en el desarrollo de la carrera.

Por último, un proyecto de arquitectura -o de urbanismo, o territorial- es el reflejo de la capacidad y conocimientos académicos del autor, como también un reflejo de su capacidad crítica, intereses personales y una postura personal. De esta forma, los proyectos no responden a verdades absolutas, por lo que son más bien una alternativa ante un problema.

Por este motivo, permanentemente busqué que el proyecto respondiera a mis valores e ideales personales, llegando a consensos cuando las soluciones debían tomar otro rumbo a nivel técnico.

El Observatorio Natural es el reflejo exacto del aprendizaje en toda mi carrera y mis pensamientos personales.



# Referencias bibliográficas

## Libros

Camaño, A., y Fariña, J. (2012). Humedales Costeros: Aportes científicos a su gestión sustentable. Ediciones Universidad Católica.

Corporación Ambientes Acuáticos de Chile (2005). Los humedales no pueden esperar, manual para el uso racional del sistema de humedales costeros de Coquimbo., Santiago de Chile, Chile. ISBN 956-8520-01-5. Disponible en: [http://centroneotropical.org/RESPALDO/recsos/manual\\_01.pdf](http://centroneotropical.org/RESPALDO/recsos/manual_01.pdf)

Squeo, F.A., Arancio, G. y Gutiérrez, J.R. (2001) Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación. Listado de las Especies en Categoría Extinta, en Peligro y Vulnerable de la Flora Nativa de Coquimbo. Ediciones Universidad de La Serena 4: 41-52. Región de Coquimbo. La Serena. Chile

## Artículos de revistas

Altamirano, A., Aránguiz, R., Belmonte, A., Flores, P., Martínez, C., y Rojas, O. (2012). Riesgo de tsunami en caleta Tubul, Región del Biobío: escenarios extremos y transformaciones territoriales post-terremoto. Revista de Geografía Norte Grande. 53, 85-106. Santiago de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile Recuperado en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-34022012000300006](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34022012000300006)

Arenas, F. Lagos, y M. Hidalgo, R. (2010). Riesgos naturales y planificación territorial. Revista Centro de Políticas Públicas UC. Año 5, 39. ISSN 0718-9745

Belmonte, A., Jaque, E., Martínez, C., Rojas, O., y Vásquez, D. (2011). Efectos Territoriales del Tsunami del 27 de febrero de 2010 en la Costa de la Región del Bío-Bío, Chile. Revista Geográfica de América Central. 47E (2), 1-16. Costa Rica, Universidad Nacional de Costa Rica. Recuperado en: <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/2513>

Cartes, I. (2012). Territorio y Evolución del Paisaje Urbano Post Desastre. Revista 180. (30), 10 - 15. Universidad Diego Portales. Santiago de Chile, Chile. ISSN 0718-2309

Lagos, M. (2000). Tsunamis de Origen Cercano a las Costas de Chile. Revista de Geografía Norte Grande. 27. 93-102. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile, Recuperado en: [http://www.geo.puc.cl/observatorio/lagos/Lagos\\_NG\\_2000.pdf](http://www.geo.puc.cl/observatorio/lagos/Lagos_NG_2000.pdf)

Montenegro-Romero, T., y Peña-Cortés, F. (2010). Gestión de la Emergencia ante Eventos de Inundación por Tsunami en Chile: "el caso de Puerto Saavedra". Revista de Geografía Norte Grande. 47. 63-80. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile. Recuperado en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-34022010000300004&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-34022010000300004&script=sci_arttext)

## Artículos y documentos académicos

Abdón, L., y Meza, F. (2008). Cambio climático: consecuencias y desafíos para Chile. Centro Interdisciplinario de Cambio Global (CICG-UC).

Araya, C. (2010). Morfogénesis Evolutiva y Sedimentología del Sistema de Dunas Costeras de la Trinchera. Memoria para Optar al Título de Geógrafo. FAU, Universidad de Chile. Profesor Guía: José F. Araya Vergara. Región del Maule. Chile.

Cerasa, M., y Martínez, L. (2007). Determinación de Impactos Ambientales Causados por el Desarrollo Urbano en El Estero Culebrón, IV Región, Chile. Aplicando Metodología SIG. Memoria de Título de Ingeniero en Prevención de Riesgos y Medioambiente. Facultad de Ciencias del Mar. Universidad Católica del Norte, Sede Coquimbo. Región de Coquimbo. Chile.

Menceyra, F. (2015). Infraestructuras Verdes y Resiliencia en Localidades Litorales Afectadas por Desastres: Parques de Mitigación en el Borde Costero en el Marco de la Reconstrucción Post-27F. Seminario De Investigación, FAU Universidad de Chile.

Villagrán, C. (2007). Dinámica Costera en el Sistema de Bahías Comprendidas entre Ensenada Los Choros y Bahía Tongoy. Memoria para Optar al Título de Geógrafo. FAU, Universidad de Chile. Profesora Guía: María Victoria Soto Bäuerle. Región de Coquimbo. Chile.

## Publicaciones digitales

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (2012-2014). Manual de Técnicas de Estabilización Biotécnica en Taludes de infraestructuras de Obra Civil. Universidad de Córdoba. Disponible en: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/110010/1/ManualVersionFinal.pdf>

Arroyo, M., Marquet, P., Marticorena, C., Simonetti, J., Cavieres, L., Squeo, F., Rozzi, R., y Massardo, F. (2006). Biodiversidad de Chile: Patrimonio y Desafíos. CONAMA Capítulo N° 3.

Arup (2014). City Resilience Framework. City Resilience Index. Recuperado en: <http://www.arup.com/cri>

Arup (2014). Research Report volume 1 desk study. City Resilience Index. Recuperado en: <http://www.arup.com/cri>

Bouma, T., De Vriens, H., Herman, P., Meire, P., Temmerman, S., & Ysebaert, T. (2013). Ecosystem-Based Coastal Defence in the Face of Global. DOI: 10.1038/nature12859

Brandes, U., & LeBlanc, A. (2013). Risk & Resilience in Coastal Regions. Washington, D.C.: Urban Land Institute. ISBN: 978-0-87420-280-9

Bruland, G. (2008). Coastal Wetlands: function and role in reducing impact of land-based management. Coastal Watershed Management. Chapter 4 (13) de Progress in Water Resources. Natural Resources and Environmental Management Department, University of Hawaii, Manoa, USA.

CONAF (2010). Programa Nacional para la Conservación de Humedales Insertos en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado. Convenio De Eficiencia Institucional 2010. Gobierno de Chile.

CONAMA (2005). Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Racional de los Humedales en Chile.

CONAMA (2002). Estrategia Regional Y Plan De Acción De La Biodiversidad, Región Coquimbo, Chile. Disponible en: [http://metadatos.mma.gob.cl/sinia/articles-37022\\_pdf\\_estrategia.pdf](http://metadatos.mma.gob.cl/sinia/articles-37022_pdf_estrategia.pdf)

EPC-Environmental Planning Collaborative & TCG International LLC (2004). Participatory Planning Guide for Post-Disaster reconstruction. Washington, DC & Ahmedabad, India. Recuperado en: <http://eird.org/cd/recovery-planning/docs/10-additional-resources/TCGI-Disaster-Guide.pdf>

Environmental Justice Foundation (2006). Mangroves: Nature's Defense Against tsunamis. ISBN No. 1-904523-05-7.

Haase, D., Elmqvist, T., & Frantzeskaki, N. (2014). Ecosystem Services in Urban Landscapes: Practical Applications and Governance Implications. AMBIO. (43) 407-412. DOI 10.1007/s13280-014-0503-1

Ilustre Municipalidad de Coquimbo (2012). PLADECO 2013-2018. Región de Coquimbo, Chile. <http://astroturismochile.cl/wp-content/uploads/2015/01/Plan-de-Desarrollo-Comunal-Coquimbo-2013-2018.pdf>

Ilustre Municipalidad de Coquimbo. (2014). Evaluación Ambiental Estratégica. Actualización Plan Regulador de Coquimbo. Región de Coquimbo, Chile.

Ilustre Municipalidad de Coquimbo (2015). Memoria Explicativa Plan Regulador Comunal de Coquimbo (aún no aprobado). Región de Coquimbo, Chile.

Ilustre Municipalidad de Coquimbo (2015b). Estudio Fundado de Riesgo Plan Regulador Comunal de Coquimbo. Región de Coquimbo, Chile.

IPCC (2002). Cambio Climático Y Biodiversidad. ISBN: 92-9169-104-7. Disponible en: <https://www.ipcc.ch/pdf/technical-papers/climate-changes-biodiversity-sp.pdf>

IPCC (2013). Cambio Climático 2013 Bases físicas. Resumen para Responsables de Políticas: Resumen Técnico y Preguntas Frecuentes. Recuperado en: [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5\\_SummaryVolume\\_FINAL\\_SPANISH.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL_SPANISH.pdf)

IUCN, International Union for Conservation of Nature (2013). Japan's Coastal Forests – a Safety Blanket. Recuperado en: <http://www.iucn.org/knowledge/focus/asiaparkscongress/?13968/Japans-coastal-forests--a-safety-blanket>

Kreimer, A., Arnold, M., & Carlin, A. (2003). Building Safer Cities: The Future of Disaster Risk. Disaster Risk Management Series. 3. World Bank Publications.

M.L. Parry, O.F., Canziani, J.P., Palutikof, P.J. van der Linden & C.E. Hanson (2007a). Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change, Annex I., Eds., 976, Cambridge University Press, Cambridge, UK.

M.L. Parry, O.F., Canziani, J.P., Palutikof, P.J. van der Linden & C.E. Hanson (2007b) Coastal systems and low-lying areas. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change, Eds., 315-356, Cambridge University Press, Cambridge, UK.

MMA, Centro de Ecología Aplicada (2011). Diseño del Inventario Nacional de Humedales y el Seguimiento Ambiental. Ministerio de Medio Ambiente. 164 pp. Santiago, Chile.



## Otras publicaciones: diarios, blogs y otros

ArchDaily (2016). 6 Cities That Have Transformed Their Highways into Urban Parks. Disponible en: <http://www.archdaily.com/800155/6-cities-that-have-transformed-their-highways-into-urban-parks> [Consultado el 20 de octubre, 2016]

BioBio Chile (2015). Así lucirán grandes ciudades del mundo con aumento de nivel del mar. Disponible en: <http://www.biobiochile.cl/noticias/2015/11/09/asi-luciran-grandes-ciudades-del-mundo-con-aumento-de-nivel-del-mar.shtml> [Consultado el 28 de abril, 2016]

Centro de Investigación y Estudio de Cambio Climático, CIECC (sf). Amenaza por elevación del mar [http://www.cambioclimaticoytecnologia.org/curso-gratis-cambio-climatico-nicaragua/amenaza\\_por\\_elevacin\\_del\\_nivel\\_del\\_mar.html](http://www.cambioclimaticoytecnologia.org/curso-gratis-cambio-climatico-nicaragua/amenaza_por_elevacin_del_nivel_del_mar.html) [Consultado el 28 de abril, 2016]

Centro Sismológico Nacional (2016). Avances En La Zonificación Sísmica De Chile. Disponible en: <https://www.csn.uchile.cl/avances-en-la-zonificacion-sismica-de-chile/> [Consultado el 5 de mayo, 2016]

Convención de Ramsar (2013). Guía de la Convención sobre los Humedales. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland, Suiza.

Cruz, A. (2012). Tren CMP Mina El Romeral (1998). Disponible en: <https://www.flickr.com/photos/empezardecero/8639145802> [Consultado el 15 de septiembre, 2016]

Diario El Día (2012). Estudio deja a La Serena entre las Tres Ciudades con más Áreas Verdes. Disponible en: <http://www.diarioeldia.cl/region/estudio-deja-serena-entre-tres-ciudades-con-mas-areas-verdes> [Consultado el 20 de junio, 2016]

Diario El Día (sf). <http://www.diarioeldia.cl/articulo/minera-deja-extraer-agua-desde-acuifero-pan-azucar> [Consultado el 15 de julio, 2016]

Diario El Día (2016). Concretan el Diseño del Plan Maestro de Reconstrucción para el Sector Baquedano. Disponible en: <http://www.diarioeldia.cl/region/concretan-diseno-plan-maestro-reconstruccion-para-sector-baquedano> [Consultado el 3 de diciembre, 2016]

Diario El Día (2016b). Rehabilitación transitoria de Costanera de Coquimbo concluirá en diciembre. Disponible en: <http://www.diarioeldia.cl/economia/rehabilitacion-transitoria-costanera-coquimbo-concluira-en-diciembre> [Consultado el 3 de diciembre, 2016]

Diario La Región de Coquimbo (2013). Pequeños Empresarios de Coquimbo harían Proyecto de \$ 1.200 millones. Disponible en: <http://www.diariolaregion.cl/portal/?p=9728> [Consultado el 17 de junio, 2016]

El Observatodo (2013). La Garza Proyecto Convertirse en el Principal Abastecedor de Alimento en la Zona Centro Norte. Disponible en: <http://www.elobservatodo.cl/noticia/sociedad/la-garza-proyecta-convertirse-en-el-principal-abastecedor-de-alimento-en-la-zona-ce> [Consultado el 17 de junio, 2016]

Emol (2015) Publican Imágenes Satelitales que Muestra el Paso del Tsunami en la IV Región. Disponible en: <http://www.emol.com/noticias/Tecnologia/2015/09/18/750537/Google-publica-imagen-satelital-que-muestra-el-paso-del-tsunami-en-Coquimbo.html> [Consultado el 3 de abril, 2016]

Entre Durmientes (2011). Convoy de la CAP - Coquimbo. Disponible en: <https://www.flickr.com/photos/flickrmauro/5717156291> [Consultado el 15 de septiembre, 2016]

Landezine (2015). Perreux River Banks. Disponible en: <http://www.landezine.com/index.php/2015/01/perreux-banks-by-base/> [Consultado el 7 de diciembre, 2016]

La Revista del Recurso Hídrico de Chile (2011) Denuncian Intervención de Humedal en Río Elqui. <http://www.revistagua.cl/2011/12/29/denuncian-intervencion-de-humedal-en-rio-elqui/> [Consultado el 30 de julio, 2016]

La Tercera (2013). El impacto del Cambio Climático en Chile. Disponible en: <http://www.latercera.com/noticia/tendencias/2013/06/659-529466-9-el-impacto-del-cambio-climatico-en-chile.shtml> [Consultado el 17 de abril, 2016]

La Tercera (2015). El Mapa de Riesgo Sísmico que Redefinirá las Tarifas de las Aseguradoras. Disponible en: <http://diario.latercera.com/2015/05/17/01/contenido/negocios/27-189779-9-el-mapa-de-riesgo-sismico-que-redefinira-las-tarifas-de-las-aseguradoras.shtml> [Consultado el 30 de mayo, 2016]

La Tercera (2015b). Estudio Proyecta Tres Metros de Aumento del Nivel del Mar Debido al Cambio Climático. Disponible en: <http://www.latercera.com/noticia/tendencias/2015/07/659-639836-9-estudio-proyecta-tres-metros-de-aumento-del-nivel-del-mar-debido-al-cambio.shtml> [Consultado el 17 de abril, 2016]

La Tercera. (2015c). Geógrafa que Adelantó Desastre de Coquimbo pide que su Estudio sea Considerado en Próximas Decisiones Territoriales. Disponible en: <http://www.latercera.com/noticia/tendencias/2015/09/659-648411-9-geografa-que-adelanto-desastre-de-coquimbo-pide-que-su-estudio-sea-considerado.shtml> [Consultado el 17 de abril, 2016]

La Tercera. (2015d). Los Disímiles Efectos que Dejó el Tsunami en las Playas de la IV Región. Disponible en: <http://www.latercera.com/noticia/nacional/2015/09/680-648529-9-los-disimiles-efectos-que-dejo-el-tsunami-en-las-playas-de-iv-region.shtml> [Consultado el 17 de abril, 2016]

La Tercera (2015e). Medio Ambiente dice que en Chile hay 30 Mil Humedales. Disponible en: <http://www.latercera.com/noticia/tendencias/2015/02/659-615203-9-medio-ambiente-dice-que-en-chile-hay-30-mil-humedales.shtml> [Consultado el 30 de marzo, 2016]

La Voz del Norte. (2011). Finaliza extracción de agua de acuífero El Culebrón. Región de Coquimbo. Disponible en: <http://www.lavozdelnorte.cl/2011/05/finaliza-extraccion-de-agua-de-acuifero-el-culebron/> [Consultado el 20 de julio, 2016]

Minería Chilena (2008). Crece Lucha por el Agua en el Sector Pan de Azúcar. Disponible en: <http://www.mch.cl/2008/08/28/crece-lucha-por-el-agua-en-el-sector-de-pan-de-azucar/> [Consultado el 20 de julio, 2016]

Noticias Universidad Católica del Norte (2016). Estudiantes de Coquimbo reconocen la importancia de los Humedales y Realizan Muestreo de Flora y Fauna en El Culebrón. Disponible en: <http://www.noticias.ucn.cl/destacado/estudiantes-de-coquimbo-reconocen-la-importancia-de-los-humedales-y-realizan-muestreo-de-flora-y-fauna-en-el-culebron/> [Consultado el 4 de agosto, 2016]

Plataforma Arquitectura (2013). Qunli, Parque de Humedales y Aguas-Lluvias/Turenscape. Disponible en: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-309271/qunli-parque-de-humedales-y-aguas-lluvias-turenscape> [Consultado el 16 de octubre, 2016]

Plataforma Arquitectura (2014). Paisaje y Arquitectura: Parque Ecológico de St. Jacques, protección y desarrollo de ecosistemas por Atelier des Paysages Bruel-Delmar. Disponible en: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/624611/paisaje-y-arquitectura-parque-ecologico-de-st-jacques-proteccion-y-desarrollo-de-ecosistemas-por-atelier-des-paysages-bruel-delmar> [Consultado el 16 de octubre, 2016]

Plataforma Arquitectura (2015). Parque Urbano Kaukari de Teodoro Fernández Arquitectos Disponible en: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/629488/kaukari-urban-park-teodoro-fernandez-arquitectos> [Consultado el 30 de noviembre, 2016]

Plataforma Arquitectura (2016) Proyecto de Reutilización de Agua del Parque Sydney/Turf Design Studio, Environmental Partnership, Alluvium, Turpin+Crawford, Dragonfly and Partridge. Disponible en: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/794905/proyecto-de-reutilizacion-de-agua-del-parque-de-sydney-turf-design-studio-environmental-partnership-alluvium-turpin-plus-crawford-dragonfly-and-partridge> [Consultado el 5 de diciembre, 2016]

Plataforma urbana. (2015). Marejadas y Maremoto Redujeron Ancho de Balnearios de La Serena y Coquimbo. Disponible en: <http://www.plataformaurbana.cl/archive/2015/11/15/marejadas-y-maremoto-redujeron-ancho-de-balnearios-de-la-serena-y-coquimbo/> [Consultado el 6 de agosto, 2016]

Radio Montecarlo (2016). Iniciarán Proyecto para Recuperación de Avenida Costanera en Coquimbo. Disponible en: <http://www.radiomontecarlo.cl/web/iniciaran-proyecto-para-recuperacion-de-avenida-costanera-de-coquimbo/> [Consultado el 5 de diciembre, 2016]

Red Agrícola (2014). Pan de Azúcar, el Huerto de la Región de Coquimbo. Disponible en: [http://www.redagricola.com/sites/default/files/renato\\_bortolotti\\_nardon\\_2.pdf](http://www.redagricola.com/sites/default/files/renato_bortolotti_nardon_2.pdf) [Consultado el 3 de septiembre, 2016]

Tele13 (2015). Instituto Teletón de Coquimbo queda Inoperativo tras Tsunami. Disponible en: <http://www.t13.cl/radio/siempre-es-hoy/noticia/instituto-teleton-coquimbo-queda-inoperativo-tsunami> [Consultado el 20 de julio, 2016]

Tele13 (2015). Sernapesca cifra en 21 las Caletas Dañadas por efecto Terremoto. Disponible en: <http://www.t13.cl/noticia/nacional/sernapesca-cifra-21-caletas-danadas-efecto-del-terremoto> [Consultado el 14 de julio, 2016]

Tex Delta (2016). Aplicación de Geotextiles no tejidos en zonas costeras. Disponible en: <http://texdelta.com/blog/aplicacion-de-geotextiles-no-tejidos-en-zonas-costeras/> [Consultado el 4 de octubre, 2016]

Wikipedia. (2015). Terremoto de Coquimbo de 2015. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Terremoto\\_de\\_Coquimbo\\_de\\_2015](https://es.wikipedia.org/wiki/Terremoto_de_Coquimbo_de_2015) [Consultado el 13 de abril, 2016]

24 horas.cl (2014) La Serena: Toneladas de Basuras en Humedal. Región de Coquimbo, Chile. <http://www.24horas.cl/regiones/coquimbo/la-serena-toneladas-de-basura-en-humedal-1272911> [Consultado el 4 de abril, 2016]

24horas.cl (2015). Por qué el Tsunami afectó más a Coquimbo que a La Serena. Disponible en: <http://www.24horas.cl/nacional/por-que-el-tsunami-afecto-mas-a-coquimbo-que-a-la-serena-1791275> [Consultado el 3 de mayo, 2016]

### Sitios web y recursos en línea

ACEGeosynthetics. Disponible en: <http://www.geoace.com/s/application06.htm>

ACEGeosynthetics. Tubo de Geotextil Disponible en: <http://acegeosyntheticsecopark.com/es/demonstrations-detail/Geotextile%20Tube#>

Cambio Climático Global. <http://cambioclimaticoglobal.com/>

CAP Minería. Proceso Productivo Minas El Romeral. Disponible en: <http://www.capmineria.cl/operacione/valle-del-elqui/>

Conservation International. Disponible en: [http://www.conservation.org/Pages/default.aspx?\\_ga=1.108729154.1535734749.1483131212](http://www.conservation.org/Pages/default.aspx?_ga=1.108729154.1535734749.1483131212)

Corporación Nacional Forestal, CONAF. Disponible en: <http://sit.conaf.cl/>

Ebird. Disponible en: <http://ebird.org/ebird/country/CL/hotspots?yr=cur&m=>

EcuRed. Disponible en: [https://www.ecured.cu/R%C3%ADo\\_Elqui](https://www.ecured.cu/R%C3%ADo_Elqui)

Elqui Pedaleable. Disponible en: <http://www.elquipedaleable.cl/iniciativa/>

Google Earth. Disponible en: <https://www.google.es/intl/es/earth/index.html>

INE, Instituto Nacional de Estadísticas (2005). Chile: Ciudades, Pueblos, Aldeas y Caseríos. Santiago de Chile. Chile. Disponible en: [http://www.ine.cl/canales/usuarios/cedoc\\_online/censos/pdf/censo\\_2002\\_publicado\\_junio\\_2005.pdf](http://www.ine.cl/canales/usuarios/cedoc_online/censos/pdf/censo_2002_publicado_junio_2005.pdf)

Mar de Chile, Portal de Los Siete Mares. (2005). Dunas. Disponible en: [http://www.mardechile.cl/index.php?option=com\\_content&view=article&catid=18:espacios-marmos&id=36:dunas](http://www.mardechile.cl/index.php?option=com_content&view=article&catid=18:espacios-marmos&id=36:dunas)

Ministerio de Energía. (2004-2015). Explorador de Energía Solar para Autoconsumo. Disponible en: <http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/Solar3/>

Monsalves y Pineda Ltda. Pan de Azúcar un Lugar que Encanta en Coquimbo. Disponible en: [http://www.parcelasmonsalves.cl/?page\\_id=100](http://www.parcelasmonsalves.cl/?page_id=100)

Multi-Functional Flood Defence. Katwijk Aan Zee. Disponible en: <http://www.flooddefences.org/katwijk-aan-zee.html>

Observatorio urbano. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Gobierno de Chile. Disponible en: [http://www.observatoriorurbano.cl/indurb/indicadores.asp?id\\_user=&id\\_indicador=10&idComCiu=1](http://www.observatoriorurbano.cl/indurb/indicadores.asp?id_user=&id_indicador=10&idComCiu=1)

Rivera, C. (2014). Humedal Desembocadura Río Elqui 1. Universidad de La Serena. Región de Coquimbo. Chile. <http://prezi.com/f676xcd9reji/humedal-desembocadura-rio-elqui-1/>

SISALL. Biomanto de Sisal. Disponible en: <http://www.sisall.com.br/biomanta-de-sisal/?lang=es>

Sistema Nacional de Información Ambiental de Chile. SINIA. (2012). Ministerio del Medio Ambiente - Inventario de Humedales. Disponible en: <http://ide.mma.gob.cl/#>

Wetlands International. Disponible en: <https://www.wetlands.org/wetlands/>

World Wildlife Fund. WWF. Types of Wetlands. Disponible en: [http://wwf.panda.org/about\\_our\\_earth/about\\_freshwater/intro/types/](http://wwf.panda.org/about_our_earth/about_freshwater/intro/types/)

## Fuente de las imágenes

Belmonte, A., Jaque, E., Martínez, C., Rojas, O., Vásquez, D. (2011). Cartografía del área de inundación del 27/F de 2010 en la localidad de Arauco. Recuperado en: <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/2513>

Belmonte, A., Jaque, E., Martínez, C., Rojas, O., Vásquez, D. (2011). Cartografía del área de inundación del 27/F de 2010 en la localidad de Dichato. Recuperado en: <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/2513>

Fotografía de Typha Angustifolia (totora, tuturaco). Disponible en: [https://c8.staticflickr.com/5/4095/4794467087\\_0d83472254\\_b.jpg](https://c8.staticflickr.com/5/4095/4794467087_0d83472254_b.jpg)

Fotografía de Scirpus Californicus (tagua-tagua). Disponible en: [http://nathistoc.bio.uci.edu/plants/Cyperaceae/California%20Bulrush%20\(Schoenoplectus%20californicus\)/Schoenoplectus%20californicus2.jpg](http://nathistoc.bio.uci.edu/plants/Cyperaceae/California%20Bulrush%20(Schoenoplectus%20californicus)/Schoenoplectus%20californicus2.jpg)

Fotografía de Juncus Acutus (Junco redondo). Disponible en: [http://nathistoc.bio.uci.edu/Plants%20of%20Upper%20Newport%20Bay%20\(Robert%20De%20Ruff\)/Juncaceae/Juncus\\_acutus\\_September.jpg](http://nathistoc.bio.uci.edu/Plants%20of%20Upper%20Newport%20Bay%20(Robert%20De%20Ruff)/Juncaceae/Juncus_acutus_September.jpg)

Fotografía de Distichlis Spicata (chépica brava, grama salada). Disponible en:

<https://nyflora.files.wordpress.com/2011/09/dsc05548.jpg>

Fotografía de Cristaria Glaucophylla. Disponible en: [http://www.phytoimages.siu.edu/users/pelserpb/11\\_15\\_09/15nov09/CristariaGlaucophylla2.jpg78](http://www.phytoimages.siu.edu/users/pelserpb/11_15_09/15nov09/CristariaGlaucophylla2.jpg78)

Fotografía de Solanum Heterantherum. Disponible en: [http://geobotany.narod.ru/southamerica/atacama\\_17.jpg](http://geobotany.narod.ru/southamerica/atacama_17.jpg) Ilustre Municipalidad de Coquimbo (2015). Extracto Plan Regulador Comunal de Coquimbo (aún no aprobado), sector del humedal. Recuperado en: <http://www.municoquimbo.cl/ciudad/el-municipio/plano-regulador.html>

Ilustre Municipalidad de Coquimbo (2015). Mapa de susceptibilidad de inundaciones por maremoto. Recuperado en: Estudio Fundado de Riesgo Plan Regulador Comunal de Coquimbo.

Ilustre Municipalidad de Coquimbo (2015). Mapa de susceptibilidad de inundaciones terrestres. Recuperado en: Estudio Fundado de Riesgo Plan Regulador Comunal de Coquimbo

Instituto Geográfico Militar (2007). Climograma La Serena y Coquimbo. Recuperado en: <http://www.educarchile.cl/ech/pro/app/detalle?id=132544>

La Tercera (2010). Infografía sobre los tsunamis. Recuperado en: [http://especiales.latercera.cl/especiales/2010/terremoto/papel\\_terremoto/tsunami.html](http://especiales.latercera.cl/especiales/2010/terremoto/papel_terremoto/tsunami.html)

La Tercera (2015). Estado de la Av. Costanera, sector desembocadura El Culebrón, posterior al tsunami del 16 de septiembre del 2015. Recuperado en: <http://www.latercera.com/noticia/inversion-del-mop-tras-terremoto-en-la-iv-region-llega-a-los-8-mil-millones/>

Luengo, P. (2013). Fotografía humedal de Arauco. Recuperado en: <http://rutasdechile.blogspot.com/2013/11/ruta-humedal-de-arauco.html>

Menceyra, F. (2015). Evolución del estero Dichato antes del desastre, post-tsunami y durante la reconstrucción. Recuperado en: Infraestructuras verdes y resiliencia en localidades litorales afectadas por desastres: Parques de mitigación en el borde costero en el marco de la reconstrucción post-27F. Seminario De Investigación, FAU Universidad de Chile.

Servicio Aéreo Fotogramétrico (SAF) en documento de Cerasa y Martínez (2007). Fotografía aérea del humedal en 1972.

SHOA (2015) Carta de inundación por tsunami para la conurbación. Recuperado en: <http://www.shoa.cl/servicios/citsu/citsu.htm>

Usuario Sfs90 (2015). Fotografía Sector de Avenida Baquedano de Coquimbo destruida e inundada por el tsunami del 16 de septiembre de 2015. Recuperado en: [https://en.wikipedia.org/wiki/2015\\_Illapel\\_earthquake#/media/File:Avenida\\_Baquedano\\_destruida.JPG](https://en.wikipedia.org/wiki/2015_Illapel_earthquake#/media/File:Avenida_Baquedano_destruida.JPG)

Yañez, R (sf). Fotografía de la desembocadura del río Maipo. Recuperado en: <http://www.humedalriomaipo.cl/category/fotos/>

# Anexo 1

## Detalle de selección de lugar

**TABLA 1** PRIMER FILTRO

REGIÓN	ATACAMA					
Localidad	Chañaral	Puerto Viejo	Carrizal Bajo	Huasco	La Serena	Coquimbo
Río / Estero	Río Salado	Río Copiapó	Quebrada Carrizal	Río Huasco	Río Elqui	Estero El Culebrón
Proyectos asociados	Plan Maestro de Chañaral	No	No	No	No	No
SNASPE	No	Área Marina y Costera Protegida. Sitio prioritario	No	No. Sitio prioritario	No. Sitio prioritario	No. Sitio prioritario
Nº de habitantes de área urbana	14.146	107	129	7.312	211.275	202.441

COQUIMBO						
Tongoy	Huentelauquén (Norte y Sur)	Los Vilos	Pichidangui	Los Molles	Pichicuy	Papudo
Estero Tongoy	Río Choapa	Estero Conchalí	Río Quilimarí	Estero Los Molles	Estero Huaquén	Q. Agua Salada / Cruz de Piedra
No	No. Educativo	Sí	Sí	No	No	No
No. Sitio prioritario	Ramsar	Ramsar, Santuario de la Naturaleza, Sitio prioritario	No. Sitio prioritario	No	No	No
4.435	1.493	10.966	900	636	950	2.987

VALPARAÍSO						
Laguna de Zapallar	Las Ventanas	Concón	Viña del Mar	Laguna Verde	Tunquén	Mirasol, Algarrobo
Estero Catapilco	Estero Las Ventanas/Puchuncaví	Río Aconcagua	Estero Marga Marga	Estero El Sauce	Estero Casablanca	Q. San José
Sí	No	Sí	No	No	Sí	Sí
No. Sitio prioritario	No	No	No	No. Sitio prioritario	No	No
5.189	5.957	63.210	288.329	831	181	6.462

				<b>BERNARDO O'HIGGINS</b>		
San Alfonso del Mar, Algarrobo	Isla Negra y El Tabo	Cartagena	Santo Domingo y San Antonio	Pichilemu	Cahuil	Bucalemu
Estero Membrillo y San Jerónimo	Estero del Rosario	Laguna de Cartagena	Río Maipo	Estero San Antonio	Estero Nilahue / La Palmilla	Estero Paredones
Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	No
No	No	No. Protección Municipal	No. Protección Municipal	No	No. Sitio prioritario	No. Sitio prioritario
6.462	>2.000	15.329	8.914	9.459	432	1.532

<b>BIO BIO</b>				
Dichato	Talcahuano	Coronel	Arauco	Tirúa
Estero Dichato	Río Andalién	Estero Villa Mora. Humedal Boca Maule	Río Carampangue	Río Tirúa
No	Sí	Sí	Sí	No
No	No	No	No	No
3.488	163.036	104.709	16.291	2.507

**TABLA 2 SEGUNDO FILTRO**

<b>REGIÓN</b>	<b>ATACAMA</b>	<b>COQUIMBO</b>		<b>VALPARAISO</b>		<b>B. O'HIGGINS</b>
<i>Localidad</i>	Huasco	La Serena	Coquimbo	Las Ventanas	Viña del Mar	Pichilemu
<i>Río / Estero</i>	Huasco	Elqui	El Culebrón	Las Ventanas	Marga Marga	San Antonio
<i>SNASPE</i>	No	No	No	No	No	No
<i>N° de habitantes de área urbana</i>	7.113	211.275	202.441	5.957	288.329	9.459
<i>Tipo de ubicación respecto a localidad</i>	Lateral	Frontal Interior	Frontal	Interior	Interior	Frontal lateral
<i>Superficie del humedal (hectáreas)</i>	661	14	25	4,34 aprox.	5,68 aprox.	26
<i>Ancho del humedal borde costero (metros)</i>	2.300	436	1.330	261	94	1.630
<i>Relevancia</i>	Sitio prioritario CONAMA + Nivel regional 2002: <b>Estuario del Río Huasco – Laguna de Carrizal Bajo (Humedales Costeros de Huasco)</b> . Estrategia para la conservación de la biod. Atacama 2017-2010	Sitio prioritario CONAMA + URGENTE Nivel regional 2002: <b>Red de humedales costeros de Coquimbo</b> . Estrategia para la conservación de la biod. Coquimbo 2002	Sitio prioritario CONAMA + URGENTE Nivel regional 2002: <b>Red de humedales costeros de Coquimbo</b> . Estrategia para la conservación de la biod. Coquimbo 2002	//	//	//
<i>Puesto en ranking de avistamiento de aves a nivel nacional (100 sitios de interés en eBird)</i>	7	3	14	No aparece	No aparece	16

**TABLA 3 ELECCIÓN DE LUGAR**

REGIÓN	ATACAMA		COQUIMBO	
Localidad/Comuna	Huasco	La Serena	Coquimbo	
Río / Estero	Huasco	Elqui	El Culebrón	
SNASPE	No	No	No	
Nº de habitantes de área urbana	7.113	211.275	202.441	
Tipo de ubicación del humedal respecto a localidad	Lateral	Frontal Interior	Frontal	
Superficie del humedal (hectáreas)	661	14	25	
Ancho del humedal borde costero (metros)	2.300	436	1.330	
Relevancia nacional	Sitio prioritario CONAMA + Nivel regional 2002: <b>Estuario del Río Huasco – Laguna de Carrizal Bajo (Humedales Costeros de Huasco)</b> . Estrategia para la conservación de la biod. Atacama 2017-2010	Sitio prioritario CONAMA + URGENTE Nivel regional 2002: <b>Red de humedales costeros de Coquimbo</b> . Estrategia para la conservación de la biod. Coquimbo 2002	Sitio prioritario CONAMA + URGENTE Nivel regional 2002: <b>Red de humedales costeros de Coquimbo</b> . Estrategia para la conservación de la biod. Coquimbo 2002	
Puesto en ranking de avistamiento de aves a nivel nacional (100 sitios de interés en eBird)	7	3	14	
Antecedentes generales	Región árida. Actividades productivas relacionadas a la agricultura + borde costero (pesca y puerto). Destaca como el humedal más importante de la región y uno de los costeros más importantes del norte. <b>Parte de un sistema de 3 humedales costeros.</b>	Región semiárida. <b>Sistema de humedales costeros (8)</b> . Área de invernada para aves migratorias neotropicales. Ubicado al centro de la bahía (entre el Culebrón y laguna Saladita). Propiedad privada y fiscal. Uso de suelo residencial, agrícola e industrial. Río arriba agricultura, ganadería y minería.	Región semiárida. <b>Sistema de humedales costeros (8)</b> . Área de invernada para aves migratorias neotropicales. Extremo sur de la bahía. Sobre el borde costero se desarrolla actividad turística, pesca artesanal y recolección de recursos marinos (algas). Zona netamente urbana: vivienda y equipamiento, industria inofensiva.	
Estado de conservación	Regular. Flora sin problemas de conservación. Fauna: 2 especies en peligro, 7 vulnerables, 3 raras, 2 inadecuadamente conocidas. Consideradas beneficiosa para actividad agropecuaria y equilibrio de ecosistemas naturales.	Deteriorado	Severo deterioro. El crecimiento de la ciudad generó una fuerte presión sobre los humedales urbanos de Coquimbo, quedando actualmente sólo el Humedal El Culebrón habiendo desaparecido los dos humedales que desembocaban en playa La Herradura.	
Análisis plano de inundación por tsunami	La CITSU (Shoa) muestra la estrecha relación entre humedal e inundación por tsunami, que se asemeja a lo que sucedió en Arauco. Por lo tanto, si bien en Huasco no existen mecanismos formales de evacuación ante tsunami, el humedal tiene potencial real como sistema mitigador ante inundación.	La CITSU (Shoa) presenta una inundación mayor al área de humedal, lo que podría dar a entender la expansión urbana sin mayor planificación hacia la desembocadura. Sin considerar aquello, la ciudad se vería fuertemente afectada por un tsunami (como fue el caso del 2015), <b>de lo cual el humedal no podría hacerse mayormente cargo.</b>	La CITSU (Shoa) muestra niveles de inundación hacia el humedal, lo que podría significar una barrera natural de mitigación hacia la zona urbana, sin considerar el borde costero, que muestra alta vulnerabilidad por su emplazamiento actual.	
Antecedentes de desastre	Terremoto Copiapó 8.4) 1922 R): causó tsunami en toda la costa de Atacama. Terremoto Coquimbo 8.4) 2015 R): olas alcanzaron 69 cm sobre nivel de mar en la localidad. No se registraron daños.	Terremoto Coquimbo 8.4) 2015 R): al tratarse de terreno en mar abierto, causa menores daños. Fondos marinos más abruptos -> la ola tiende a alcanzar alturas no tan importantes. Península de Coquimbo protege a La Serena. Ingreso de olas por Av. De Aguirre, entorno del Faro. En el resto de la ciudad se vio afectada la Av. Del Mar y la playa.	Terremoto Coquimbo 8.4) 2015 R): al ser una península las olas llegan por ambos lados. Al ser una bahía (ambientes más protegido), el relieve submarino es más plano. Este factor produce que la ola puede alcanzar una altura mayor. Inundación completa del puerto pesquero artesanal. El sector tras el HUMEDAL (Baquedano), fue gravemente afectado, produciendo la muerte de varias personas. Altura de olas alcanzó los 4,5 m.	

<i>Biodiversidad y relevancia ecológica</i>	165 especies de aves residentes y migratorias (>%30 de Chile). 25 especies vegetativas. Alta diversidad de invertebrados, mamíferos y aves marinas. Diversidad de hábitats representativos del litoral del Norte de Chile	5 especies vulnerables. 4 insuficientemente conocidas. 2 en peligro.	5 especies vulnerables. 4 insuficientemente conocidas. 2 en peligro. Registro de Gaviota Reidora, que solo había sido identificada en el Río Lluta, convirtiéndose en el límite sur de su distribución.
<i>Impactos y amenazas</i>	Actividad portuaria-minera. Industrias contaminantes: Planta de pellets, Termoeléctricas, Aguas servidas y falta de alcantarillado, contaminación río	Constante intervención antrópica (área urbana). Intervenciones desautorizadas para usos particulares. Circulación vehículos, camping, caza, basural (retiro 30 toneladas), construcciones inmobiliarias	Micro-basurales, depósito de escombros y relaves mineros, alteración del cauce mediante rellenos para complejo deportivo, senderos peatonales e infraestructura vial. Creciente urbanización. vulnerable a la acción antrópica: vecinos + empresas
<i>Antecedentes culturales y de identidad</i>	El PLADECO plantea el potencial cultural de la ciudad, dentro de lo que se destaca al humedal como un polo de desarrollo vinculado al patrimonio.	//	La comunidad manifiesta interés y es proactiva en materias ambientales, ésta es una fortaleza que se ha traducido en la implementación de programas y proyectos piloto en la comuna por parte de la Autoridad regional.
<i>Condiciones sociales</i>	PLADECO: los talleres participativos mencionan como debilidad de la comuna la contaminación, el riesgo ante tsunamis y las termoeléctricas, al mismo tiempo que plantean la consolidación del turismo y recuperación del medioambiente y desarrollo sustentable como elementos para la visión.	//	PLADECO: los talleres participativos mencionan el patrimonio natural desprotegido, ausencia de: plan de protección y utilización sustentable del patrimonio natural, plan de control de la desertificación, políticas de sustentabilidad ambiental, programas de protección ambiental del borde costero de la comuna, políticas de intervención anti tsunamis en el borde costero, déficit de áreas verdes
<i>Antecedentes históricos</i>	Etimología palabra "Huasco". huas (quechua clásico): oro. Co (mapudungún): río. Ocupación de Changos cercano a la desembocadura (pesca). Existencia de conchales no estudiados.	Etimología "Elqui" (changos): lo que se ha dejado de herencia. Registro de funebria y conchales. Asentamientos diaguitas en la desembocadura, involucrando la llegada de los incas a la región.	Registro de funebria y conchales.
<i>Otros</i>	Se complementa el humedal con un sistema dunario. El Sernatur identifica al humedal con una Jerarquía 2 (alcance nacional) en su potencial turístico (5 de 51 sitios comunales).	//	Estudio que identifica factores de quiebre y desestructuración en la ciudad identifican al humedal y quebrada como uno. Oportunidad? Constante denuncias de los vecinos contra las acciones de impacto: anhelan Parque Ecológico en el sector. Zonas de riesgo para el asentamiento humano por riesgo de quebradas aluvionales, inundación y crecida de cauces fluviales, marejadas.