



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA METROPOLITANA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN Y
ORDENAMIENTO TERRITORIAL

REGENERACIÓN DE MASAS LÍQUIDAS EN CONTEXTOS URBANOS

ARQUITECTURIZACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE REGENERACIÓN AMBIENTAL

Nombre: Matías Vilches Cruces

SEMINARIO DE TÍTULO
SANTIAGO, 2019

AGRADECIMIENTOS:

A mi familia, a los amigos y a los docentes involucrados en esta investigación. Gracias a quienes apoyaron y dieron parte de su tiempo para este pequeño aporte en el mundo académico.

RESUMEN:

A nivel nacional y mundial existe un problema que se viene dilucidando desde mucho tiempo, el problema del agua, su desaparición y consiguiente desabastecimiento.

En términos generales, nuestro planeta consiste en un 30% de superficie de tierra (USGS, 1984) y el porcentaje restante es aquella masa líquida que denominamos agua, cuya etimología nos dice que viene del latín *aqua*, y que es una sustancia líquida sin olor, color ni sabor, la cual es ubicada en la naturaleza en estado pseudo puro dando origen a ríos, lagos y mares, ocupando a su vez las tres cuartas partes del globo y formando parte de cada ser vivo (RAE, 2011).

De este 70%, solo el 0.76% es denominada *dulce* (USGS, 1984), es decir, bebestible para su consumo, la cual, es necesaria para todas las bio especies para subsistir, y por tanto, nos permite vivir a cada uno de nosotros, y por sobre todo a nuestra flora y fauna.

Esta investigación se concentra en como este pequeño porcentaje, puede estar en un factor de riesgo, de distintos grados, dependiendo de la problemática. Por nombrar algunos ejemplos: calentamiento climático, desertificación, contaminación entre otros.

De dichos conceptos anteriores, nos interesa uno en particular que responde a la contaminación, el cual proviene de los conceptos en latín, *contaminatio* y *contaminations*, el cual se define como la capacidad de transmitir a un objeto sustancias capaces de alterar su estado natural (RAE, 2011).

El agua tiene diversos usos, se usa para diversas materias, pero de una u otra forma, esta termina siendo dañada u alterada, sobre todo en ambientes próximos a los asentamientos de los seres humanos, desde donde surge la interrogante, si sabemos de la crisis climática en la que estamos cursando, ¿Qué hacemos por cuidarlas?

Esta investigación, por tanto, tiene como fin macro investigar estrategias de regeneración de nuestras aguas, incentivar su cuidado y proponer soluciones de recuperación y regeneración de dichas masas líquidas que son claves para la subsistencia de todos y para el resto de nuestras generaciones.

A partir de lo anterior, surge una nueva interrogante, ¿Qué rol puede tomar la arquitectura del hoy? la llamada arquitectura contemporánea frente a estos conceptos, ¿Se hace cargo de velar por un medio ambiente más sano y seguro?

PALABRAS CLAVES: Agua, contaminación, regeneración, arquitectura sustentable, masas líquidas, crisis climática.

ÍNDICE:	4
1.0.0 INTRODUCCIÓN	5
1.1.0 Motivación y justificación del proyecto	6
1.2.0 Descripción del lugar.....	6
1.3.0 Descripción del usuario potencial y el program	6
1.4.0 Objetivos del proyecto.....	6
2.0.0 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DEL PROYECTO	7
2.1.0 El problema del agua en el mundo	7
2.1.1 Aumento de Temperatura Global.....	7
2.1.2 Demanda Global Saturada.....	7
2.1.3 Cuencas hidrográficas y civilización.....	8
2.1.4 Alteración del Ciclo Natural del Agua.....	9
2.1.5 Desaparición de Masas Líquidas en el Mundo.....	10
2.1.6 Alteración al Estado Natural del Agua.....	11
2.2.0 El escenario en Chile: Premonición aplicada de investigaciones foráneas	12
2.2.1 Estrés Hídrico Mundial a Chile.....	12
2.2.2 De Estrés Hídrico Nacional a Demanda Saturada.....	13
2.2.3 Cuencas hidrográficas y masas lacustres en Chile.....	15
2.2.4 Alteración del Ciclo Natural del Agua en Chile:.....	21
2.2.5 Desaparición de Masas Líquidas Nacionales.....	24
2.2.6 Alteración al Estado Natural del Agua en Chile.....	26
2.3.0 Estrategias de Regeneración Ambiental	29
2.3.1 Remediación Ambiental.....	29
3.0.0. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	31
3.1.0 Descripción del Lugar.....	31
4.0.0 BIBLIOGRAFÍA	32
5.0.0 FIGURAS Y TABLAS	35

1.0.0 INTRODUCCIÓN:

1.0.1 Motivación:

La existencia de contaminación terrestre, aérea e hídrica, por parte de los habitantes hacia el medio ambiente, dejan en evidencia la inexistencia de una educación ambiental. Esto influye directamente en la calidad de vida de dichos habitantes, sobre todo aquellos que viven más próximos a dichas áreas infectadas por la polución ambiental.

La Protección ambiental entonces, surge como motivación para el escenario a futuro que existe no solo en Chile, sino más bien, alrededor del globo.

Para complementar la idea anterior, también surge la necesidad de implementar nueva educación a las generaciones futuras y difundirlas a todos los sectores del país en sí mismo, para promover motivación de la protección ambiental, la cual nos sirva para proteger nuestra flora y fauna tan desprotegida y dejada a su suerte.

Promover la idea de un urbanismo sustentable, para que el crecimiento de las ciudades no sea en pro de generar crecimiento desmesurado y densificado, y que, por otro lado, dicha densificación no sea solo para generar contaminación y la destrucción de nuestro medio ambiente.

La implementación de un uso medido de los recursos que poseemos, cuidar el consumo energético, el cuidado de recursos hídricos y la maximización del uso de aguas lluvias, aguas grises y aguas negras, la implementación de materiales absorbentes que permitan la capilaridad del recurso hídrico y vegetación de bajo consumo hídrico de origen endémico con especies xerofitas.

Incluir, en resumen: Energía, Aguas, Residuos, Áreas verdes y movilidad.??

En conclusión, el desarrollo de nuestra investigación va dirigido para otorgar un mejor ambiente para vivir que son para las próximas generaciones, no solo de carácter humano, si no para un mejor bienestar en comunidad con las demás especies de flora y fauna que habitan no solo nuestro territorio, sino más bien, el territorio de todos (multi especies).

1.0.2 Elección del lugar:

Antes de determinar la elección propia del lugar, procederemos a una revisión a nivel regional entre diversos factores que nos llevarán a la justificación de un lugar en específico, para que sea el más equilibrado en relación de todos los factores que preceden a esta investigación, es decir, un equilibrio entre el lugar más óptimo para facilitar el desarrollo del tema y tenga utilidad en una comunidad que lo necesite.

Una búsqueda que se define a partir de dos preguntas ¿Cuál lugar es el que más necesita dicha intervención? ¿Es el lugar idóneo para que surja y se desarrolle?

Bien

Es por esto que iniciamos una búsqueda de un equilibrio entre los siguientes factores: clima, proximidad a la zona urbana y su escala, si esta localidad se encuentra cercana a una masa líquida y la superficie que esta pudiese abarcar, su estado de conservación de pureza del agua, los cuales revisaremos todos en detalle más adelante.

1.0.3 Descripción del usuario potencial y el programa:

Respecto de la visión del usuario y su programa, consideramos que éstos sean para una comunidad de mediana escala y de diferentes edades para la inclusión de dichas comunidades, en tanto, por el programa, en términos generales consideramos que esta posea un programa educativo y/o cultural, formativo y que tenga una superficie considerable para el desarrollo de las actividades académicas o educativas para el traspaso de las actividades de teórico a práctico.

1.0.4 Objetivos del proyecto:

Integración de arquitectura y remediación para combatir en conjunto problemáticas de contaminación o deterioros del medio ambiente causado por los habitantes de una localidad en particular. Búsqueda de alternativas para la remediación de áreas contaminadas de extrema urgencia, regenerar lo más cercano al estado primario y equilibrado posible.

2.0.0 FUNDAMENTACIÓN TEORICA DEL PROYECTO

2.1.0 EL PROBLEMA DEL AGUA EN CHILE Y EL MUNDO.

2.1.1 Aumento de Temperatura Global:

El panorama climático dentro de Chile y el mundo no es alentador. Para analizar la situación ambiental de Chile primero realizaremos una comparativa con estudios internacionales que comparan la situación actual de Chile con el resto del globo.

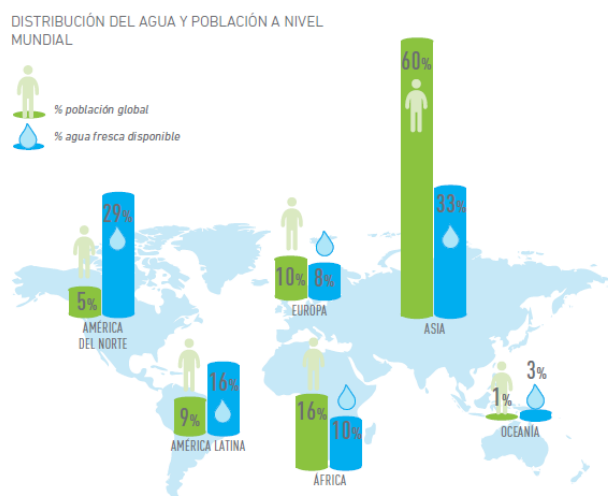
Según el grupo Intergubernamental de expertos sobre el cambio climático, se estima que por cada grado de temperatura que aumente en el mundo, un 7% de la población tendrá una baja de entre 0% y 20% de sus recursos hídricos renovables (IPCC, 2014). Esto conllevará a una escasez hídrica de los más grandes asentamientos humanos.

Por su parte, la organización meteorológica mundial (OMM, 2014) establece un énfasis respecto de las catástrofes ocurridas a través del cambio climático, sobre todo en materia de pérdida de vidas humanas y económicas a raíz de lo anterior. Dentro de los que resume importantes catástrofes como: sequías, temperaturas extremas, inundaciones y ciclones naturales.

2.1.2 Demanda Global Saturada:

En tanto, la sequía en si misma es definida como un suceso en el que la demanda supera a la oferta del recurso hídrico disponible (EH, 2018).

Si a lo anterior le sumamos que la población se mantiene en un constante crecimiento, y, además, existe un aumento de demandas económicas ligadas al consumo hídrico (como son las actividades agrícolas), culminará en un inminente fracaso si no se cambia el modelo actual de consumo hídrico de los habitantes.



(Martínez, 2016).

Figura 01: Distribución del agua y población a nivel mundial. (fuente: EH,2018).

La figura 01 corresponde a la cantidad de agua disponible y población mundial existente. Los datos se conforman a través de un estudio realizado por un economista (Torras, 2017), expuestos en el foro económico mundial (FEM, 2017), dejando en claro la situación de consumo hídrico en el globo y particularmente en América latina, la cual se encuentra en una ocupación de la mitad del recurso.

2.2.3 Cuencas Hidrográficas y Civilizaciones.

El ser humano necesita del agua para subsistir (KH, 2018). Teniendo eso en cuenta, el agua entonces se vuelve un objeto estratégico para el surgimiento y origen de una gran parte de las civilizaciones. Dicho esto, no es casualidad que metrópolis tan bastas tengan como factor común en sus proximidades afluentes de ríos o masas lacustres.

Por nombrar algunos casos, el origen de las primeras civilizaciones más antiguas conocidas por el hombre, deben su prospero desarrollo en gran medida al factor hídrico, gracias a su ubicación geográfica estratégica, la cual les permite beneficiarse de este magno recurso, que no solo otorga vida, sino también oportunidades de desarrollo, es decir, un factor de economía.

El rio Tigris y Éufrates fueron fundamentales para el surgimiento de Babilonia, ver (figura 02), y así mismo con el rio Nilo y la civilización de Egipto (Unesco, 2019). ¿Qué hubiera sido de estas civilizaciones si no se hubieran asentado en las proximidades de estos torrentes hídricos?

Ahora en casos de índole contemporánea, tenemos grandes y complejas civilizaciones como Londres con el rio Támesis, Nueva York con el rio Hudson, Paris con el rio Sena, Tokio con el rio Ara, China con el rio Amarillo, India con el rio Ganges, Brasil con el Rio amazonas, entre tantas otras civilizaciones (OSM, 2019).

Figura 02: Mesopotamia, rio Éufrates y Tigris. (fuente: OSM, 2019).



2.1.4 Alteración del Ciclo Natural del Agua:

La alteración que tiene el ciclo natural del agua en ambientes urbanos también es un concepto que determina un cambio en el ambiente natural por el que transcurre. El ciclo natural del agua es a partir de cinco principales procesos (FMC, 2018). El agua tiene la capacidad de poder transformarse en tres estados de manera muy simple, siendo la temperatura y la presión los principales agentes para determinar dichos cambios.

Según el FMC, El agua puede encontrarse en estado natural en tres posibles formas, como estado líquido en el caso de los lagos, ríos, etc. en estado sólido como el hielo que se conforma en zonas altiplánicas, y en estado gaseoso como son el caso de las nubes en la estratosfera. (ver figura 03).

Para que el agua pueda pasar por estas tres formas, primero debe pasar por cinco procesos que se realizan de manera natural.

Cuando un cuerpo de agua se expone naturalmente en un ambiente que permita la entrada del sol, este comenzará a evaporarse convirtiéndose en gas, iniciando así la primera fase del proceso. Cuando el gas se concentra, iniciará la condensación de la nubosidad, transformándose de estado gaseoso a líquido, dando paso a las precipitaciones.

En la etapa de la precipitación, el agua pasará a su estado líquido, alterando su masa física. Cuando esta masa física se altera, otorgará consistencia y un aumento a la masa de las moléculas internas que componen el agua (hidrogeno y oxígeno), moléculas que se verán afectadas por la fuerza gravitacional de la tierra.

Posterior a este proceso, el agua caerá e interceptará en otras masas o afluentes líquidos, dando inicio al proceso de Infiltración y/o transpiración. Este proceso a su vez puede ser exorreico (por sobre el nivel de la tierra de manera libre) o endorreico (por napas subterráneas o bóvedas naturales).

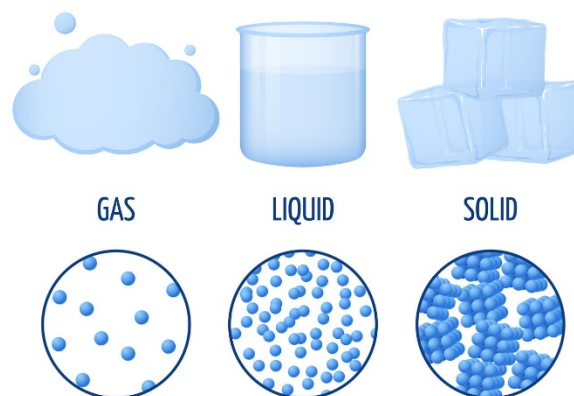


Figura 03: Estados de la Materia. (fuente: CC, 2019).

Cualquiera sea el método, este ciclo culmina en gran parte del recurso de vuelta al mar, reincorporándose al ciclo natural del agua, como en la figura 04. Este método natural presente por todo el planeta se ve alterado en la medida en que aparecen diversos grupos de asentamientos humanos. Mientras mayor sea el asentamiento, mayor es la intervención a este proceso natural.

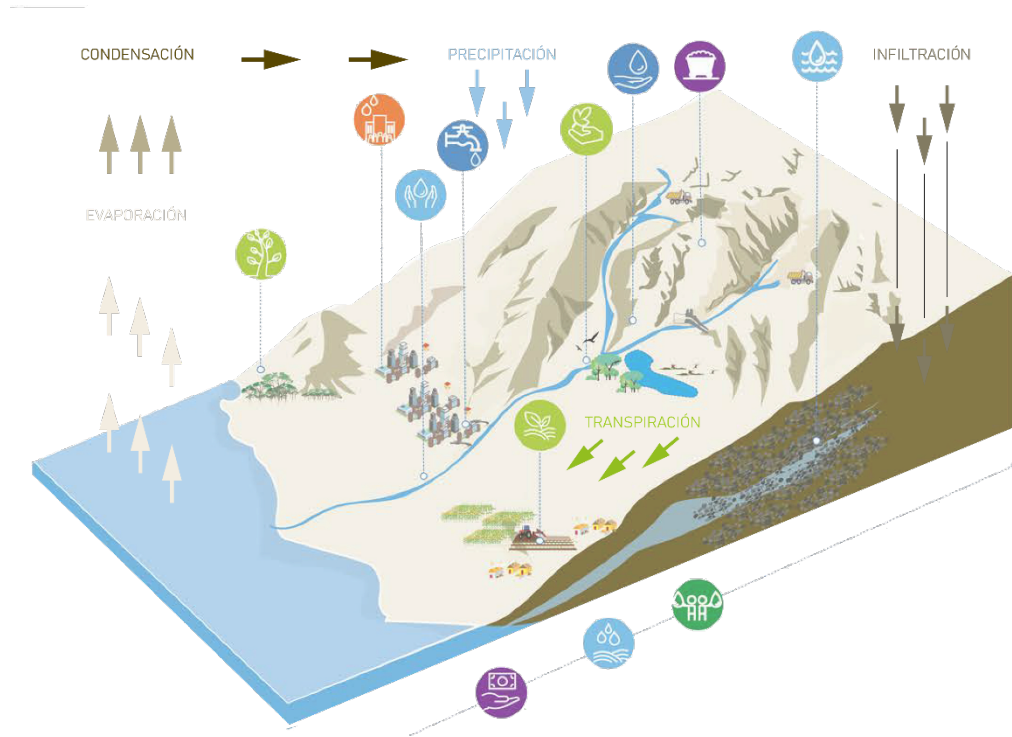


Figura 04: Ciclo natural del agua en Chile. (fuente: FMC, en base a EH, 2019).

2.1.5 Desaparición de Masas Líquidas en el Mundo:

Por otro lado, tenemos la desaparición del agua. Un estudio del Instituto de Investigaciones Deltares (Donchyts, 2016), con la ayuda de imágenes satelitales a través del tiempo, han realizado análisis de masas lacustres alrededor del globo para determinar su gradualidad a través del tiempo. El estudio reveló que tanto lagos como ríos han disminuido sus cauces, convirtiendo aquellos cauces en tierra seca. (Donchyts, 2016).

La desaparición no solo es superficial, sino que también subterránea. Las aguas subterráneas también están sufriendo un déficit de su graduación, señalando que 21 de las 37 principales masas líquidas subterráneas se encuentran en un estado de paulatino agotamiento por su uso intensivo. (Richey, 2015).

2.1.6 Alteración al Estado Natural del Agua:

Sumado a lo anterior, el mal estado del agua y la contaminación, como en la figura 05, genera un deterioro del estado natural del agua, repercutiendo en que la disminuyente agua disponible se torne en mal estado, y tan necesario recurso no sea apto para el consumo humano.

Así lo estipuló el World Resources Institute, La creciente contaminación está alterando el agua en su estado natural, tanto en áreas de consumo como los ecosistemas principalmente costeros. (WRI 2018).

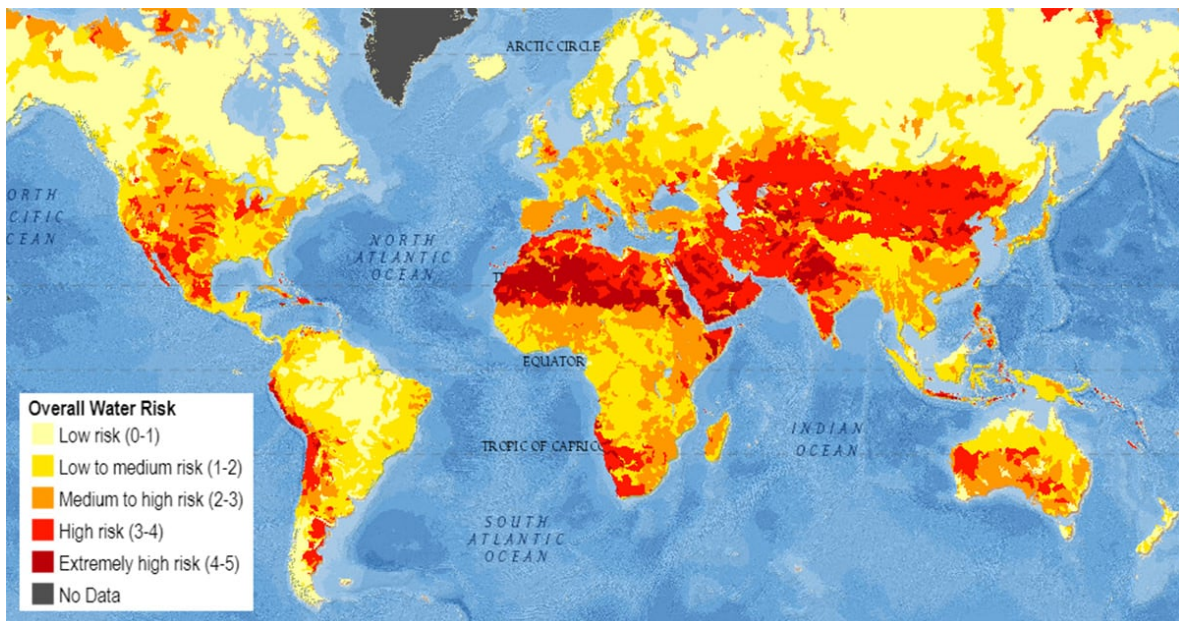


Figura 05: Ranking de riesgo de contaminación del agua a nivel mundial. (fuente: WRI, Acueducto 2014).

El conjunto de todas estas investigaciones y seguimientos dan cuenta de la realidad que no solo afecta con un problema a una nación en particular, sino más bien, a una índole global.

Si no se toma atención con precaución de las advertencias que nos arrojan los resultados de los análisis en un tiempo determinado, sin hacer cambios significativos a las políticas internas que afectan a cada nación, el escenario podría ser mucho más desalentador e irreversible en un futuro no muy distante.

2.2.0 EL ESCENARIO EN CHILE: PREMONICIÓN APLICADA DE INVESTIGACIONES FORÁNEAS.

2.2.1 Estrés Hídrico Mundial a Chile:

La situación en Chile no es ajena respecto de los resultados de las investigaciones realizadas en el marco internacional. Según el WRI (WRI 2018), realizó un ranking de los países analizados que tienen mayor índice de estrés hídrico a nivel mundial.

De un total de 157 países estudiados, Chile se encuentra en el puesto 18 con categoría “alto”, a solo un puesto de estar en la categoría “extremadamente alto” en el que se encuentran 17 países, como se muestra en la figura 06.

MAPA DE LA CRISIS GLOBAL DEL AGUA

Estrés hídrico basal

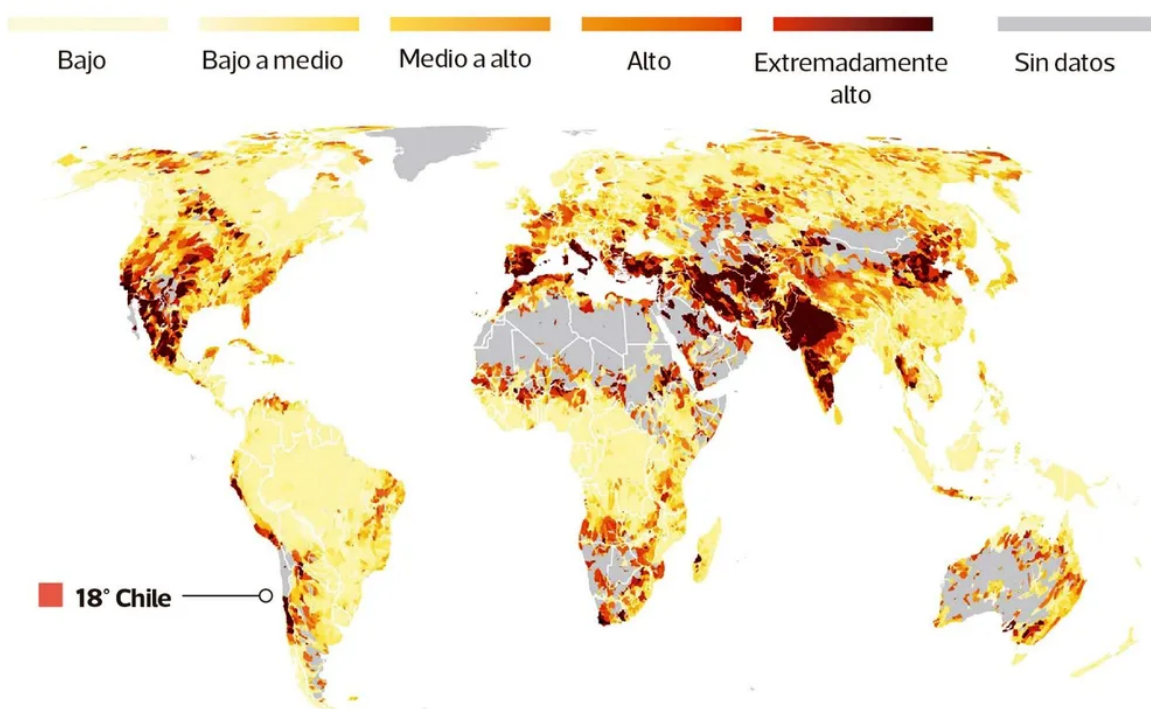


Figura 06: Distribución del agua y población a nivel mundial. (fuente: WRI,2018).

En relación a este mapeo sobre el estrés hídrico mundial, es posible dimensionar cuales son las localidades que tienen un mayor riesgo hídrico alrededor del globo.

2.2.2 De Estrés Hídrico Nacional a Demanda Saturada:

En términos nacionales, en cambio, podemos observar que la zona más crítica respecto del estrés hídrico, sería la parte norte de nuestro país, como se aprecia en la figura 08, justificando porque nuestro país se encuentra en dicha posición dentro del ranking realizado por el WRI, crisis hídrica que ya está acercándose paulatinamente dentro del valle central de nuestro país.

Por otro lado, tenemos la figura 07, la cual nos indica las brechas separatistas entre oferta y demanda del consumo de todas las regiones.

Ambos estudios concluyen que las zonas mas afectada por el estrés hídrico que afecta a nuestro país corresponden a las regiones de Antofagasta y coquimbo, siendo Antofagasta la más crítica, casi llegando al agotamiento absoluto del recurso.

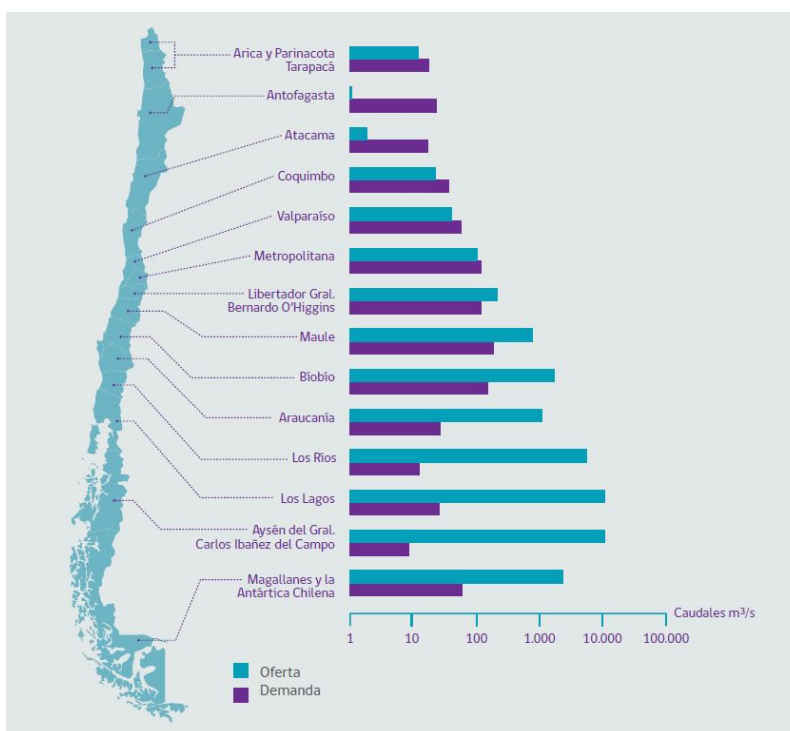


Figura 07: Disponibilidad de oferta y demanda por regiones. (fuente: MI, 2015).

EL CRÍTICO MAPA HÍDRICO DE CHILE

Reportes de la DGA dan cuenta de que grandes áreas del país presentan brechas en la cantidad de agua disponible.

Zonas de agotamiento de aguas superficiales En 2019

Agotamiento
La fuente natural (río, laguna u otro) se agotó. No existe disponibilidad para nuevos derechos.

Disminución de caudal de ríos
Variación entre -25% y -69% del caudal anual entre 2013 y 2017 respecto de 1981 y 2010

Zonas con prohibición o restricción de derechos de agua En 2019

No se otorgan nuevos derechos de aprovechamiento o se otorgan de forma provisoria.

Volumen de embalses a nivel nacional Variación % respecto de 2018

Solo riego	-19
Generación eléctrica y riego	14,2
Solo generación eléctrica	-9,4
Agua potable	-19

Déficit de precipitaciones A marzo de 2019

Variación % respecto de promedio de precipitaciones en periodo 1981-2010

Antofagasta	-100%
Tierra Amarilla	-100%
Vicuña	-100%
Illapel	-100%
Los Andes	-100%
Valparaíso	-88%
Santiago	-81%
Rancagua	-84%
Talca	-91%
Linares	-88%
Chillán	-46%
Concepción	-63%
Temuco	-69%
Valdivia	-57%
Osorno	-67%
Puerto Montt	-52%
Coyhaique	-29%
Punta Arenas	-40%



Zonas con decreto de escasez vigente

- Región de Coquimbo**
Todas sus provincias
- Región de Valparaíso**
Provincias de Los Andes, San Felipe, Quillota, Petorca, Marga Marga y Valparaíso
- Región Metropolitana**
Provincia de Melipilla

FUENTE: Dirección General de Aguas del MOP

INFOGRAFÍA: Ariel Fernández L. • LA TERCERA

Figura 08: Mapa hídrico crítico de Chile, desde la zona norte a la zona centro. (fuente: MOP, 2019, infografía Diario La Tercera).

2.2.3 Cuencas Hidrográficas y Masas Lacustres en Chile

Chile posee una gran cantidad de biomas internos que poseen diversas características morfológicas a través del territorio. Los accidentes geográficos que moldean la región, permiten un flujo continuo de vertientes desde los puntos mas altos de la cordillera, hasta su punto culmine en el océano pacifico.

Todos estos accidentes geográficos, permiten la proliferación de flujos hídricos, ya sea por medios de ríos, o bien la acumulación de estos que permiten el desarrollo de distintos niveles de acumulación de masas hídricas, como son los humedales lagos y lagunas, los cuales se ven regulados por el clima.

Si la temperatura es alta, el proceso de evaporación del agua es más rápido, por lo que habrá menos recurso hídrico, mientras que, si hay temperaturas más bajas, existirá mayor humedad en el ambiente, reduciendo dicha evaporación.

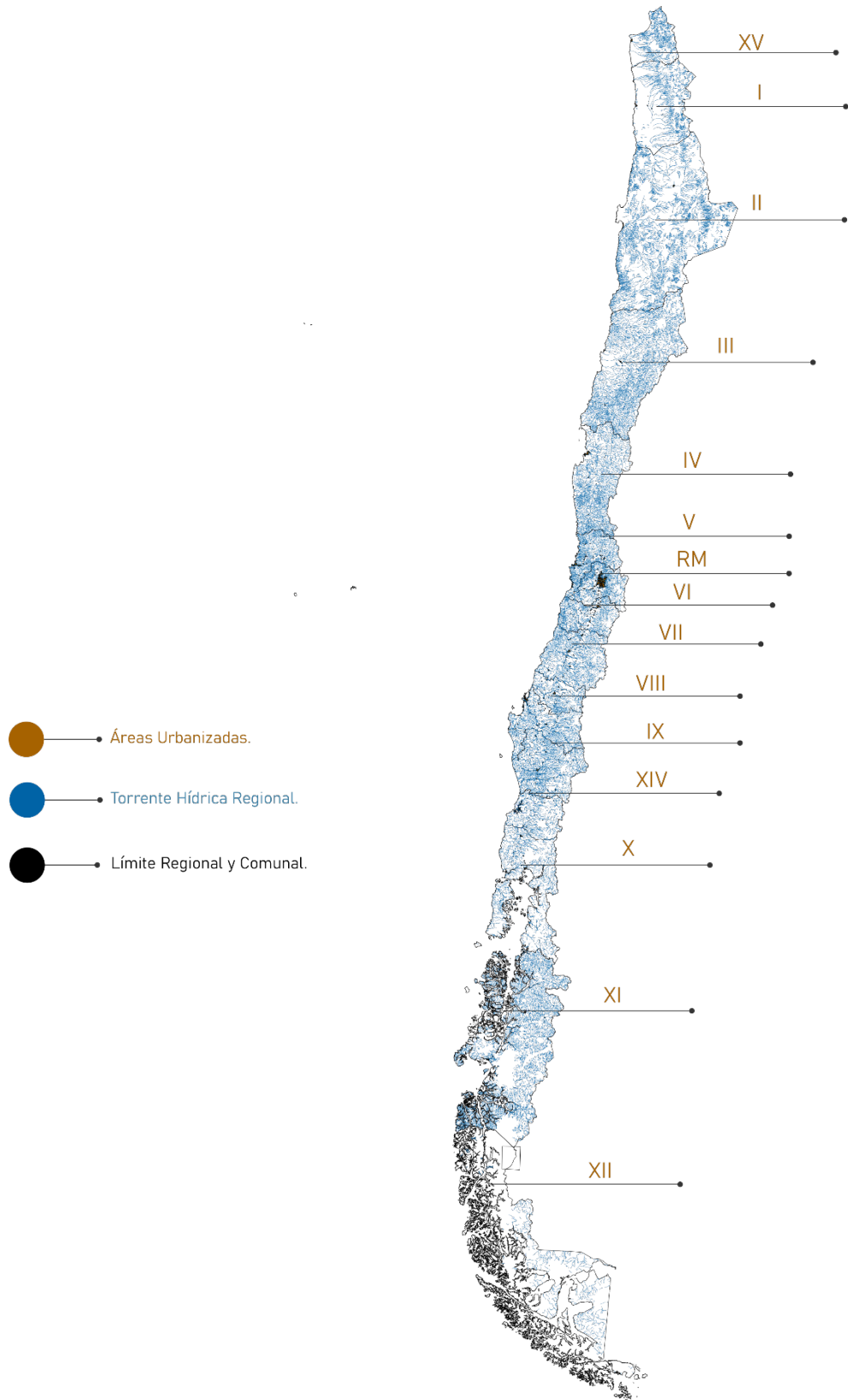
A partir de esto, Chile tiene diversos climas en su territorio interno, los cuales generan a su vez, diferentes problemáticas en sus recursos hídricos, alterando de una forma mayor la parte norte centro que la parte sur del país.

No solo el clima es un factor relevante en el estado de conservación de los recursos hídricos, si no también lo son las áreas urbanas próximas a dichos recursos. El contexto nacional no es un fenómeno ajeno a esta realidad. Dentro de las 15 regiones que componen Santiago, todas mantienen una red hidrográfica que suministra a las áreas urbanizadas, como se muestra en la figura 09 (IDE y BCNC, 2018).

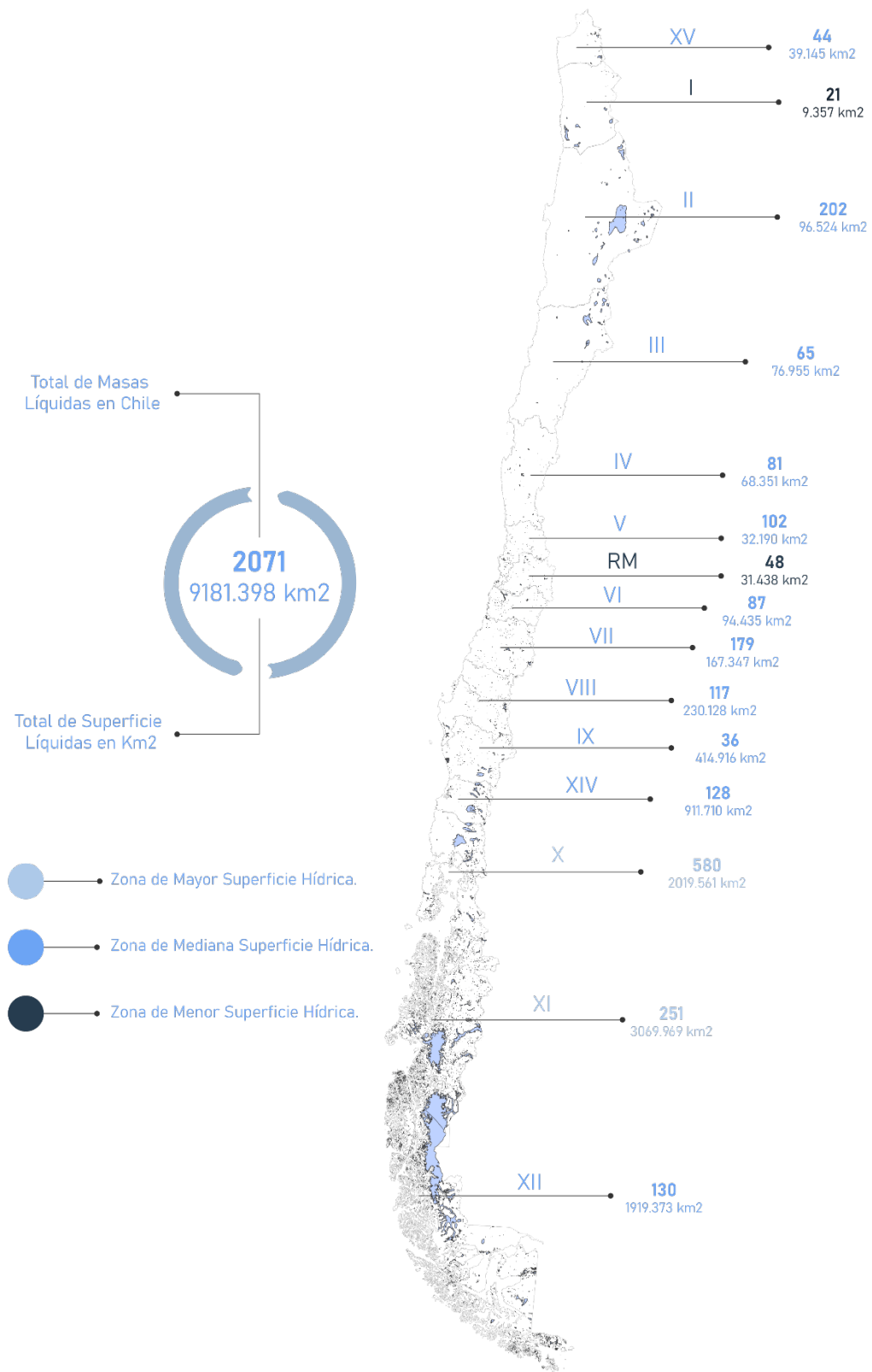
- En la zona norte tenemos ríos como el río Loa en la segunda región de Antofagasta con una longitud de 440 km² o el Río Elqui en la cuarta región de Coquimbo, con una longitud de 170 km².
- En la zona centro, tenemos al río Maipo con una longitud de 250 km², el cual atraviesa por la Región Metropolitana y desemboca en la quinta región de Valparaíso. Esta última región, también posee el río Aconcagua con una longitud de 142 km².
- En la zona sur, tenemos el río Palena en la décima región de Los Lagos, con una longitud de 240 km² y en la onceava región de Aysén, tenemos el río Baker con una longitud de 370 km².

Todas estas situaciones son algunas de las principales cuencas hídricas dentro de las mencionadas regiones, de las cuales se obtienen importantes recursos hídricos para el desarrollo de varias actividades que también revisaremos en profundidad.

Además de las corrientes hidrográficas también tenemos las masas lacustres, las cuales tienen directa relación de origen con las redes hidrográficas.



Red Hidrográfica: Torrentes de ríos con su delimitación regional e intersección con áreas urbanas.
 Figura 09: Red Hidrográfica y su intersección con áreas urbanas. Elaboración propia en base a IDE y BCNC (2018). Escala 1:800.000.



Masas Líquidas: Lagos, Lagunas, Tranques, Humedales, Salares, Embalses
 Figura 10: Masas Lacustres en territorio. Cantidad y superficie km2. Análisis en base a datos de IDE y BCNC (2018). Escala 1:8.000.000.

Hay que explicar un poco mas estas figuras..

Chile posee diversas áreas lacustres alrededor del territorio, las cuales no se encuentran en una distribución equilibrada dentro del territorio.

Aproximadamente en la región, existen al menos 2071 masas líquidas, (ver figura 10), compuestas por lagos, lagunas, embalses, humedales, salares y tranques, las cuales suman un total de 9181.398 de superficie en km² (IDE, 2018). En la tabla 3 se puede apreciar cada valor estimado entre la relación región, área de superficie en km² y la cantidad de masas lacustres.

El territorio nacional de Chile es de 756.626 km² y con la Antártida incluida suman 2.006.626 km² (MC, 2018). Considerando solo Chile continental tenemos que las áreas lacustres representan un 1.21% de todo el territorio, (en base a IDE y MC).

Si dividimos el territorio en regiones, obtendremos que las zonas que tienen menores superficies hídricas son las regiones de Tarapacá (I) y Metropolitana (RM). Mientras que las que tienen una superficie mayor son las regiones de Los Lagos (X) y la región de Aysén (XI).

Respecto de la cantidad de masas lacustres, las que tienen menores cantidades de masas son la región de Tarapacá (I) y la región de la Araucanía (IX), esta última, aunque es la segunda de las quince en total en tener la menor cantidad de masas lacustres, no quiere decir que la región posea un déficit hídrico, esto porque sus masas hídricas tienen un gran porcentaje de área de superficie. Por el contrario, las regiones que concentran la mayor cantidad de masas lacustres son las regiones de Los Lagos (X) y la región de Aysén (XI) nuevamente.

Respecto solo de los lagos y lagunas más representativos de Chile, estos suman alrededor de una superficie total de 8.161,1 km², y un total de 355 lagos y lagunas principales, según la PNRH, (MI, 2015) En la tabla 1 se puede apreciar el detalle de cada superficie y numeración de cada lago y laguna en particular.

Los lagos y lagunas, también son fuente de recursos para las civilizaciones, pero también son importantes refugios de biodiversidad de múltiples especies. Los embalses, por otro lado, son alrededor de 26 represas a lo largo de Chile continental. Solo se utilizan para tres instancias: para el consumo, el riego y la generación eléctrica. En algunos casos puede ser mixta, como puede apreciarse en la tabla 2.

Se proyectan en base a una capacidad estimada, y se planifica su ubicación específica en un punto estratégico de una cuenca, a través de un estudio físico que respalden esta decisión.

Región	Nombre	Superficie (Km ²)	Nº de lagos y lagunas
Arica y Parinacota	Laguna Chungarā	20,6	7
	Laguna Blanca (internacional)	13,8	
Tarapacá	Laguna Parinacota	0,4	2
	Laguna Huasco	1,2	
Antofagasta	Laguna Miscanti	15,0	6
Atacama	Laguna del Negro Francisco	29,0	7
	Laguna Verde	16,3	
Coquimbo	Laguna del Pelado	3,1	1
Valparaíso	Laguna Peñuelas	11,0	2
Metropolitana	Laguna de Acuteo	11,7	4
	Laguna Negra	4,7	
O'Higgins	Laguna Cauquenes	4,8	2
Maule	Laguna del Maule	68,0	4
	Lago Vichuquén	11,9	
Bío Bío	Laguna de la Laja	124,0	8
	Lago Lleu Lleu	40,6	
	Lago Lanalhue	31,0	
La Araucanía	Lago Villarrica	177,0	6
	Lago Collico	56,5	
	Lago Budi	56,0	
Los Ríos	Lago Ranco	401,0	14
	Lago Calafquén	119,0	
	Lago Panguipulli	111,0	
Los Lagos	Lago Llanquihue	850,0	38
	Lago Puyehue	156,0	
	Lago Rupanco	223,0	
	Lago Todos Los Santos	183,0	
	Lago Palena	135,0	
	Lago Yelcho	116,0	
Aysén	Lago O'Higgins (internacional)	1.058,8	124
	Lago Gral. Carrera (internacional)	1.840,0	
	Lago Cochrane (internacional)	320,0	
	Lago Presidente Ríos	313,0	
	Lago San Rafael	122,0	
	Lago Bertrand	67,5	
Magallanes y la Antártica Chilena	Lago Fagnano (internacional)	639,0	130
	Lago del Toro	191,0	
	Lago Blanco	144,0	
	Laguna Blanca	136,0	
	Lago Muñoz Gamero	105,0	
	Lago Sarmiento	87,0	
	Lago Aníbal Pinto	78,8	
	Lago Balmaceda	70,0	

Tabla 01: Principales Lagos y Lagunas de Chile. (fuente MI, 2015).

EMBALSE	REGIÓN	CUENCA	CAPACIDAD	PROMEDIO HISTÓRICO MENSUAL	OCTUBRE		USO PRINCIPAL
					2014	2013	
Conchi	II	Loa	22	19	18	19	Riego
Lautaro	III	Copiapó	26	11	1,4	1,6	Riego
Santa Juana	III	Huasco	166	125	19	38	Riego
La Laguna	IV	Elqui	40	24	28	27	Riego
Puclaro	IV	Elqui	200	132	23	16	Riego
Recoleta	IV	Limarí	100	68	7	13	Riego
La Paloma	IV	Limarí	748	425	32	52	Riego
Cogotí	IV	Limarí	150	82	0	2,7	Riego
Culimo	IV	Quilimarí	10	4,5	0	0	Riego
El Bato	IV	Choapa	26		2,1	6,7	Riego
Corrales	IV	Choapa	50	42	24	25	Riego
Aromos	V	Aconcagua	35	31	17	19	Agua Potable
Peñuelas	V	Peñuelas	95	29	7	9	Agua Potable
El Yeso	RM	Maipo	220	151	86	98	Agua Potable
Rungue	RM	Maipo	1,7	1,5	0	0,2	Riego
Convento Viejo	VI	Rapel	237	203	236	220	Riego
Rapel	VI	Rapel	695	496	623	581	Generación
Colbún	VII	Maule	1.544	1.276	1.448	1.271	Generación y Riego
Laguna del Maule	VII	Maule	1.420	969	277	282	Generación y Riego
Bullileo	VII	Maule	60	57	60	60	Riego
Digua	VII	Maule	225	216	225	225	Riego
Tutuvén	VII	Maule	22	12	18	17	Riego
Coihueco	VIII	Itata	29	29	29	29	Riego
Lago Laja	VIII	Bío Bío	5.582	3.336	1.242	890	Generación y Riego
Ralco	VIII	Bío Bío	1.174	839	1.065	1.061	Generación
Pangue	VIII	Bío Bío	83	75	65	71	Generación

Tabla 02: Disponibilidad de Agua en Embalses. (fuente MI, 2015).

REGIÓN	KM2 EN REGIONES	CANTIDAD DE MASAS LIQUIDAS
XV	39.1	44
I	09.3	21
II	96.5	202
III	76.9	65
IV	68.3	81
V	32.1	102
RM	31.4	48
VI	94.4	87
VII	167.3	179
VIII	230.1	117
IX	414.9	36
XIV	911.7	128
X	2019.5	580
XI	3069.9	251
XII	1919.3	130
TOTAL	9181.3	2071

Tabla 03: Elaboración propia. Detalle de valores figura 10 en base a IDE y BCNC (2018).

2.2.4 Alteración del Ciclo Natural del Agua en Chile:

El ciclo del agua, por otro lado, en la medida en que se encuentre próximo a los asentamientos humanos, inevitablemente se ve alterado en pro del desarrollo de las civilizaciones y sus actividades. Son diversas las actividades que distorsionan con su propio uso el ciclo natural en pro de facilitar dichos procesos u actividades a partir del agua.

En Chile, las principales seis actividades que utilizan el agua son las siguientes: El sector agrícola forestal, el sector pecuario, el sector de agua potable y saneamiento, el sector industrial, el sector minero y el sector de generación eléctrica, según lo demostrado en el análisis hídrico del Escenario Hídrico en Chile. (EH, 2018).

En el mismo estudio elaboran cual actividad en Chile es la que tiene mayor consumo hídrico de las seis, siendo el sector agrícola forestal la que absorbe un 96% del total de los recursos hídricos a nivel nacional, siendo un 59% de las forestales y un 37% para los agricultores, siendo solo un 4% para las demás actividades, seguido por un 1.3% de la actividad minera. (ver figura 11).

Mientras que el consumo de las aguas superficiales y las aguas subterráneas, vuelven a ser absorbidas nuevamente por el sector agrícola con un 88% del recurso. El 12% restante lo usan las otras actividades, seguido por la actividad minera que consume un 3.8% de ese 12%.

El principal problema que ocurre con el consumo de agua potable domiciliaria y de las otras actividades, es la forma en la que se reincorporación al ciclo y se introduce dentro de un sistema externo, pese al alto consumo que absorbe la agroindustria.

El ciclo artificial que se utiliza en Chile para la distribución del agua consiste en tres principales procesos: Captación Consumo y Devolución.

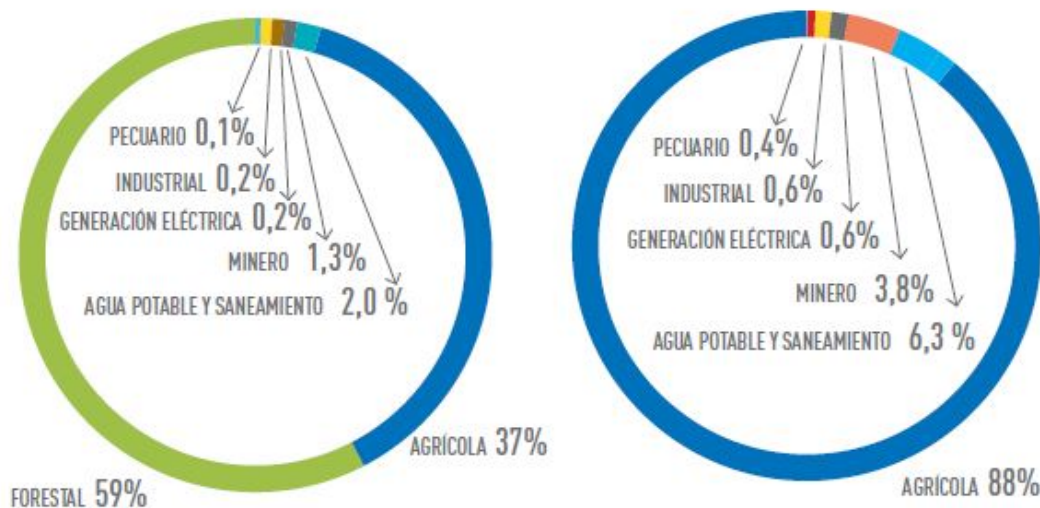


Figura 11: Consumo Hídrico por actividades a nivel nacional (izquierda) Consumo Hídrico de aguas superficiales y subterráneas (derecha). (fuente: EH, 2018).

Inicialmente el agua se obtiene a través de un embalse, por el cual se inicia el proceso de captación de la materia prima. Esta puede ser agua que se obtiene desde la superficie o de napas subterráneas para su posterior tratamiento.

El embalse tiene la capacidad de generar energía a través de la fuerza que ejerce la acumulación de agua para producir energía hidroeléctrica, la cual es natural pero bastante invasiva en los ecosistemas (EC, 2018). Su capacidad para generar energía es a través de la captación del recurso hídrico concentrándolo, donde una pequeña parte se desviará para su devolución al ciclo natural del agua, y otra parte se almacenará para su consumo.

El componente que contiene el agua es la represa, cuya construcción es de hormigón armado en su totalidad. Las tuberías, en tanto, también son reforzadas en el interior de la represa. El programa interno que debe tener cada represa es principalmente un área de turbinas, un área para el generador eléctrico y la sala de máquinas.

En el área de superficie, cercana a las inmediaciones de la represa, se ubican las líneas de transporte de energía eléctrica para el abastecimiento de las civilizaciones. Por lo general las torres de alta tensión deben de tener un factor de estudio de medio ambiente porque su ubicación puede generar una interrupción sobre todo en la fauna avícola de dicho medio ambiente.

El último espacio de las represas corresponde al área de compuertas, en donde se integra agua al ciclo hidrológico. La figura 12 muestra gráficamente dichos procesos. A partir de su saneamiento, se almacena dicho recurso para dar inicio al proceso para habilitar su consumo tanto para sectores productivos como para quienes se sirvan de dicho recurso. En el caso de los sectores productivos, si estos corresponden al área de agricultura, el agua puede reincorporarse al ciclo a través de la evaporación del líquido.

Una vez que el agua es utilizada, inicia el proceso de devolución. Este proceso es el que mayor alteración al ecosistema genera de los tres, dado que en este punto el agua natural ya se encuentra alterada por otros microorganismos externos y de múltiples orígenes.

Se dividen en aguas grises y aguas negras, y juntas inician su viaje a través del alcantarillado, para llegar a las plantas de tratamiento o depuración del agua servida. En algunos casos se reutiliza y luego se descargan a los océanos continentales o bien se reintroduce a los suelos a través de la infiltración del agua.

Pero de una u otra forma, estas se reincorporan al ciclo natural del agua independientemente de su alteración previa al estado natural, como se aprecia en la figura 13.

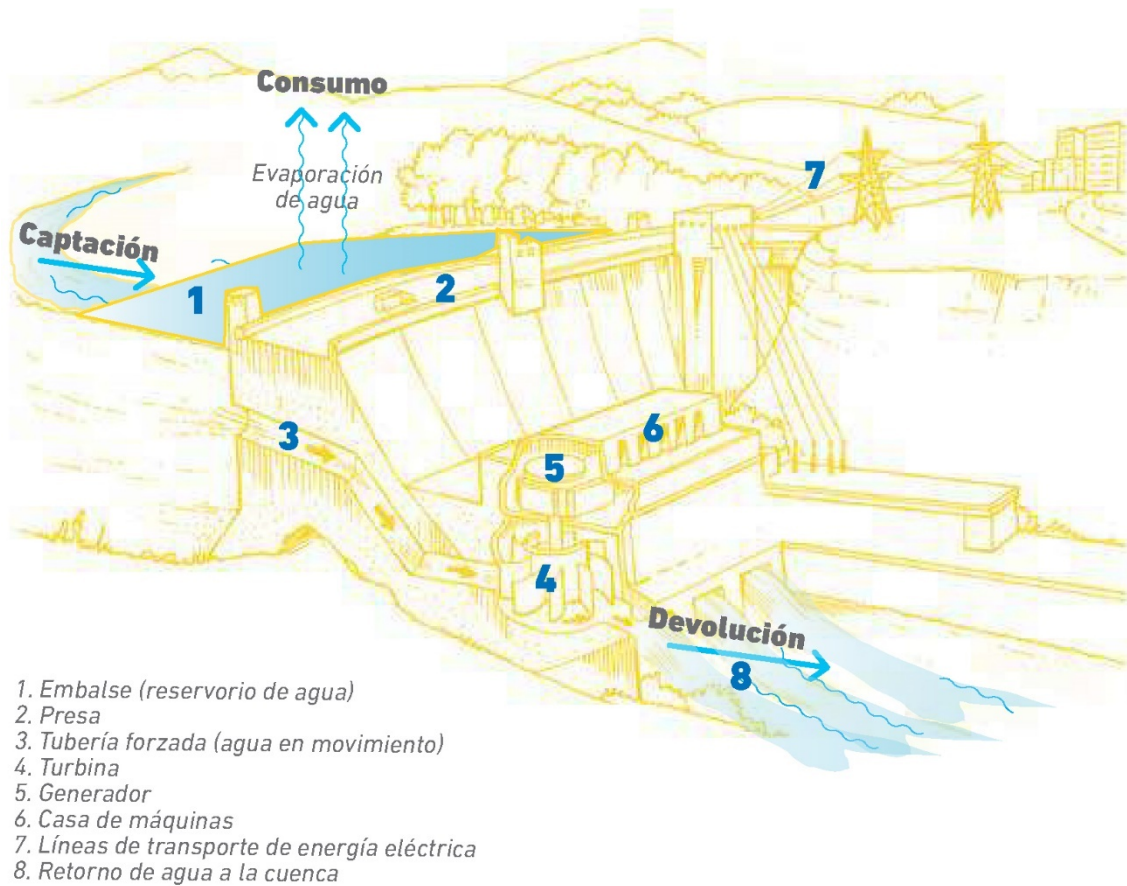


Figura 12: Proceso operacional de una represa en el ciclo artificial del agua. (fuente: Eh, 2018).

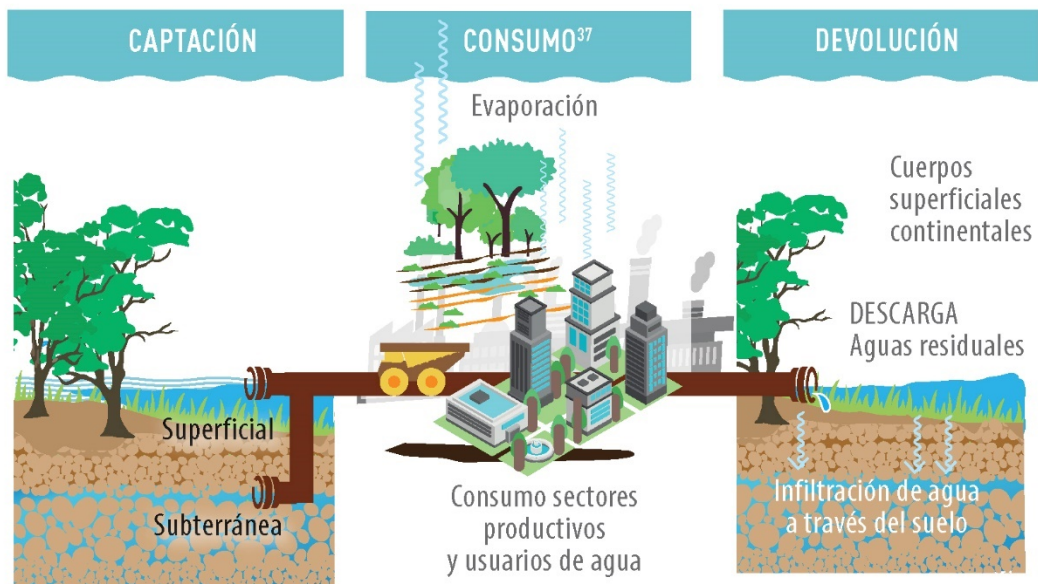


Figura 13: Proceso Captación, Consumo y Devolución ciclo artificial del agua. (fuente: EH, 2018).

2.2.5 Desaparición de Masas Líquidas Nacionales:

El estudio realizado por Deltares (Donchyts, 2016), nos indica a nivel global el paulatino desaparecimiento de los recursos hídricos. Frente a esto, en Chile también hay situaciones de desaparición de masas lacustres, un caso reciente de esta situación lo podemos ver reflejado en el caso de la laguna de acúleo en el valle central de Chile.

El LandSAT (USGM 2019), muestra el proceso de su desaparición dentro de un lapso de 10 años, una década que terminó por zanzar dicho recurso.

Su desaparición corresponde a una suma de factores que no es claro: un uso desmedido del recurso hídrico para fines de agricultura, la nula intervención de las autoridades, el aumento de la mega sequía que azota en el interior del valle central y la intervención artificial al ciclo natural del agua.

La desaparición de este recurso tuvo varias consecuencias. Afecto principalmente al estilo y calidad de vida de cada habitante, y también al factor económicos, en materias de turismo y como zona de actividades recreacionales para la población.

En la figura 14 y figura 15 podemos apreciar dicho estudio, y como se vio afectado el recurso a lo largo de una década, caso que no deja de ser llamativo por lo rápido de su desaparición.

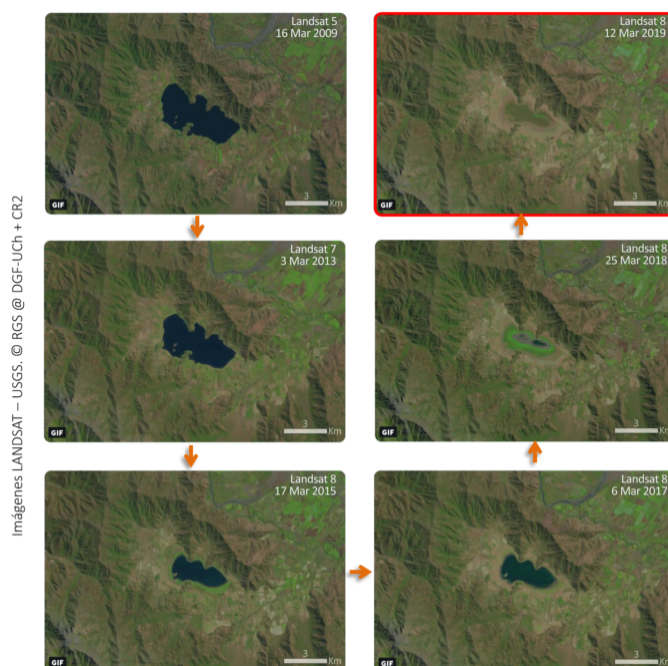


Figura 14: Desaparición de masa líquida en laguna de Acúleo. (fuente: USGM, 2019).



Figura 15: Desaparición de masa líquida en laguna de Acúleo. Muestra aérea del antes y después 2009 – 2017 (fuente: USGM, 2019).

2.2.6 Alteración al Estado Natural del Agua en Chile:

El estado natural del agua en Chile se encuentra en constante degradación, debido a que muchos de los residuos, no solo domésticos, sino que también productivos se arrojan al agua.

En Chile se han decretado al menos 27 zonas saturadas de manera oficial hasta el 2016 en la web de la Biblioteca del Congreso Nacional (BCNC, 2018), sin embargo, existen paralelamente otros casos de estudio que no se han actualizado como la inminente contaminación del lago Llanquihue y el lago Villarrica, producto de agentes contaminantes que desembocan de los ríos más próximos al lago con granjas de piscicultura.

De este modo, estipuló el Decreto supremo DTO-43 (BCNC, 2018), el cual, declara como zona saturada por clorofila "a", transparencia y fósforo disuelto, a la cuenca del lago Villarrica (BCNC, 2019).

Como estos decretos no se encuentran actualizados, no es posible saber el recuento final a la fecha, de las zonas que se han declarado saturadas por el estado y los ministerios responsables, solo es posible dar con esa información de manera no oficial (redes sociales o contingencia).

Sin embargo, el único mapeo vigente se encuentra en desarrollo con inicio de investigación desde 2009, publicado últimamente en 2018, en estado incompleto y no actualizado, esto porque solo se han graficando 12 de estas zonas saturadas pero que utilizaremos a modo de referencia de igual modo.

En la figura 16, vemos la relación existente entre las masas lacustres expuestas previamente, más las áreas urbanizadas y las zonas saturadas, (las áreas saturadas entiéndase también como áreas contaminadas).

En la imagen, apreciamos como la zona de mayor superficie de áreas saturadas, corresponde a la región metropolitana. La cual fue decretada en 1996, a través del Decreto Supremo 131 (IDE, 2018).

Asimismo, la Región Metropolitana es la segunda en tener menor superficie en km² de masas lacustres, teniendo 31.4 km² como se demostró en la figura 10, número que se reduce a diario si consideramos todas las problemáticas previamente expuestas. En la Región Metropolitana existen alrededor de 15 masas líquidas las cuales dividiremos en Embalses y Lagunas.

Los embalses de la región metropolitana se componen de: El embalse Valdivia, Los Ángeles, Huechun, La Dehesa, Lo Prado, Llolleo, El Yeso y Rungue, siendo estos dos últimos los más relevantes de la región (ver tabla 2).

De estas 15 masas líquidas, los 6 restantes corresponden a masas lacustres, las cuales son: Laguna Batuco, Laguna Las Vacas, Laguna Piuquencillo, Laguna Rincón de San Francisco, Laguna Negra y Laguna de Acúleo siendo estas dos últimas las más relevantes a nivel país según la tabla 1.

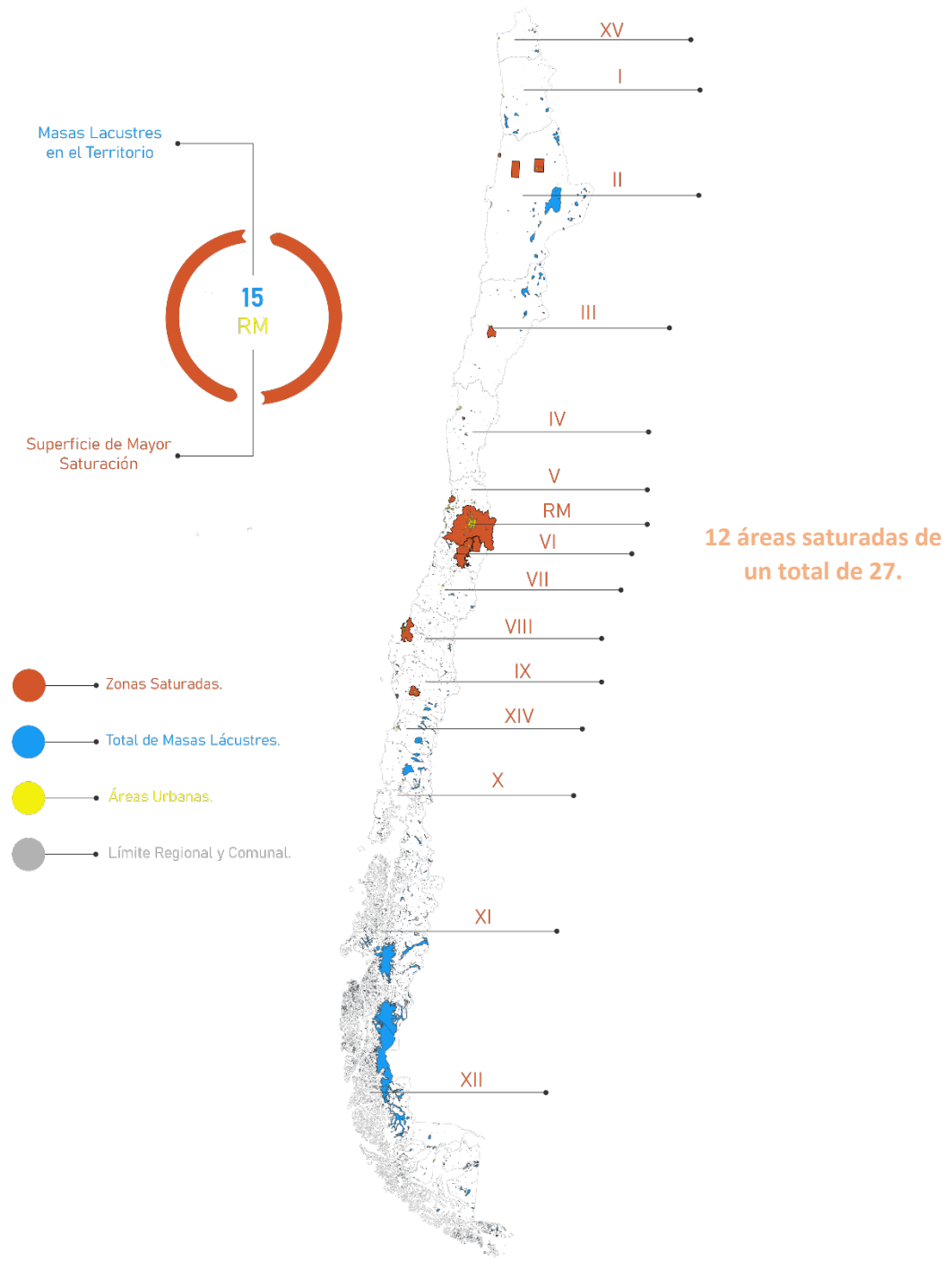
Estas, al encontrarse insertas en una zona de saturación, corren el riesgo de verse afectadas por una alteración al estado natural del agua y contaminarse, o en el peor de los escenarios, una situación similar como la ocurrida en la Laguna de Acúleo. (ver figuras 15 y 16).

Esto deja en evidencia que el estar muy próximos los recursos hídricos de los asentamientos humano, provoquen una inevitable alteración a los estados naturales del agua y al ciclo del agua en el ecosistema.

Asímismo, los planes que utiliza el gobierno, y en particular el ministerio de medio ambiente, corresponden a diversas propuestas y soluciones al caso. Principalmente las soluciones radican en la elaboración de planes que incluyan: reducción de emisiones, participación ciudadana y análisis estratégicos para la regeneración de los ecosistemas, hasta llegar a la elaboración de un anteproyecto (MMA, 2019). Sin embargo, no incluye medidas de remediación de ningún tipo.

Es por esto que debemos tomar medidas de resguardo para nuestros recursos hídricos en base a todas las problemáticas hídricas que tenemos como país, cuidar el recurso que hoy por hoy ya no solo está escaseando, sino que paulatinamente da inicio a su desaparición del ecosistema.

Debemos proteger toda el agua disponible. Debemos velar que toda el agua que se encuentre dañada, sea recuperada antes que el daño sea irreversible en pro de un bienestar entre todas las especies habientes del territorio, y por, sobre todo, concientizar a las generaciones futuro para no volver a contaminar y estropear el medio ambiente nuevamente, en pro de un habitar colectivo, por y para todos.



Áreas Lácustres y Zonas Saturadas con Inmediaciones Urbanas: Contraste de masas líquidas y su proximidad con áreas contaminadas decretadas por el estado.

Figura 16: Masas Lacustres, Áreas Urbanas y zonas saturadas en el territorio. Elaboración de análisis propio en base a datos de IDE, MMA y BCNC (2018) Escala 1:8.000.000.

2.3.0 ESTRATEGIAS DE REGENERACIÓN AMBIENTAL:

2.3.1 Remediación Ambiental:

El concepto de regenerar viene estrechamente ligado al concepto de contaminación. Es a partir de la década de 1881 cuando se empiezan a realizar estudios por el inminente desastre que estaba ocasionando las actividades productivas y de transporte del ser humano en aquella época en general, daño que repercutía directamente al ecosistema.

Contaminación fue el nombre que se le dio a este proceso, el cual afectaba el estado natural o primario de los tres ambientes generales que posee el ecosistema. El ambiente acuático, atmosférico y terrestre. (Reitze, 2001)

A partir de esta situación, se han originado investigaciones tanto del daño que recibe el ecosistema como de las soluciones pertinentes al caso. Soluciones que plateaban reducir las emisiones contaminantes y proponer a través de estudios soluciones de regeneración de suelo, atmosfera y acuática, del cual nos centraremos en esta última.

Dentro de este último estudio, en la misma década de 1970, se establece el concepto de remediación, dicho concepto ha reaceptado interés en nuestros tiempos por retomar las investigaciones del caso, producto del daño ocasionado al ecosistema en los últimos años a través del globo.

La remediación se define entonces como: el tratamiento o conjunto de operaciones que se realizan, con el objetivo de recuperar la calidad de la sustancia contaminada. (LC, 2018). Ésta posee diversas áreas y se puede fragmentar en diversas ramas de estudio (CC, 2019) (ver figura 17):

- La biorremediación es un concepto más general, que se define como el proceso de remediación que utilice, microorganismo, hongos, plantas o encimas para la regeneración de un ambiente alterado a su condición natural, de la que podemos desprender de forma más específica el proceso de micorremediación, la cual, corresponde a la remediación a través de hongos, también es parte de la fitorremediación.
- La fitorremediación como segundo concepto general se entiende como la capacidad de descontaminar los suelos, la descontaminación del agua, y la limpieza del aire. Respecto de los subconceptos que la fitorremediación posee. Son varios:
 - Fitoextracción (proceso de extracción de la contaminación a través de raíces y posterior extracción y eliminación de la planta).

- Fitotransformación, proceso de transformación del estado contaminado de la tierra a uno sano a través de encimas generadas por las raíces.
- Fitofiltración, proceso utilizado para la regeneración de aguas subterráneas y superficiales.
- Fitovolatilización, proceso del que se descontamina el suelo, pero se liberan las toxinas en el aire.
- Fitoestabilización, capacidad de las plantas para contener y evitar el esparcimiento de la contaminación
- Fitorrestauración, capacidad de las plantas para volver el suelo contaminado a su estado natural en un tiempo determinado.
- Fitoestimulación. Degradación de los contaminantes a través de microorganismos estimulados por las plantas.

En Chile no se han implementado soluciones a gran escala de remediaciones a la contaminación de diversas fuentes. Como recién se está retomando dichas concepto, en el ámbito nacional no se muchas investigaciones del caso en particular.

Sin embargo, existen áreas de estudio, como en el campo agrario o químico que han realizado investigaciones a una menor escala. Como la investigación de la universidad de Chile, del área de ciencias agronómicas, la cual remedia la contaminación del Plomo (Queupuan, 2017). Pero no existen proyectos de regeneración ambiental en el campo de la arquitectura al menos en Chile que sean relevantes en términos de escala y resultados.

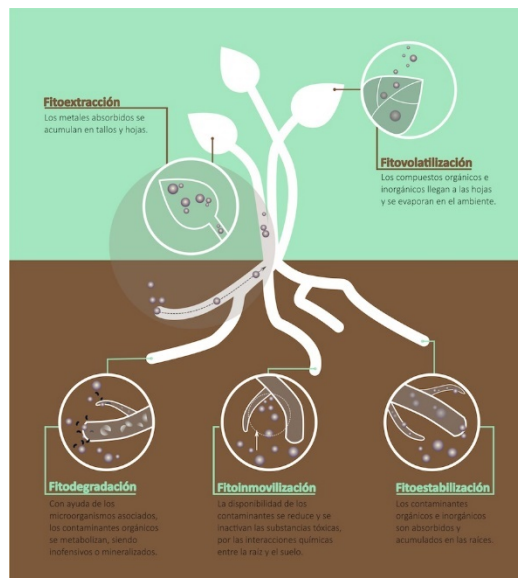
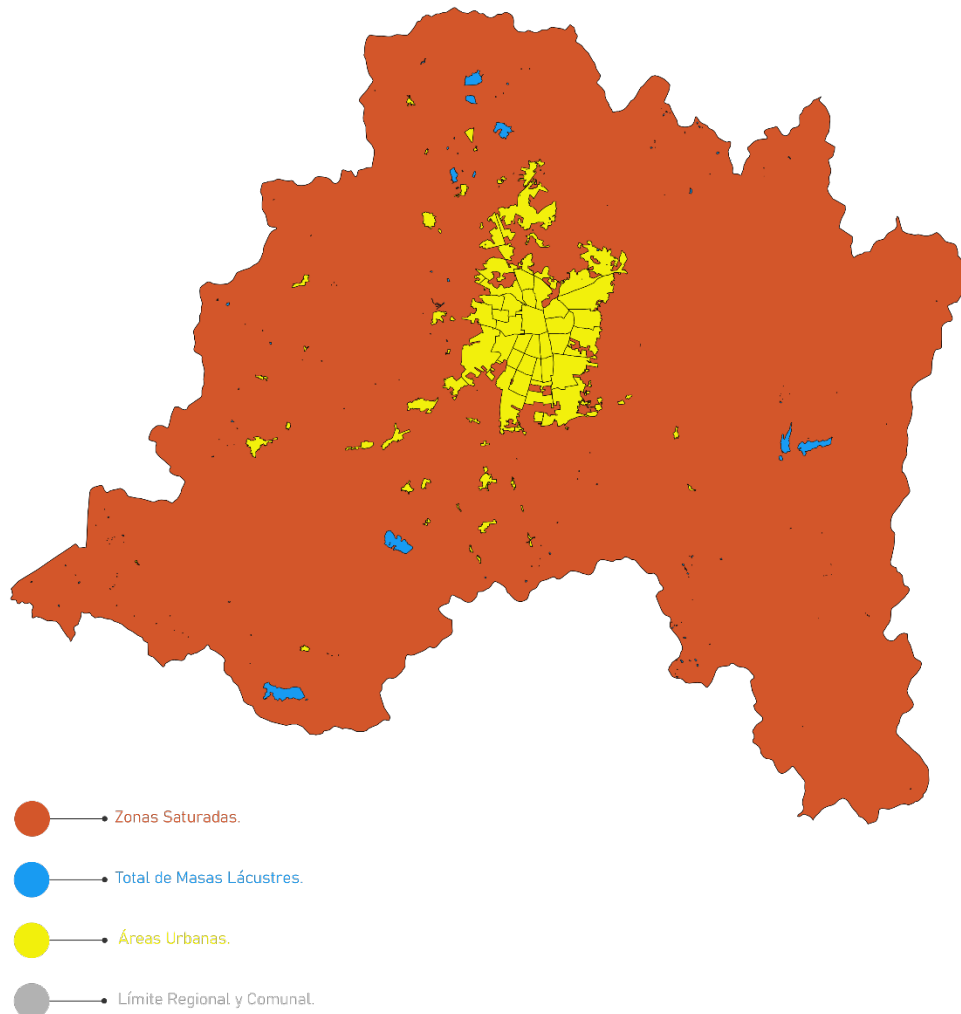


Figura 17: Esquema de fitorremediación en base a cultura científica (fuente: CC, 2019).

3.0.0 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO:

3.1.0 Descripción del Lugar:

Una tentativa de elección del lugar, sería el área de la región metropolitana en alguno de sus seis masas lacustres como elección del lugar, por ser el lugar más concentrado en relación a la contaminación y a la menor cantidad de recursos hídricos a nivel nacional, principalmente para fomentar la recuperación del recurso y la protección ambiental del mismo.



Región Metropolitana de Chile: Relación entre áreas saturadas, masas lacustres y áreas urbanas. Escala: 1:400.000

Figura 18: Elección de lugar óptimo, para la el proceso investigativo. Escala: 1:400.000 (fuente: IDE, 2019).

BIBLIOGRAFÍA:

1. BCNC, Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (2018). *“Geomapas de: Masas Lacustres, División Regional y Áreas Urbanas”*. “27 Zonas saturadas” “Decreto Supremo 43”. Santiago de Chile.
2. CC, Cultura Científica (2019). *“Esquema y Conceptos de Fitorremediación”* “Estados de la materia” Bilbao, España.
3. Donchyts, G. (2016). *“Earth’s surface water change over the past 30 years”*. Nature Climate Change, pp. 810-813. Deltares, Holanda.
4. EH, Escenarios Hídricos 2030 (2018). *“Radiografía del agua, brecha y riesgo hídrico en Chile”*. Escenario Mundial, pp. 13. Actividades Productivas de la Huella Hídrica, pp. 36-46. Figuras 6, “Captación, consumo, y devolución de agua en una central hidroeléctrica de embalse”. pp. 47. Figura 18, “Captación, consumo y devolución del agua”. pp. 70. “Consumo total del agua” pp. 75 Santiago de Chile.
5. EC, Educa Chile, (2018). *“Aprender con Energía, Centrales Hidroeléctricas y Cambios en el Medio Ambiente”* Santiago, Chile.
6. EH, Escenarios Hídricos 2030 (2019). *“Transición Hídrica el futuro del agua en Chile”*. pp. 24 Santiago de Chile.
7. FEM, Foro Económico Mundial. (2017). *“Informe de riesgos mundiales”* 2017, 12a edición. Ginebra.
8. FMC, Fundación Mar de Chile (2018). *“Ciclo Natural del Agua en Chile”*. Santiago de Chile.
9. IDE, Instituto de datos geospaciales, (2018). *“Geomapas de: Red Hidrográfica de Chile, Humedales, Catastro de Lagos, Zonas Saturadas y Contaminadas”* “DS 43” “DS 131”. Santiago de Chile.
10. IPCC, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2014). *“Cambio climático 2014: Impacto, adaptación y vulnerabilidad”*. (Field, C. B., V. R. Barros, D. J. Dokken). Nueva York, USA, Cambridge University Press, pp. 1132
11. KH, Kids Helath, (2018). *“¿Porque es Bueno Beber Agua?”*. Jacksonville, EEUU.

12. LC, Lito Clean (2018) “Descontaminación de Suelos”. Barcelona, España.
13. Martínez, P. (2016). La seguridad hídrica. En Fundación Chile. (Ed.), *“Desafíos del agua para la región Latinoamericana”*, pp. 48-59. Santiago, Chile.
14. MMA, Ministerio del Medio Ambiente (2018). “Resolución Exenta n678 Sobre los Planes de Prevención y Descontaminación de Masas Líquidas”. Santiago, Chile.
15. MC, Memoria Chilena (2018). *“Superficie Geográfica de Chile Continental y Antártico”* Santiago de Chile.
16. MI, Ministerio del Interior (2015). *“Política Nacional para los Recursos Hídricos”* Figura dos, *“Disponibilidad y extracción del recurso por regiones”* pp. 33. Tabla uno, *“Disponibilidad de agua por embalse”*. pp. 18. Tabla cuatro, *“Principales Lagos y lagunas de Chile”*. pp. 26 Santiago de Chile.
17. MOP, Dirección General de Aguas (2019). *“Mapa hídrico de Chile”*. Santiago de Chile.
18. Organización Meteorológica Mundial- OMM. (1997). *“Evaluación general de los recursos de agua dulce del mundo”*. Nueva York. EEUU. 33 pp.
19. OSM. Open Street Map (2019). *“Mapa de Londres, Paris, New York, Tokio, China, India y Brasil”*. *“Mapa físico de Babilonia”* Cambridge, United Kingdom.
20. RAE, Real Academia Española (2011). *“Diccionario de la Lengua Española. (22ª ed.)”*. Utilización para la inclusión de conceptos de Agua, Contaminación. Madrid, España.
21. Reitze, A. (2001) *“Air Pollution Control Law: Compliance and Enforcement”* Chicago, EEUU.
22. Richey, A. (2015). *“Quantifying renewable groundwater stress with GRACE”*. Water resources. Universidad de California, Irvine, EEUU.
23. Torras, L. (2017). *“El Agua: el petróleo del Siglo XXI”*. Foro Económico Mundial.
24. UNESCO, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, (2019). *“World Heritage List”* Conceptos: *“Babylon, Cairo”* Paris, Francia.

25. USGS, United States Geological Survey (1984). *“Encuesta geológica de los Estados Unidos”*. EEUU, 1984.
26. USGS, United States Geological Survey (2019). *“Landsat capture the disappearance of Laguna Aculeo”* EEUU, 2019.
27. WRI, World Resources Institute (2015). *“Ranking the world’s most water-stressed countries in 2040”*. *“Aqueduct 2014”*. Universidad de California, Irvine, EEUU.
28. Queupuan M. (2017). *“Evaluación de Fitorremediación de suelos contaminados con plomo mediante el cultivo de atriplex animus”*. Santiago de Chile.

5.0.0 INDICE DE FIGURAS:

- PP 07 - Figura 01: Distribución del agua y población a nivel mundial.
- PP 08 - Figura 02: Mesopotamia, río Éufrates y Tigris.
- PP 09 - Figura 03: Estados de la Materia.
- PP 10 - Figura 04: Ciclo natural del agua en Chile.
- PP 11 - Figura 05: Ranking de riesgo de contaminación del agua a nivel mundial.
- PP 12 - Figura 06: Distribución del agua y población a nivel mundial.
- PP 13 - Figura 07: Disponibilidad de oferta y demanda por regiones.
- PP 14 - Figura 08: Mapa hídrico crítico de Chile, desde la zona norte a la zona centro.
- PP 16 - Figura 09: Red Hidrográfica y su intersección con áreas urbanas. Escala 1:800.000.
- PP 17 - Figura 10: Masas Lacustres en territorio. Cantidad y superficie km². Escala 1:800.000.
- PP 21 - Figura 11: Consumo Hídrico por actividades nacionales, Consumo Hídrico superficial y subterráneo.
- PP 23 - Figura 12: Proceso operacional de una represa en el ciclo artificial del agua.
- PP 23 - Figura 13: Proceso Captación, Consumo y Devolución ciclo artificial del agua.
- PP 24 - Figura 14: Desaparición de masa líquida en laguna de Acúleo.
- PP 25 - Figura 15: Desaparición de masa líquida en laguna de Acúleo. Aérea del antes y después 2009 – 2017.
- PP 28 - Figura 16: Masas Lacustres, Áreas Urbanas y zonas saturadas en el territorio. Escala 1:8.000.000
- PP 30 - Figura 17: Esquema de fitorremediación en base a cultura científica.
- PP 31 - Figura 18: Elección de lugar óptimo, para el proceso investigativo. Escala: 1:400.000.

INDICE DE TABLAS DE DATOS:

- PP 19 - Tabla 01: Principales Lagos y Lagunas de Chile.
- PP 20 - Tabla 02: Disponibilidad de Agua en Embalses.
- PP 20 - Tabla 03: Elaboración propia. Detalle de valores figura 10.