



Profesionales asistentes

Gracias por aportes, tiempo y disposición

María Eugenia Pallarés - Dra. Arquitecto,
Universidad de Chile

Rodrigo Chauriye - Dr. Arquitecto, Univer-
sidad de Chile

Manuel Amaya - Arquitecto, Universidad
de Chile

Gonzalo Arze - Arquitecto, Universidad
Mayor de San Andrés

Jing Chang Lou - Arquitecto, Universidad
de Chile

Luis Goldsack - Arquitecto, Universidad de
Chile

Cecilia Wolff - Arquitecto, Universidad de
Chile

Nelson Díaz - Dr. Acuícola, Universidad de
Chile

Daniel Nieto - Dr. Acuícola, Universidad de
Chile.

Jorge Katz - Dr. Economía política, Univer-
sidad de Oxford

Francisco Javier Fernández - Ing. Mecáni-
co, Universidad de Chile

Rodolfo Contreras - Antropólogo, Universi-
dad de Chile

Eduardo Castro - Ingeniero químico, Ponti-
ficia Universidad Católica de Chile

Carlos Sandoval - Sargento 1 Capitán de
Puerto Taltal

Leopoldo González - Presidente 2^{do} Sindi-
cato de pescadores y recolectores de
Paposo

Índice

Profesionales asistentes Gracias por aportes, tiempo y disposición	3
Motivaciones Relación entre hombre y mar	7
Introducción Contexto	10
Problemática Sustentabilidad en comunidades rivereñas	11
Marco teórico Tema, lugar, contexto y paisaje	16
Lugar Propuesta de emplazamiento	18
Aproximaciones al proyecto Idea arquitectónica	39
Criterios de diseño Propuesta de Programa / Arquitectónica / Urbana y Paisajística	42
Referentes Experimental, perceptual y arquitectónico	68
Bibliografía Documentos consultados	72
Anexos Documentación de apoyo	74

Dale al hombre un pez y se alimentará por un día. Enséñale al hombre a pescar y se alimentará toda su vida.

Proverbio Chino

Motivaciones

Relación entre hombre y mar

Desde niño he estado ligado al mar. Muchos de los mejores recuerdos de vida han estado vinculados a él, ya sea navegándolo o recorriendo su costa.

Cada verano desde que tengo memoria visitaba a mi abuelo en San Antonio. Tengo preciosos recuerdos de ese lugar, pero también he visto cómo se han apropiado de la costa y excluido a la población. La industria en este lugar ha arrasado el territorio generando un deterioro urbano, medioambiental y social en el puerto.

Las industrias producen valor agregado en la economía y la sociedad. La generación de empleo, desarrollo tecnológico y el aumento de ingresos del sostén de la familia son alguna de las virtudes. Pero contradictoriamente atentan a su vez con el crecimiento urbano, generan desplazamiento poblacional, deterioran el medioambiente y alienan las zonas donde se instalan.

Las industrias en general se desarrollan de forma segregacional con respecto a su entorno. Esto provoca en muchas ocasiones un descontento generalizado de la población, ya que se basan en un uso y goce de un territorio sin aportar al desarrollo a su (y muchas veces sólo al desmedro del mismo).

Propongo como tema de titulación mezclar las motivaciones que me han marcado en la carrera: el mar, el borde y procesos de producción.

El desafío se basó entonces en cómo integrar estas variables y producir inclusión en el entorno inmediato, tanto así como en el contexto regional y nivel país.



Leopoldo González, recolector de algas. Autoría propia



Introducción

Contexto

En la siguiente memoria se expondrá sobre fuentes de alimento sustentable, desarrollo tecnológico e industrial de cosecha y producción de productos marítimos. Se tratará a grandes rasgos sobre el deterioro medioambiental, la disminución en la fauna marítima y los conflictos que conlleva la industria de peces y algas.

Las ideas que aquí se expongan tendrán como objetivo plantear dudas de cómo se está generando arquitectura industrial en espacios costeros en la actualidad.

Se pondrá en valor las virtudes nacionales y locales de recursos marítimos. De la misma manera en que se dejarán a la luz ciertas falencias.

Gran parte del fundamento teórico se ha basado en el seminario de investigación "Marinas de Integración Públicas - MIP", de autoría propia y del documento Infraestructura portuaria y costera Chile 2020¹.

Se propondrá un proyecto que integre conceptos de inclusión industrial con el paisaje. Entendiéndose este como paisaje social, urbano, medioambiental y natural.

El proyecto propuesto tiene como objetivo ser un modelo replicable en caletas pesqueras en el Norte Grande del país, creando una sinergia acuícola de mediana escala. Se incluirá además de la propuesta urbana y de proyecto, una contribución a la conectividad marítima y a la seguridad nacional.

¹ Dirección de obras portuarias por medio del Ministerio de Obras Públicas.

Problemática

Sustentabilidad en comunidades rivereñas

Chile es el tercer país con más metros lineales de costa por habitante en el mundo (5,2 km/hab.). Posee una longitud territorial de 4.400 km, pero su borde costero alcanza los 83.850km -el quinto más alto del mundo-, custodiando el 54% del total de salida al mar latinoamericano.

El territorio chileno es predominantemente marítimo, el que se distribuye entre 14 regiones y 104 comunas costeras. Contrario a esto, sus ciudades se vuelcan a su interior, dándole la espalda al recurso hidrológico. San Antonio es un claro ejemplo de cómo excluir a la población del mar en pos de un desarrollo industrial.

El norte de Chile posee condiciones favorables para el crecimiento de flora y fauna marítima. La biodiversidad nacional es alta en zonas de baja intervención industrial. Gran parte de la costa entre la XV-III región se ve colonizada por termoelectricas, puertos industriales o refinerías de minerales. Esto provoca un conflicto con la flora y fauna costera, generándose migraciones, disminuciones de densidad o incluso la desaparición de recursos biológicos.

La pesca artesanal se ve afectada por el posicionamiento de industrias en la costa. En algunos casos la mortalidad de animales ha aumentado tanto que se hace insostenible la pesca artesanal -un claro ejemplo es Huasco con la refinería CAP y la termoeléctrica Guacolda-.

En el año 1998 y 2015, gracias a la presencia del fenómeno del Niño, fuertes lluvias acontecieron a la Región de Antofagasta y Atacama. Estas provocaron remoción de masa que al depositarse en el fondo marino destruyó gran parte de la biodiversidad. Entre Cifuncho y Caleta Buena se impuso una veda de pesca y recolección de algas por 2 meses. Pescadores artesanales quedaron imposibilitados de trabajar gracias a dicha veda, que sumada a la destrucción de las embarcaciones por las marejadas han provocado migraciones po-

blacionales y un deterioro en la calidad de vida de las personas ligadas al mar.

En un mundo en el que más de 800 millones de personas siguen padeciendo malnutrición crónica y en el que se espera que la población mundial aumente en otros 2 000 millones hasta llegar a los 9 600 millones de personas para el 2050 (con una concentración en las zonas urbanas costeras), tenemos que enfrentar el inmenso desafío que supone alimentar a nuestro planeta y proteger al mismo tiempo sus recursos naturales para futuras generaciones.

FAO, 2014

La problemática nace a raíz de la excesiva explotación de los recursos marinos, la contaminación de las costas y el indebido uso de los espacios de borde costero a nivel nacional. Surge además como necesidad local y mundial la ampliación de los suministros de alimentos y áreas de cultivo.

La CORFO³ identifica dentro de los cinco clusters con mayor potencial de crecimiento en el país a la minería, acuicultura, generación de alimentos, servicios globales y Turismo de Intereses Especiales. Es clave recalcar que la propuesta que se planteará aborda dos de aquellos cinco (alimentos y acuicultura) y hace un guiño a un tercero (Turismo de Intereses Especiales).

En 2012, la acuicultura estableció otro máximo histórico de producción y ahora proporciona casi la mitad del pescado destinado a la alimentación humana. Se prevé que esta proporción aumente un 62 % para el 2030, debido a la estabilización del rendimiento de la pesca de captura salvaje y al aumento considerable de la demanda de una nueva clase media mundial.

FAO, 2014

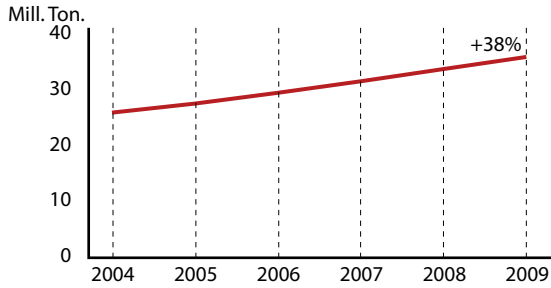
La producción acuícola mundial de especies comestibles aumentó a una tasa media anual del 6,2 % en el período 2000-2012 (9,5 % en 1990-2000), esto es, de 32,4

2 Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

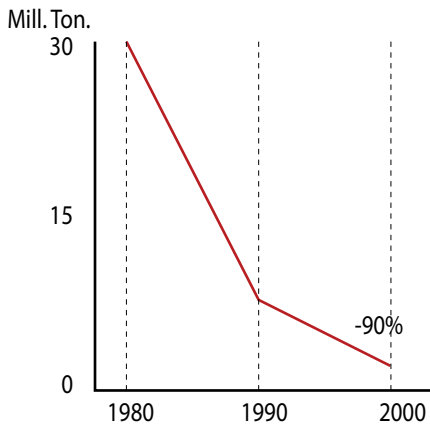
3 Corporación de Fomento de la Producción

millones a 66,6 millones de toneladas. En el mismo período, el ritmo de crecimiento fue relativamente mayor en África (11,7 %) y en América Latina y el Caribe (10 %).

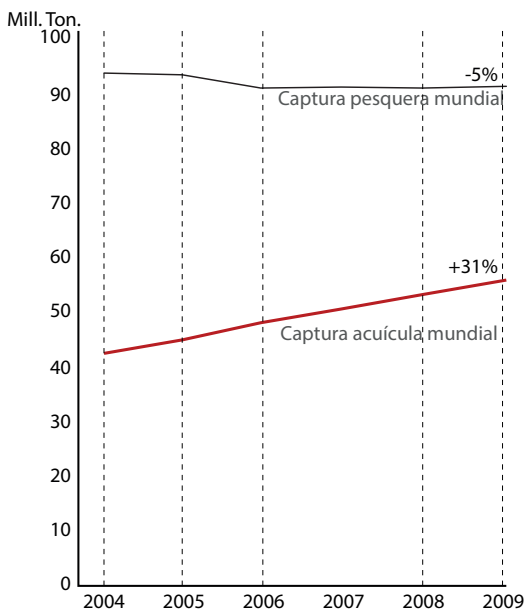
FAO, 2014



Producción acuícola mundial en tierra. FAO, 2010.



Densidad de cardúmenes de Seriolas en Océano Pacífico. FAO, 2010.

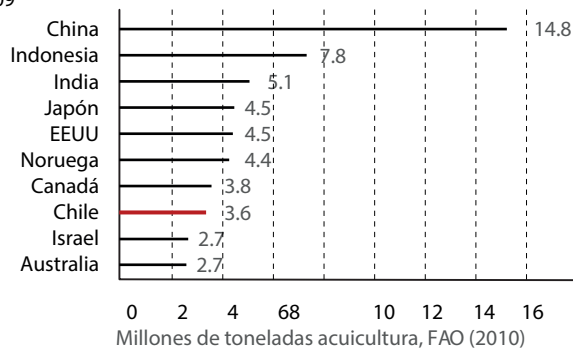


Cuota de captura por pesca y cuota de captura por acuicultura. FAO, 2010.

Experiencia nacional

Es necesario aumentar el apoyo mundial al desarrollo sostenible de la acuicultura y su diversificación de productos, especialmente allí donde el consumo de pescado pueda disminuir como consecuencia de lagunas en la producción y problemas de acceso (por ejemplo, en África y América Latina).

FAO, 2014



La acuicultura nacional se centra fuertemente en el desarrollo de salmónidos, casi al punto de monopolizar las concesiones marítimas -68% de concesiones acuícolas nacionales son para el cultivo de salmónidos-. (SERNAPESCA, 2014). Gran parte de estas se desarrollan en la X región, con una superficie limitada de columna de agua y un alto índice de contaminación en los vectores marítimos.

Desde los años 80 la salmonicultura nacional ha ido en aumento. En un principio era un rubro familiar, donde la precariedad de la tecnología permitía un cultivo reducido (en un comienzo las jaulas eran de madera y se modificaban las mallas de pescadores para contener a los peces en cautiverio). Hoy en día Chile es el segundo país productor de salmón después de Noruega, con una biomasa de 500.000 Ton/ anuales.

En Chile los niveles de densidad de cultivo son 6 veces mayores a los del país nórdico. Esto se debe a que Noruega tiene 1.700 km² de mar apto para la acuicultura por protección oceanográfica, mientras que Chile presenta sólo 300 km². La meta

de Chile sería alcanzar los niveles de producción acuícola de Noruega de forma sustentable social y medioambientalmente.

Dicha historia de éxito se vio dramáticamente interrumpida en años recientes por la aparición y rápida difusión del ISAv, una enfermedad viral del salmón que no afecta a los seres humanos pero que ha diezmando a la industria, llevando a que cerca del 60% de los centros de cultivo se reportaran como fuera de producción en 2009.

El aumento acelerado de la densidad de siembra en un espacio muy reducido de superficie costera, y el deterioro que se observa en materia de bio-seguridad y sustentabilidad medioambiental estarían reflejando un claro fenómeno de sobrecarga del recurso natural.

Jorge Katz, 2011

La producción de peces comestibles cultivados ha aumentado de forma constante entre los otros productores principales, excepto en Chile, donde los brotes de enfermedades en la acuicultura marina en jaulas de salmón del Atlántico afectaron a la producción en 2009 y 2010.

FAO, 2014

El virus ISA (anemia infecciosa del Salmón) afecta desde el año 1999 al mar austral chileno. En el 2009, donde se tuvo la mayor mortandad de salmónidos por infección del virus, la única empresa que no presentó brotes fue Sustainable Salmon. Dicha empresa, dirigida por el Dr. Daniel Nieto, era la única que hacía el ciclo completo de los salmones en estanques independientes por recirculación. Se evitó así la propagación de enfermedades.

Es imprescindible para mantenerse competitivos a nivel mundial y evitar catástrofes medioambientales como las ocurridas en el año 2009 con el virus ISA, que se implementen tecnologías de cultivo de mar abierto -independizándose de las zonas resguardadas de la X región, las que presentan un alto riesgo de patologías por concentración piscícola- y de siembra en estanques terrestres que aseguren la auto-

nomía de cada cohorte, lo que no solo facilita procesos productivos, sino que aísla cada grupo en caso de contaminación y/o patologías.

Un factor de rechazo de la acuicultura por parte de la población es precisamente la falta de tecnología aplicada. Esto se explica, ya que, en el caso de jaulas o balsas de cultivo que sean débiles estructuralmente y propensas a fugas de peces, necesitan de bahías protegidas oceanográficamente para el anclaje a fondo, de poco o nulo oleaje y de batimetría poco profunda. Coincidentemente son las mismas condiciones que buscan los pescadores artesanales para una caleta o la población flotante para el ejercicio del turismo de costa. Esto genera competencia y en muchos casos exclusión de otras actividades que necesiten hacer goce de la franja costera y el recurso de agua. Otro factor que interrumpe la interacción de usos es que la industria no se relaciona con las comunidades donde se emplaza.

Un sistema de recirculación acuícola de alta eficiencia presentaría una mejora tecnológica local, lo que permitiría independizarse de la X Región. Además posibilitaría que se instalaran industrias acuícolas de mediana escala en las 240 caletas pesqueras a nivel nacional. Esto facultaría una diversificación laboral asociado al mar, a comunidades rivereñas que presentan una dependencia del recurso marino. Se debe entender dichas industrias como asociaciones con los pescadores artesanales, la comunidad y la población flotante, permitiendo diversificación de actos.

“El proyecto abre una oportunidad de negocios para el norte del país, al generar un sistema de cultivo y producción amigable con el medio ambiente, de reducido costo y baja complejidad, que es fácilmente replicable por parte de pescadores artesanales o emprendedores de diversa escala.”

*Arturo Natho, Gerente General de Corpesca, en relación al proyecto de cultivo en estanque de *Seriola lalandi* (Dorado) en Arica, 2014.*



Desierto costero de Chile. Autoría propia



Embarcaciones de pesca industrial, Mejillones.
Autoría propia.



Marco teórico

Tema, lugar, contexto y paisaje

La acuicultura es la técnica que permite aumentar la producción de animales y plantas acuáticas para consumo humano, por medio de cierto control de los organismos y de su medio ambiente.

FAO, 2015

La integración industrial con el poblado donde se emplace es la clave del proyecto. Esta se basa en el desarrollo de la escala, la colaboración entre los actores externos y locales y el respeto de lo preexistente con la intención de generar la inclusión en el paisaje social y natural.

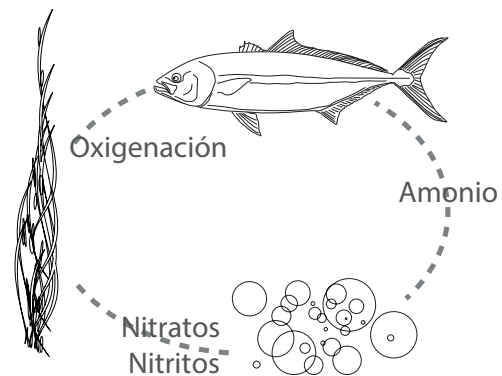
Como temática se plantea hacer un sistema productivo de policultivos. Este sistema se basa en la integración acuícola en tierra de peces, algas y bacterias junto con un desarrollo agrícola menor (sistema acuapónico). Este método de producción se basa en las experiencias obtenidas en Arabia Saudita, Australia e Israel.

La idea es generar un centro de producción que incorpore a su vez a la población de donde se emplace, que fomente un nuevo uso del borde costero y sea replicable a las regiones XV, I y II. Esto provocaría la puesta en valor de un espacio costero que hoy en día está siendo subutilizado (o derechamente explotado indebidamente). Esto bajo el concepto de desligar al desierto costero de la imagen colectiva mono-productora minera y pesquera industrial.

La idea es que la planta se caracterice por la generación de tecnologías escalables y transferibles para el cultivo de especies nativas que contribuyan a la diversificación acuapónica, convirtiéndose en un modelo a replicar en las localidades rurales del Norte Grande. Por ejemplo desarrollando tecnologías para la producción masiva de semillas de recursos bentónicos, el repoblamiento en áreas de manejo asignadas a organizaciones de pescadores artesanales, el uso de espacios costeros en abandono y su integración con la comu-

nidad y en la valorización de los recursos provenientes de estas áreas.

La acuaponía se basa en el proceso trófico natural del ecosistema hídrico. Los animales generan amonio, los que son procesados por las bacterias. Estas hacen el proceso de nitrificación del amonio, oxidándolo y convirtiéndolo en nitrito (tóxico) y posteriormente en nitrato (no tóxico). Posteriormente las algas absorben el nitrato, las que además permiten la oxigenación pasiva de la columna de agua. Finalmente el agua vuelve a recirculación.



Se propone este método de recirculación de agua ya que permite un mejor uso del recurso hídrico.

Las variables de habitabilidad que afectan directamente a los cultivos en la acuicultura son: % de oxígeno disuelto y % de dióxido de carbono disuelto en el agua, pH, salinidad y alcalinidad del agua, nutrientes solubles, moléculas de nitrógeno, presencia de metales pesados en el agua, turbiedad, concentración de fitoplancton y zooplancton en el agua y la velocidad de corriente, temperatura ambiental y acuática.

Las ventajas de la acuicultura contra la pesca (ya sea artesanal o industrial) recae en que los peces criados en un medio natural -donde las variables de habitabilidad son independientes- con respecto a cultivo en tierra -donde las variables habitabilidad son dependientes y reguladas de forma automatizada-, es de un aumento de un 40% en la etapa de desarrollo. Además se permitiría una cosecha durante todo el año. En cambio en la pesca ocurren pe-

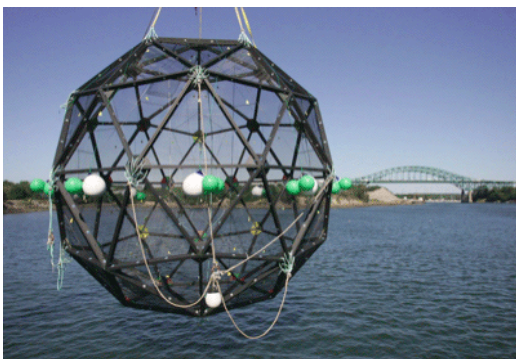
riedos improductivos por estacionalidad, malas condiciones oceanográficas, contaminación, veda y/o prohibición de captura.

Se han desarrollado numerosas tecnologías que han permitido aumentar la densidad de peces en jaulas de forma excesiva. Los reportes de ganancias de los años 2010-2012 tras la incorporación de mejoras en automatización de alimento y aumento en un 30% de las densidades de peces en la columna de agua de salmónidos en la X región, demuestran una baja de un 45% de ingresos netos por filete. Esto se debe a que aumentaron las patologías asociadas a altas densidades y un aumento en la mortandad de juveniles.

Katz, 2011.

En Noruega, los estándares normativos de acuicultura permiten una densidad máxima de 25kg/m³ en jaulas. Esto se debe a normativas de resguardo del medioambiente y protección ecobiológica.

Es posible la ocupación productiva en mar abierto. Esto es por medio de un desarrollo acuícola en jaulas Oceansphere. Éstas se sumergen para evitar esfuerzos ante las bravesas y se instalan alejadas de la costa resguardándose de ataques de depredadores. Esta tecnología -utilizada con cada vez más fuerza en Australia-, permite un resguardo medioambiental, ya que los sedimentos se discipan antes de llegar a fondo y disminuye considerablemente las posibilidades de contaminación cruzada entre jaulas por densidad por hectárea cuadrada (reduciendo a su vez la necesidad intensiva de antibióticos y otros).



Ocean sphere para acuicultura en alta mar

Ciclos de producción

“Estamos trabajando con la CORFO⁴ en materias de diversificación de especies. Tenemos que desarrollar las investigaciones necesarias para disponer de más especies que estén en condiciones de ser cultivadas por los pescadores artesanales en los distintos lugares del país”

Subsecretario de Pesca y Acuicultura, Raúl Súnico, 2014.

Las algas se separan en dos tipos: micro y macro algas. Su diferencia radica en que las primeras son organismos unicelulares, mientras que las macroalgas son pluricelulares.

Las microalgas se cultivan en fotobiorreactores⁵, estanques o embalse. Se cosechan siendo bombeadas directamente a las salas de secado y posteriormente distribuidas por camiones hacia Antofagasta. La zona de cosecha debe estar aguas abajo de los fotobiorreactores para reducir el uso de bombas. La planta de secado se propone al sur del edificio de producción, donde su fachada principal quedará expuesta al norte reduciendo el secado mecánico.

Las macroalgas se cultivan de forma semejante a las plantas en tierra. Primero se deben desarrollar las bases algales en ceparios. Posteriormente la planta es llevada a los estanques exteriores. Se adieren entre sí por medio de sogas, las que unen unas a las otras formando un entramado. La cosecha se realiza a mano. Esta consiste en cortar los tallos de las bases algales y enrollarlos manualmente en una explanada contigua al estanque. Los rollos se hacen de 0.1Ton, formando un cilindro de radio 50cm y 70cm de largo. Se emplea la misma alga como método de amarre.

En cuanto a los peces, los reproduc-

4 Corporación de Fomento para la Producción

5 Conductos que permiten el flujo constante del alga por cañerías. El material empleado es vidrio dado que necesitan la mayor captación de radiación posible (se iluminarán artificialmente para mantener niveles de crecimiento estables).

tores son aquellos que han llegado a su madurez sexual con 3 o 4 años de vida. Estos se seleccionan de acuerdo a su condición fenotípica, genotípica y física, con la idea de seleccionar a los especímenes óptimos para reproducirse. Los estanques a 18°C se calientan a 20°-22°C con el objetivo de fomentar el desove, tal como ocurriría en su ambiente natural.

En el estanque de reproductores, una vez aumentada su temperatura, se produce el desove de forma natural. Los huevos fertilizados flotan en la superficie y por corriente mecánica de los estanques, quedan en el centro, lo que facilita su extracción para la incubación. Los huevos no fecundados caen al fondo y son retirados de los estanques. Como resultado es la obtención de ova fertilizada (conocida como Ova Verde).

El proceso de incubación comienza con la ova fertilizada (Ova Verde). Las ovas se disponen en recipientes denominados bateas y se someten a temperaturas estables inferiores a los 20 °C, donde deben permanecer inmóviles por 20-45 días hasta llegar desarrollarse como una "Ova Ojo". Posterior a esto se realiza el proceso de

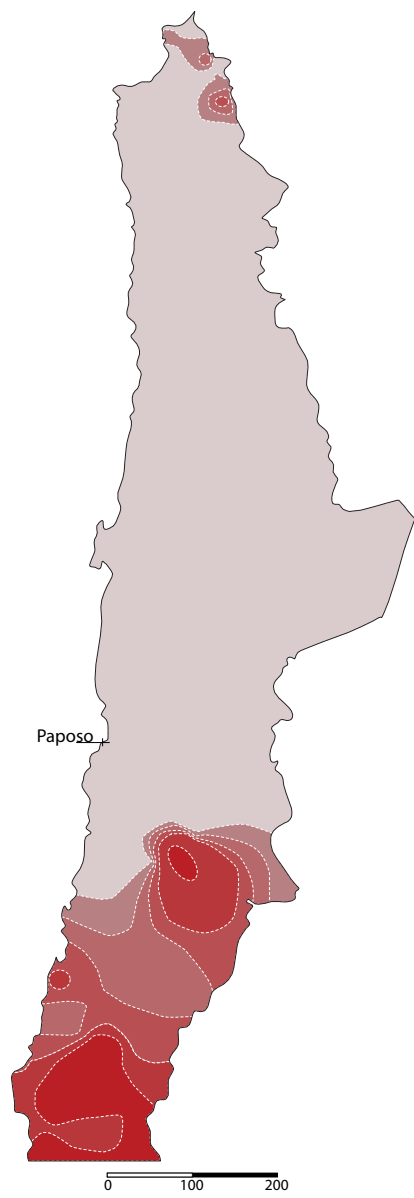
Shocking, lo que permite separar las ovas condicionadas para sobrevivir.

La eclosión es la etapa en que las ovas eclosionan y se convierten en alevines. Estos peces diminutos se alimentan del saco vitelino por 5-10 días, permaneciendo dentro del incubador con temperatura constante y baja luminosidad. Se incorporan piedras y/o arena a las bandejas de incubación para asimilar el fondo natural del pez. Es posterior a la absorción del saco vitelino que ocurre la primera alimentación, donde será necesario trasladarlo a un estanque de mayor tamaño.

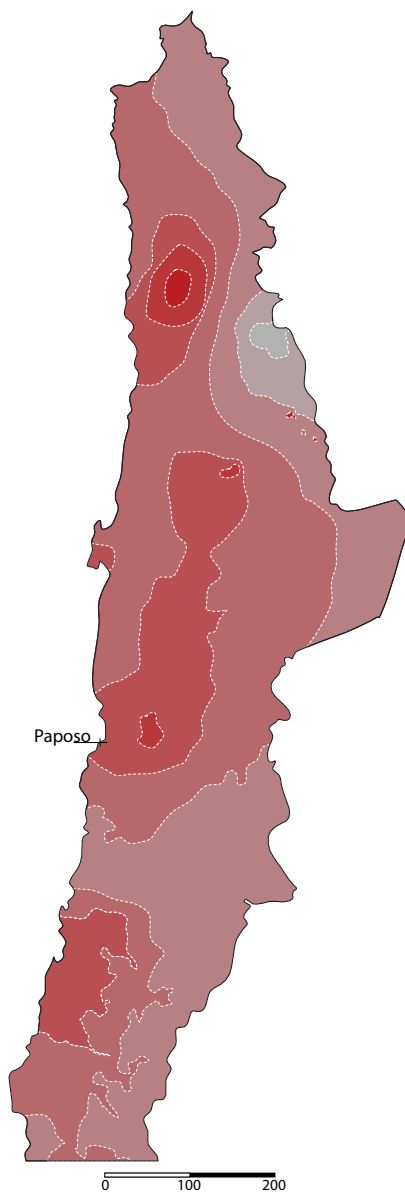
Cuando el alevín presenta una variación en el tono de piel y se han debilitado las escamas, da cuenta del proceso de alevinaje, el cual dicta que el pez está en condiciones de trasladarse a un estanque mayor con corrientes de 0.1-5m/s (según especie) para recrear flujos naturales de los cuerpos de agua.

El alevinaje se produce en primavera en estado natural, puesto que las condiciones de temperatura (17°-21°) y luminosidad (80-200lux). Estas condiciones se pueden recrear artificialmente para tener una producción a lo largo de todo el año.

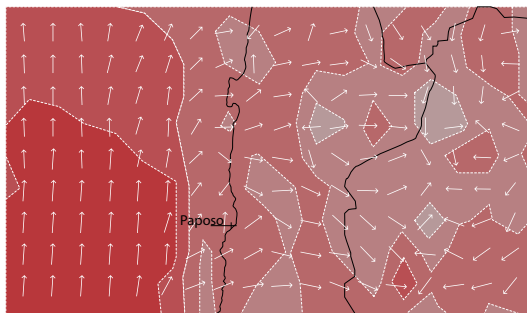




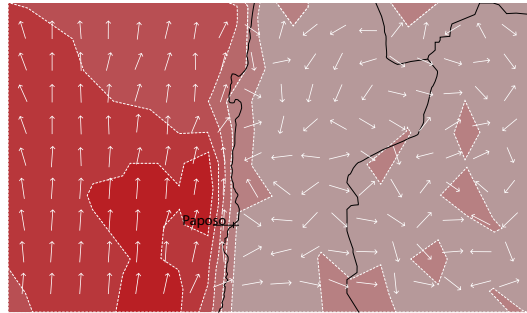
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50
 Dirección meteorológica de Chile. Precipitación media anual (mm)



0 3 6 9 12 15 18 21 24
 Dirección meteorológica de Chile. Temperatura media anual (°C)



0 4 8 12 16 20 24
 Promedio anual 00:00 horas de velocidad (kn) y dirección del viento.



0 4 8 12 16 20 24
<http://es.windfinder.com/weather-maps/forecast/chile#7/-24,046/-69,357>

Cumbre Cerro Mirador, Paposo. Autoría propia

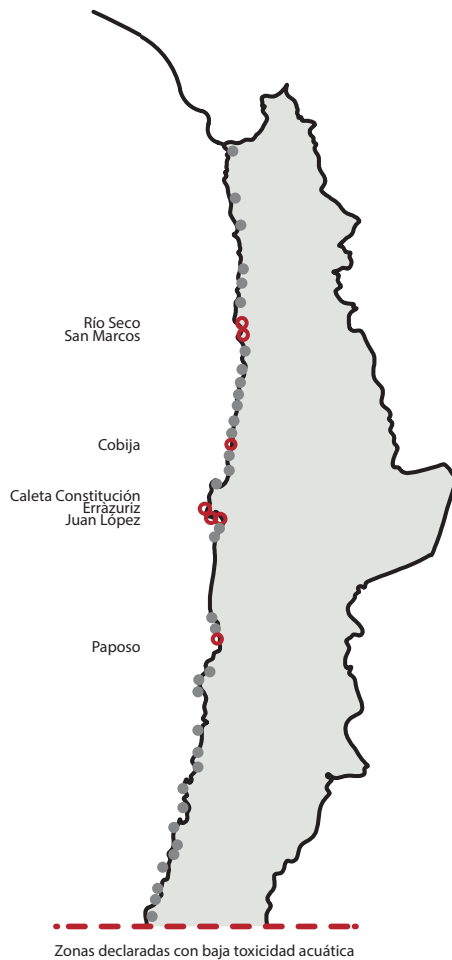


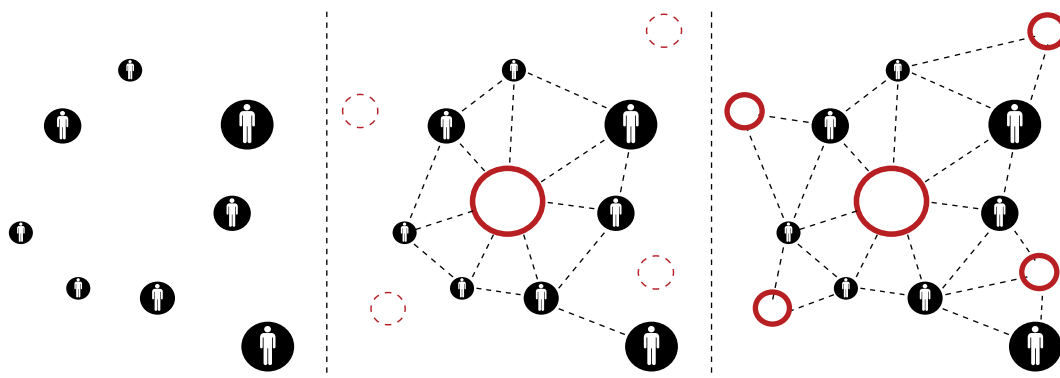
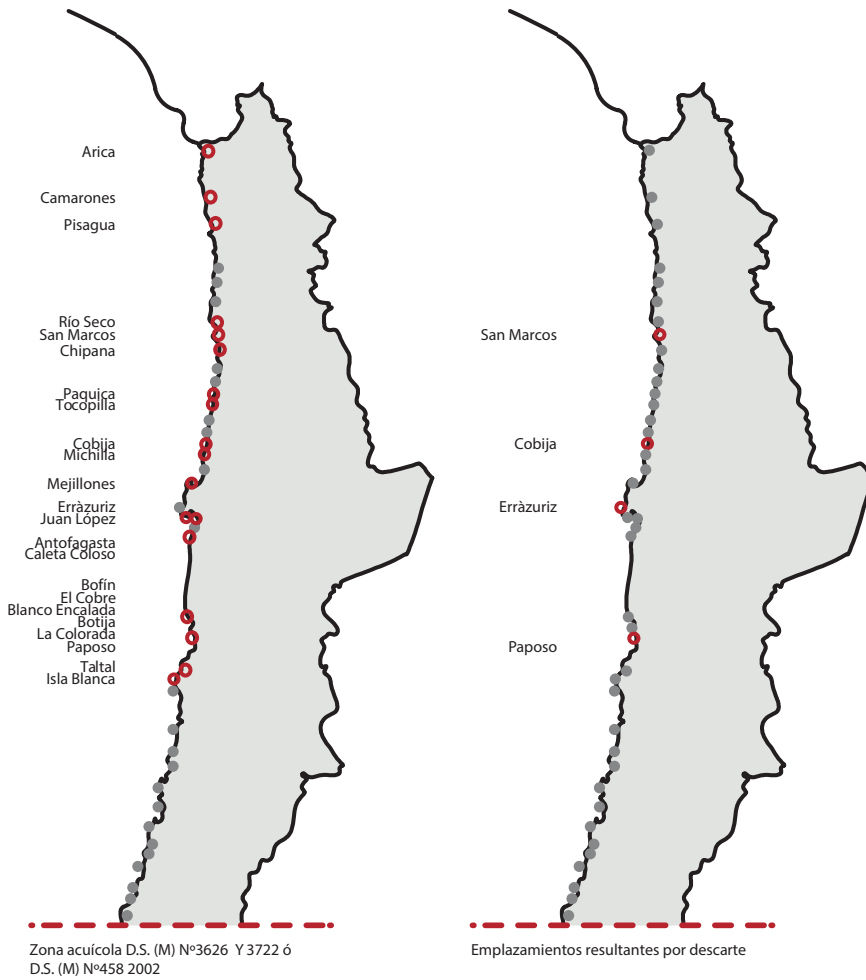
	Zona acuícola D.S. (M) N°3626 y 3722 ó D.S. (M) N°458 2002	Agua > 15°C	>5.5 kW h/m ²	< 10% pendiente	Baja toxicidad	Ha de cultivo	Kms. A próximo puerto exportación	Contaminante
Arica	○	○	○	○	○	—	—	> Pb
Camarones	○	○	○	○	—	—	—	
Pisagua	○	○	○	○	—	—	—	
Cavanca	○	○	○	○	○	—	—	> CH ₂ O
Los Verdes	○	○	○	○	○	—	—	> Hg
Chanavayita	○	○	○	○	○	—	—	> Hg
Chanavaya	○	○	○	○	○	—	—	> As
Río Seco	○	○	○	○	○	—	—	
San Marcos	○	○	○	○	○	12.1 Ha	96 km	
Chipana	○	○	○	○	○	—	—	> As
Punta Arenas	○	○	○	○	—	—	—	
Urcu	○	○	○	○	—	—	—	
Paquica	○	○	○	○	—	—	—	
Tocopilla	○	○	○	○	○	—	—	>As, Pb, Hg
Punta Atala	○	○	○	○	—	—	—	
Caleta Buena	○	○	○	○	—	—	—	
Cobija	○	○	○	○	○	10.6 Ha	124 km	
Michilla	○	○	○	○	○	—	—	>Cu
Hornitos	○	○	○	○	○	—	—	> CH ₂ O
Mejillones	○	○	○	○	○	—	—	Termoeléctrica
Caleta Constitución	○	○	○	○	○	—	—	
Caleta Errázuriz	○	○	○	○	○	1.1 Ha	45 km	
Juan López	○	○	○	○	○	—	—	
La Chimba	○	○	○	○	○	—	—	>Cu
Antofagasta	○	○	○	○	○	—	—	>Cu, As, Pb
Caleta Coloso	○	○	○	○	○	—	—	>Cu, Pb
Caleta Bofín	○	○	○	○	—	—	—	
Caleta el Cobre	○	○	○	○	—	—	—	
Blanco Encalada	○	○	○	○	○	—	—	>Cu
Caleta Botija	○	○	○	○	○	—	—	>Pb, As
La Colorada	○	○	○	○	○	—	—	>Cu
Paposo	○	○	○	○	○	20.3 Ha	157 km	>CO ₂
Taltal	○	○	○	○	○	—	—	>Pb, Hg, H ₂ SO ₄
Caleta Isla Blanca	○	○	○	○	—	—	—	

*Los posibles emplazamientos son caletas identificadas en Decreto (MINDEF) 240, 2013. Estas presentan ciertas protecciones oceanográficas

** Al sur de Caleta Isla Blanca la temperatura del agua es inferior a 15°C

*** SUBPESCA considera una concesión acuícola de producción media entre 10<x<50 Ha





El proyecto tendrá como desafío la integración poblacional a procesos industriales y a la generación de una sinergia acuapónica del Norte Grande de Chile.

Pescadores artesanales reparando embarcación en Paposo. Autoría propia.



- Capitales
- ↓ Ciudades
- + Emplazamiento



- Capital
- ⊥ Ciudad
- ⊥ Pajoso
- ✈ Aeropuerto
- ⚓ Puerto





Astillero de Taltal. Autoría propia

Tras la verificación de que los peces están adaptados en peso (40-120 gramos) y condicionados para la supervivencia, se realiza su transferencia a estanques mayores para su engorda. Los juveniles son trasladados a los estanques mayores al pesar 500-600gms hasta la cosecha con 3-4kg. En estos estanques permanecerán los peces desde el inicio de la engorda hasta la cosecha. Los traslados de peces se realizan por bombas hacia camiones para la exportación de especímenes vivos.

Como método productivo de peces, existen variadas formas de cultivo. Las principales son por embalse, raceways, jaulas o por estanques. (Se emplearán en el proyecto sólo por medio de estanques, pero con la factibilidad a futuro de incorporar jaulas Oceanspheres⁶.) Se descartaron el uso de raceways y embalses por la cantidad de espacio necesario para estos métodos y por resguardo de escala del poblado.

El cultivo por embalse se utiliza principalmente para acuicultura de algas. Esto se debe a que las plantas necesitan mayor superficie asoleada y corrientes inferiores a 1m/s. La densidad de cultivo de laminarias en embalse es de 40kg/m³.

No se cultivarán peces por embalse⁷. Esto se debe a la densidad óptima <1kg/m³. Esto hace insostenible la construcción de los estanques por baja productividad.

Los Raceways son estanques que asemejan la corriente natural al que se enfrentarían los peces y algas en su medio natural, fomentando su crecimiento y desarrollo.

Los raceways, dependiendo de la especie, permiten densidades de cultivo medio-alto, pudiendo convivir entre 25-50 kg/m³.

Las jaulas son el sistema que más se emplea en Chile. Este se basa en contenedores

de metal o de polímeros flotantes, sumergibles o subacuáticos en donde viven peces a densidades media-altas (10kg-40kg/m³) directamente en el medio natural, ya sea lacustre o marítimo.

Las jaulas miden hasta 50mts de diámetro y las profundidades varían hasta los 60mts. Éstas se ubican en entornos de baja contaminación acuática y atmosférica, donde el agua se renueva de forma natural y las variables de habitabilidad son adecuadas para los cultivos.

A pesar de ser las más rentables entre costo de inversión y retornos, presenta mayor riesgo medioambiental si se explota en densidades de hacinamiento. Esto se debe a que: las altas concentraciones de la especie a cultivar aumenta la cantidad de fitoplancton (produciendo marea roja), destrucción de la capa pelágica bacteriana por antibióticos, aumento de animales que se alimentan de la comida decantada al fondo, aumento de depredadores en la zona como consecuencia de lo anterior, drástica disminución de moluscos y crustáceos por empleo de anticrustantes y pesticidas en las aguas, cambio de corriente natural de deriva por obstaculación, potencial destrucción del ecosistema por enfermedades, fugas pueden competir con las especies bentónicas por territorio o alimento, entre otros.

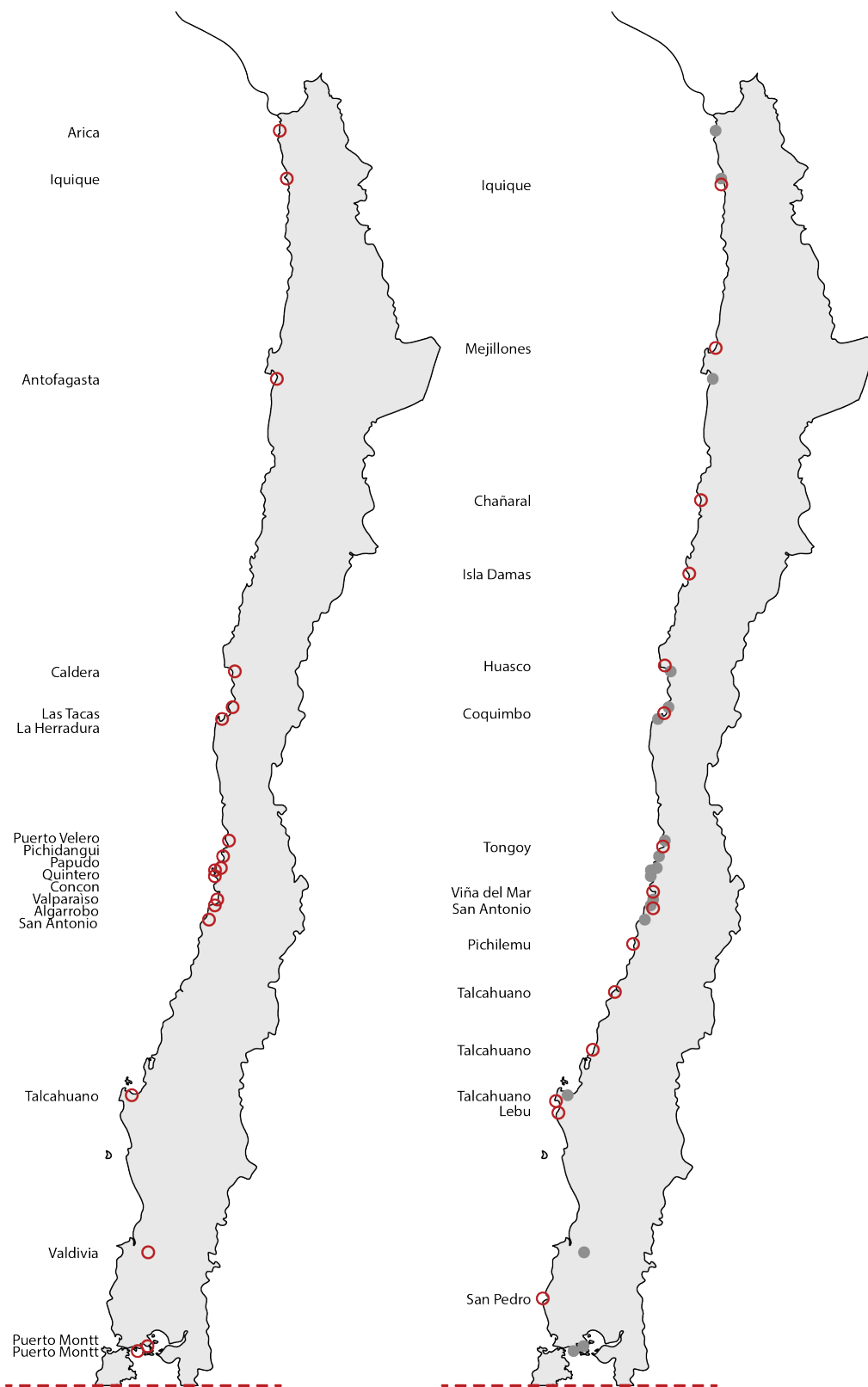
Los estanques son contenedores de fibra de vidrio, metacrilato o concreto pensados para cultivos off-shore, permitiendo el control absoluto de las variables de habitabilidad de las especies.

Este método es el que admite la mayor densidad, permitiendo hasta 100kg/m³ dependiendo de cada especie sin entrar a un elevado índice de hacinamiento⁸ sin alterar las condiciones de habitabilidad de los peces. El cultivo por estanque admite una mayor diversificación de las especies cultivadas, ya que cada una crece de forma independiente en contenedores aislados. Esto además facilita los procesos de cosecha (cada especie se subdivide según

⁸ Fundación Chile en coordinación con la Universidad de Chile y Acuinoar, están desarrollando estanques de cultivo de Dorados con densidades de 83kg/m³

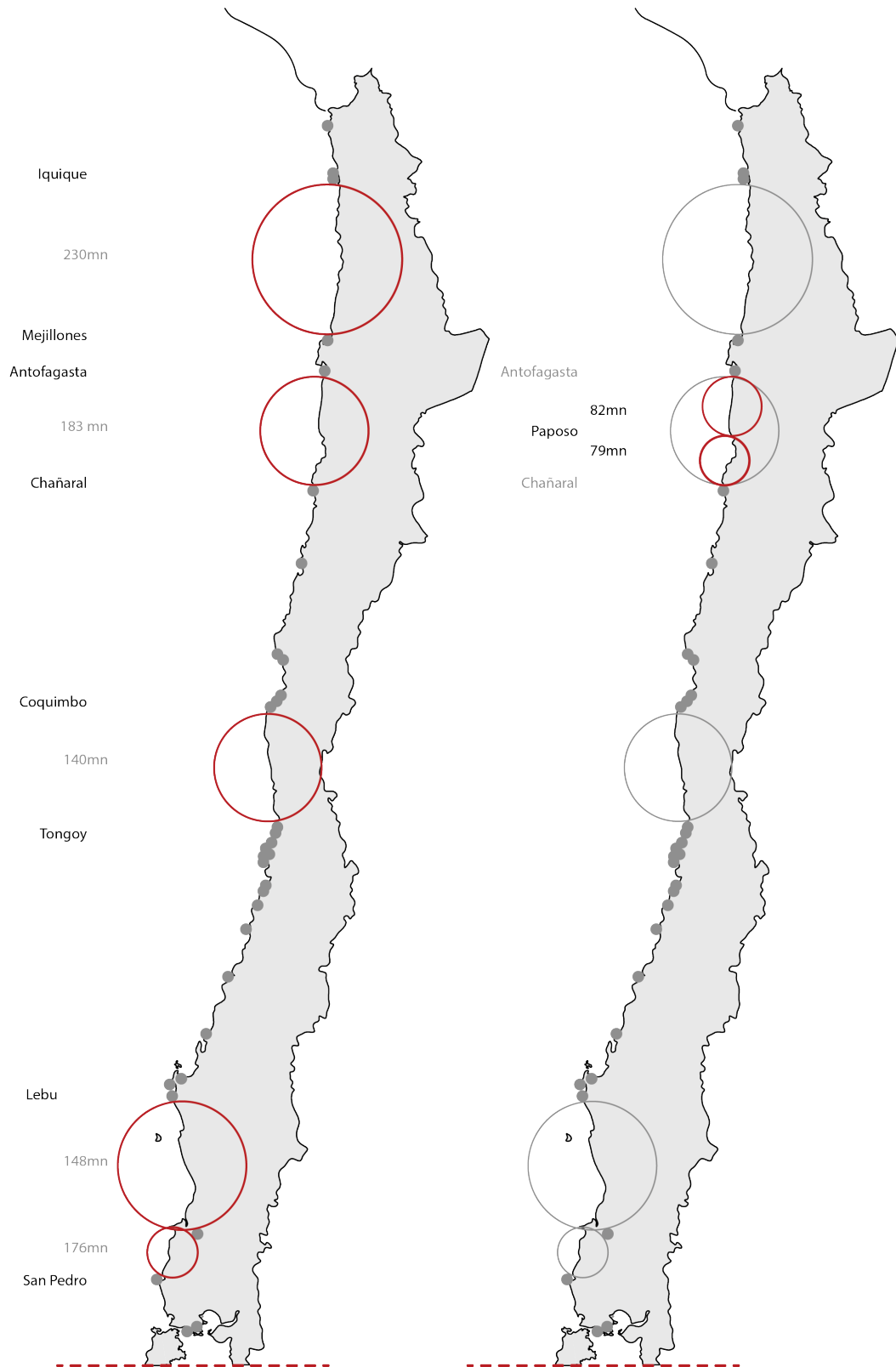
⁶ Jaulas instaladas en altamar capaces de soportar oleajes y corrientes de grandes magnitudes.

⁷ Este método provoca conflictos por uso para la acuicultura de territorio fértil y por una alta demanda de suelo a una baja productividad total. Además no se tiene control de la calidad del agua utilizada ni de variables de habitabilidad para las especies.



El borde costero nacional presenta discontinuidades marítimas. Estas provocan riesgos a navegantes y pescadores por insuficiencia de equipamiento en tramos de más de 120 millas náuticas (1 milla náutica = 1.852 km).

Déficit de infraestructura náutica nacional. Autoría propia



Existe una necesidad de renovar la caleta de Paposo. Esto dentro de los objetivos del documento Infraestructura portuaria 2020 es provocar una sinergia marítima a nivel nacional. Paposo se presenta como un lugar estratégico para lograr esto.

Vista a Paposo desde el mar. Autoría propia





cohorte de edades), control de mortalidad por variables de habitabilidad y confinamiento aislado en el caso de contaminación o patologías, evitando así la propagación a otros cultivos o el medio natural. Se debe considerar que los sistemas SRA (sistema de recirculación acuícola) reutilizan el agua obtenida del mar en un circuito cerrado, por lo que es independiente de las variables y contaminaciones del medio oceánico por uso de acumuladores y filtros.

Los reproductores se criarán en estanques transparentes de metacrilato, material que permitirá observar continuamente los peces por seguridad y difusión. Los estanques de la cubierta serán en fibra de vidrio por resistencia del material ante sollicitaciones sísmicas, por costos y por liviandad con respecto a los estanques de hormigón. En el exterior, los estanques de uso comunitario para los pescadores artesanales serán de hormigón por su resistencia y durabilidad.

Lugar

Propuesta de emplazamiento

La región de Antofagasta posee problemas graves de contaminación, tanto marítima, como aérea y terrestre. A pesar de esto, posee el lugar en el territorio nacional con el mayor índice de adaptabilidad biológica⁹.

Cualquier emplazamiento al sur de Caleta Isla Blanca se descartaron ya que las radiaciones solares y las temperaturas de agua no son adecuadas para el cultivo de las algas propuestas. Además se optó por acotarse a emplazamientos con precipitaciones menores a 2mm anuales por eventuales contaminaciones de lluvia ácida a los estanques.

Para la elección del lugar se consideraron los factores normativos del D.S. (M) N°3626, 3722 y D.S. (M) N°458 2002, la temperatura del agua, la radiación solar, la pendiente y la toxicidad de la columna de agua. De los emplazamientos que recogen las mayores aptitudes, se les evaluó el índice de adaptabilidad.

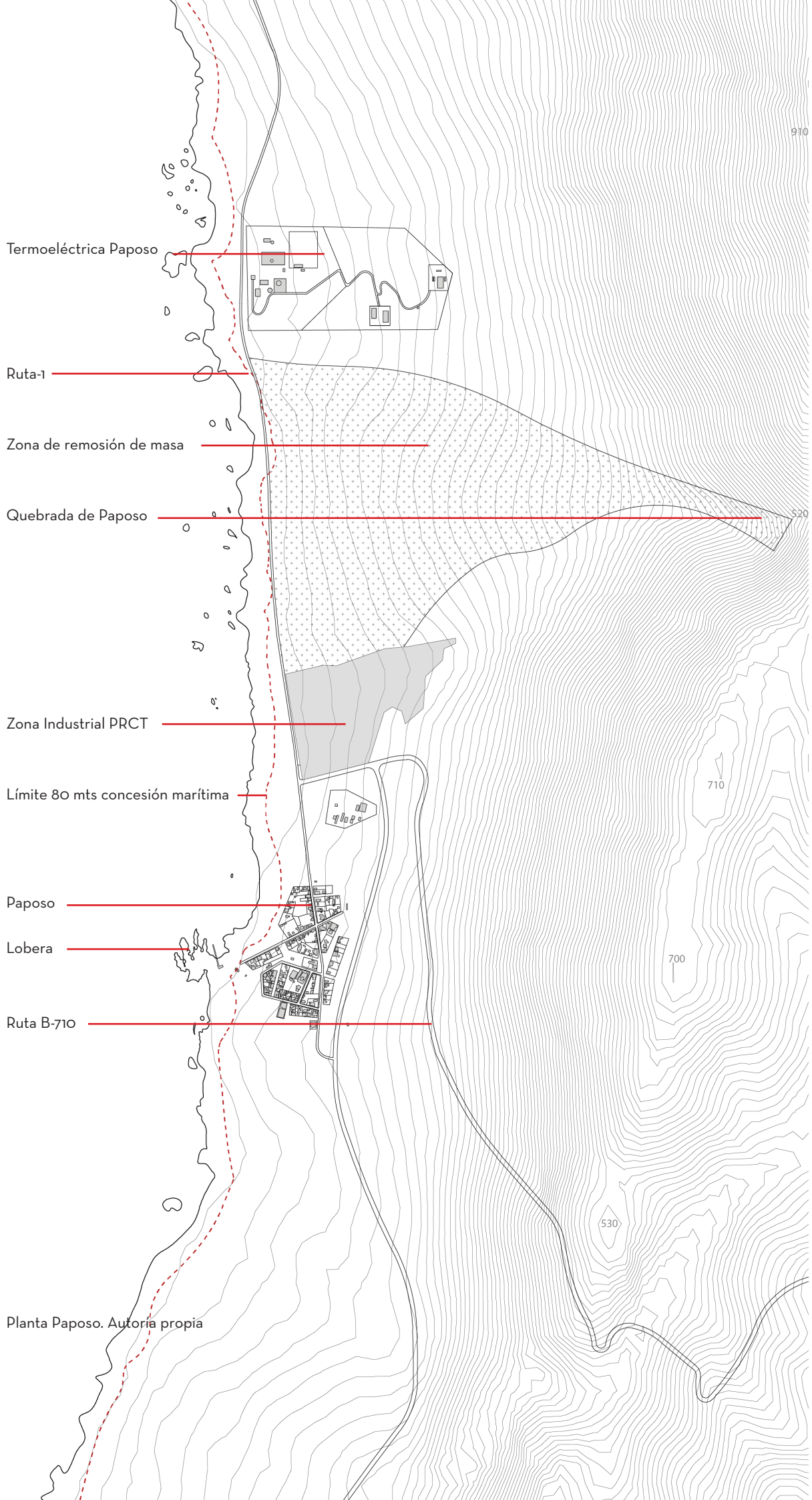
El índice de adaptabilidad es la va-

⁹ Índice que indica las condiciones de habitabilidad de la columna de agua. Determina porcentualmente qué tan favorable es el medio para que flora y fauna se adapte en él.

Mes	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Promedio
Enero	8.39	7.65	7.95	7.62	8.14	7.95	7.38	7.28	8.42	8.36	7.91
Febrero	8.00	7.06	7.20	7.70	8.01	8.09	7.37	7.62	7.87	7.59	7.65
Marzo	7.14	7.09	6.97	6.04	6.26	6.65	6.79	6.39	7.19	6.54	6.71
Abril	5.48	5.48	4.99	5.28	5.03	5.45	5.33	4.51	5.66	5.32	5.25
Mayo	3.77	4.57	4.26	4.45	4.29	4.33	3.94	3.87	4.13	4.01	4.16
Junio	3.49	3.67	3.66	3.48	2.92	3.62	3.50	3.38	3.29	3.46	3.45
Julio	3.34	3.49	3.63	3.69	3.51	3.68	3.62	3.51	3.20	2.95	3.46
Agosto	3.72	4.22	3.92	3.97	3.80	3.99	3.96	3.40	3.90	3.37	3.83
Septiembre	4.39	5.01	4.86	4.99	4.21	5.20	4.56	4.47	4.82	4.17	4.67
Octubre	5.17	6.19	6.19	6.07	6.04	6.18	5.22	5.11	6.48	5.66	5.83
Noviembre	6.29	6.83	6.68	6.55	7.46	7.72	5.80	5.92	7.02	6.37	6.66
Diciembre	7.15	7.99	8.08	7.83	8.04	8.43	6.64	6.93	7.95	7.11	7.62

<http://walker.dgf.uchile.cl/>

Radiación solar media KWh/m2



Termoelectrica Paposo

Ruta-1

Zona de remosi3n de masa

Quebrada de Paposo

Zona Industrial PRCT

L3mite 80 mts conces3n mar3tima

Paposo

Lobera

Ruta B-710

Planta Paposo. Autor3a propia

Hito límite Chile - Bolivia. Autoría propia





riable más trascendental en la elección de un lugar para la explotación marítima o desarrollo acuícola. El lugar más favorable en Chile es la Caleta Errázuriz próximo a Cerro Moreno, con un índice de 0.89. El siguiente en la lista es Caleta Mississippi en la IX región, con 0.71. Los dos siguientes a Caleta Errázuriz en el Norte grande son Paposo con 0.68 y Cobija con 0.66.

Caleta Errázuriz es un lugar con buenas aptitudes para el desarrollo acuícola si se quisiera replicar el modelo propuesto. Se debe considerar de todas formas que posee limitaciones asociadas a que se ubica en los límites del parque nacional Cerro Moreno, no posee una zona industrial en su plan regulador y geomorfológicamente posee bajas renovaciones de aguas (la corriente natural de deriva pasa por Antofagasta a tan sólo 45 km previo a su curso por Caleta Errázuriz) lo que aumentaría la necesidad de filtros.

Otro emplazamiento condicionado para recepcionar una industria acuícola de mediana escala es Cobija. Se debe considerar que al ser un ex balneario boliviano, sería necesario emplazarse a una distancia prudente de las ruinas por respeto y patrimonio latinoamericano.

El último emplazamiento con altas potencialidades para el desarrollo acuícola es San Marcos. No se seleccionó este lugar para el proyecto ya que posee un índice de adaptabilidad de 0.5, mientras que Paposo alcanza cifras de 0.68. A pesar de aquello, San Marcos es un sitio vital para la generación de una sinergia acuícola en el Norte Grande.

Paposo es la caleta pesquera que reúne la mayor cantidad de atributos para un desarrollo industrial acuícola. A pesar de esto, se debe considerar que existen otros poblados con grandes potencialidades de desarrollo.

Para generar una sinergia acuapónica que integre productivamente las caletas pesqueras del Norte Grande de Chile sería necesario que emergieran industrias acuícolas de mediana escala en diferentes poblados. Esto permitiría una diversificación de los productos a cultivar, minimizar

los riesgos si un área se contamina, se crearía integración e inclusión con los pescadores artesanales y potenciaría un desarrollo en la localidad donde se emplace.

Un aspecto relevante de Paposo es la existencia de una termoeléctrica de ciclo combinado a poca distancia del poblado. La termoeléctrica existente se alimenta gracias a un gasoducto que atraviesa las laderas desde el valle. Esta no genera



Elaboración propia. Información de aguadas Laboratorio SIG CASEB, PUC (2003)

contaminantes que puedan afectar negativamente la productividad. Por el contrario, la alta concentración de CO₂ ambiental (58 ppm), es ideal para el cultivo de algas en estanques.

Borde costero y relación marítima

Las condiciones oceanográficas nacionales hasta el paralelo 41°30' son estables a lo largo de la mayoría del territorio, con vientos alisios y mareas mesomareales, es decir, principalmente de intensidad media. Al Sur del paralelo 41°30', las condiciones de mareas y vientos son irregulares y de gran intensidad, por lo que las instalaciones acuícolas se posicionan en fiordos y canales protegidos.

Dentro del borde costero nacional, existen de forma independiente 240 caletas pesqueras, las cuales, en su mayoría, presentan condiciones de resguardo natural a escenarios marítimos. Estas caletas suelen servir de puntos de socorro a navegantes y pescadores, además de apoyo a la Marina por seguridad nacional.

Si se suman los puertos y marinas equipadas en Chile más las propuestas a construir al año 2020, se identifican 5 distancias críticas para la conectividad marítima y sinergia portuaria.

Es imprescindible dotar de infraestructura mínima de resguardo y reabastecimiento los tramos entre: Iquique-Antofagasta, Antofagasta-Chañaral, Puerto Velero-Pichidangui, Lebu-Valdivia y Valdivia-Bahía de San Pedro. Esto se debe a que no existen zonas de resguardo o abastecimiento en distancias mayores a 120mn -autonomía máxima de lancha a motor empleada usualmente por buzos-. Si se equipara Paposó con infraestructura mínima permitiría la conexión de la Segunda a la Cuarta Región.

Es imprescindible dotar de equipamiento mínimo a Paposó para cumplir con una sinergia marítima. Estos elementos precarios corresponden a un lift, rampa de botado, suministro de agua e higiene y carga de combustible. Se propone además un espacio de reparación de embarcaciones en

el zócalo del proyecto y que esté contiguo a un atracadero en tierra para la totalidad de los botes inscritos en la Rada de Paposó para poder retirarlos del mar en caso de marejadas.

En Paposó tras los aluviones ocurridos en marzo del 2015, el 30% de las embarcaciones de pescadores presentaron daños. Muchas de ellas quedaron inhabilitadas para la navegación. Esto ocurrió ya que Paposó no posee una rampa de botado ni izada para sacar los botes del mar, por lo que las fuertes mareas cortaron los cabos de fondeo y estas se estrellaron contra las rocas.

La intervención permitirá custodiar oceanográficamente las 144 embarcaciones actuales inscritas en Paposó en tierra. Incluiría además un espacio para el desembarco de personas, recursos marinos y la posibilidad de uso y goce por parte de la marina y navegantes como refugio náutico. Esto permitiría un uso deportivo, turístico, productivo y de seguridad naval.

No existe un levantamiento batimétrico de acceso público en la Rada de Paposó. Es por esto que se asumirá que será necesario un dragado mecánico de fondo para las embarcaciones. Esto se justifica ya que el tipo de costa en Paposó es una plataforma de abrasión. Los sedimentos y rocas dragadas se emplearán como material de relleno y paisajismo en el territorio.

Las empresas salmoneras compiten por el uso del agua y la franja costera con otros sectores productivos, tales como el turismo o la pesca artesanal. Es importante entender que la franja costera y el recurso agua, son un bien público de uso compartido.

Jorge Katz, 2011

El borde costero lo define DIRECTEMAR¹⁰, a través del Ministerio de Defensa Nacional, como un bien nacional de uso público. Claros ejemplos de un mal uso del borde costero es el caso del Puerto de San Antonio, donde es imposible el acceso a la columna de agua desde el territorio terrestre, o Mejillones, ciudad la cual se ve enca-

¹⁰ Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante

Vista desde Cerro mirador. Autoría propia



Termoelectrica Paposo

Paposo. Autoría propia



jonada entre el parque industrial al norte y los terrenos del tren Chile-Bolivia por el sur, límites que no dialogan en lo más mínimo con el crecimiento urbano y espacios de la población.

La CNUBC¹¹ plantea dentro de sus lineamientos para el desarrollo costero nacional el concepto de continuidad costera. Este concepto se suele ver afectado negativamente por medio de concesiones turísticas, pesqueras o industriales, las que no contemplan dentro de su emplazamiento el paso, uso y goce de la población hacia el borde marítimo. El proyecto contempla un acceso público a la línea de costa y embarcadero, permitiendo el paso a personas de Paposo y eventuales visitantes foráneos. Esto permitiría aplicar medidas turísticas al embarcadero con excursiones en bote o expediciones de buceo.

Paposo

II Región de Antofagasta
Comuna Taltal
Distancia a capital Regional: 157 km
Ubicación geográfica: 25°00'S 70°28'O
Superficie: 962,5 km²
Población: 525 habitantes (Censo 2002)
Densidad: 0,54 hab./km²
Límites geográficos: Al Oeste con el Océano Pacífico, al Este con la Cordillera de la costa, al sur con Taltal y al Norte con Cerro Paranal
Accesibilidad: Noreste por Ruta B-710 Sur por Ruta 1

Paposo surge como el lugar más favorable para implementar una industria acuícola en el Norte Grande de Chile. Se deben destacar sus cualidades:

- 1.- Conexión expedita y pavimentada a Antofagasta y Taltal.
- 2.- Es el segundo puerto con mayor desembarco de algas y peces de la región. (Existencia de un mercado maduro para el desarrollo pesquero y alguero).
- 3.- Posee un aeródromo a sólo 17 km de su centro.
- 4.- Próximo a observatorio Paranal. Esto asegura que ninguna industria contaminante se posicione en los alrededores (los terrenos desde Caleta Bofín hasta el norte de Paposo pertenecen a ESSO).
- 5.- Es considerado un Oasis de Niebla, siendo el segundo lugar de mayor captación de camanchaca en Chile.
- 6.- Próximo a atracciones turísticas: pinturas rupestres de Changos, reserva ecológica de Paposo, Parque nacional Pan de Azúcar, intervenciones de Raúl Zurita, centro histórico de Taltal, entre otros.
- 7.- Permitiría generar una sinergia náutica si se dotara como refugio, conectando Caldera con Antofagasta marítimamente.

Paposo es un poblado con relevancia histórica nacional, ya que su quebrada fue el antiguo límite de Chile-Bolivia. Se ubica hoy en día en una zona poco explotada por el hombre, posee flora endémica en sus laderas y una rica biodiversidad en su costa.

A pesar de sus virtudes naturales y potencialidades, es una caleta pequeña con alto riesgo social. Hasta el año 2012 era una toma sobre los terrenos de ESSO, los

¹¹ Comisión Nacional de Uso del Borde Costero, bajo el mando de la subsecretaría de fuerzas armadas por medio de asuntos marítimos.

Vista desde Paposo hacia el oriente. Autoría propia



cuales fueron donados por el observatorio.

Su población se dedica casi exclusivamente al mar, ya sea por extracción de peces (dorados y congrios colorados) o algas (laminarias “huiró”). Gracias a la extracción alguera y pesquera, su población se ha duplicado en los últimos 10 años.

Los pobladores dependen exclusivamente de las condiciones marítimas para su subsistencia, por lo que dotarlos con infraestructura de apoyo sería vital para la mejora de la calidad de vida de estos.

Por fuertes marejadas en épocas de temporal del año 2015, el 40% de las embarcaciones fueron destruidas. El motivo de esto es que no poseen una dotación mínima de resguardo como sería una rampa de botado y un “lift”. Es necesario que el proyecto se haga cargo de los pescadores artesanales provisionando protección oceanográfica a las embarcaciones.

El poblado se emplaza en la conexión de la ruta 1 con la ruta B-710. Su crecimiento ha sido orgánico a lo largo de los años, por lo que no existe una traza fundacional. A pesar de esto, existen hitos que identifican a Paposó: La pendiente de la ladera, la camanchaca, la lobera, la iglesia frente a la plaza fundacional, el borde costero de extracción alguera y la gruta. Estos elementos en conjunto conforman el imaginario de Paposó.

Las tipologías que se presentan en esta localidad son mixtas. En las calles Paranal y Almirante Latorre se conforman en fachada continua, mientras que el resto son viviendas aisladas. La totalidad de las construcciones son en base a madera y el grano urbano con el que se ha desarrollado es bastante permeable, donde predomina el vacío por sobre lo construido.

Aproximaciones al proyecto

Idea arquitectónica

Es necesario emplazar el proyecto en un lugar cercano al mar por absorción de agua por bombas, pero que mantenga una protección oceánica a la corriente natural de deriva y a los trenes de olas dominantes SW.

Se incorporará un espacio que se haga cargo de la protección de los pescadores artesanales, de embarcaciones foráneas y el desembarco de productos.

No se utilizará en el proyecto un molo de abrigo¹². Este permitiría una mayor protección oceánica, pero alteraría el flujo de sedimentos y la renovación de nutrientes de la columna de agua, alterando la biodiversidad. Se debe considerar además que generaría una zona de sacrificio dentro de la dársena por contaminantes solubles y no solubles.

Como espacio de protección oceánica se emplazará el proyecto próximo a la lobera de Paposó, la que se configura hoy en día como un resguardo natural utilizado por los pescadores artesanales para el desembarco de sus capturas.

Se debe tener en cuenta que si aumenta la población de Paposó, esta debe emplazarse sobre la cota 30msnm. Los espacios de cultivo, inducción, estanques y recintos operativos no podrán estar sobre esta cota, ya que en ese caso, el proyecto sería inviable por el costo de elevar el agua de mar.

Se debe tener en consideración que Paposó posee actualmente una zona industrial en el PRC de Taltal. Esta zona se emplaza sobre una zona de remoción de masa y a 1km. del poblado, por lo que por resguardo de aludes y por lejanía a la población se ha decidido no emplazarse en dicho lugar. El espacio seleccionado es la actual caleta, donde para la factibilidad operacional y normativa del proyecto, deberá ser proyectado dentro de los 80 metros de la más alta marea, conformándose una figura de concesión marítima de 10-50 años.

12 En el caso que se replicara la industria en Cobija, será necesario el empleo de un molo de abrigo. Este generaría un sutura en la inconexión náutica entre Iquique-Antofagasta. El molo de abrigo en dicho lugar no podrá ser de ola pasante por proximidad al anticiclón del Pacífico. La altura del molo de abrigo será dos veces la diferencia entre el seno de la barra y el descrestamiento de la ola en la zona de rotura (aproximadamente 2.7 metros sobre pleamar según el SHOA para la Rada de Cobija).

Antecedentes del lugar

Paposo

La ordenanza local de la comuna de Taltal, la cual estipula lineamientos normativos para las localidades de Taltal, Paposo y Cifuncho, estipula:

ZP-1:

Usos permitidos: Vivienda, Comercio, Areas Verdes de escalas Comunal y Vecinal y Vialidad.

Usos prohibidos: Todos lo no indicados precedentemente.

Subdivisión predial mínima: 200 m² con un frente mínimo de 8 m.

Constructibilidad: 0,9.

Coefficiente de ocupación de suelo: 50%

Agrupamiento, alturas y distanciamiento: Continuo con altura máxima de 2 pisos (7 mts.) con adosamiento máximo del 30%.

Rasantes: Se aplicará conforme al Artículo 2.6.3. de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Aplicada desde la altura máxima posible que dispone la Ordenanza Comunal.

Antejardín: 6m,

Estacionamiento: 1 cada 50m² útiles.

Densidad máxima: 150 Hab/Há

ZP-2:

Usos permitidos: Almacenaje e industria inofensiva y molesta no contaminante.

Usos prohibidos: Todos lo no indicados precedentemente.

Subdivisión predial mínima: 4000 m² con frente de 50 m.

Constructibilidad: 0,2.

Coefficiente de ocupación de suelo: 15%

Agrupamiento, alturas y distanciamiento: Aislada sin adosamiento, altura libre y distanciamiento mínimo de 6 mts.

Rasantes: 60%, se aplicará conforme al Artículo 2.6.3. de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Se aplicara desde los deslindes del sitio.

Antejardín: 6m,

Estacionamiento: 1 cada 50m² útiles.

Densidad máxima: 20 Hab/Há

ZP-3:

Usos permitidos: Centros portuarios, Comercio, Industria inofensiva no contaminante, Areas Verdes de escalas Comunal y Vecinal y Vialidad.

Usos prohibidos: Todos lo no indicados precedentemente.

Subdivisión predial mínima: 1000 m² con un frente mínimo de 20 m.

Constructibilidad: 1,2.

Coefficiente de ocupación de suelo: 60%

Agrupamiento, alturas y distanciamiento: Continuo con altura máxima de 4 pisos (10 mts.) con adosamiento máximo del 50%.

Rasantes: Se aplicará conforme al Artículo 2.6.3. de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Aplicada desde la altura máxima posible que dispone la Ordenanza Comunal.

Antejardín: -----,

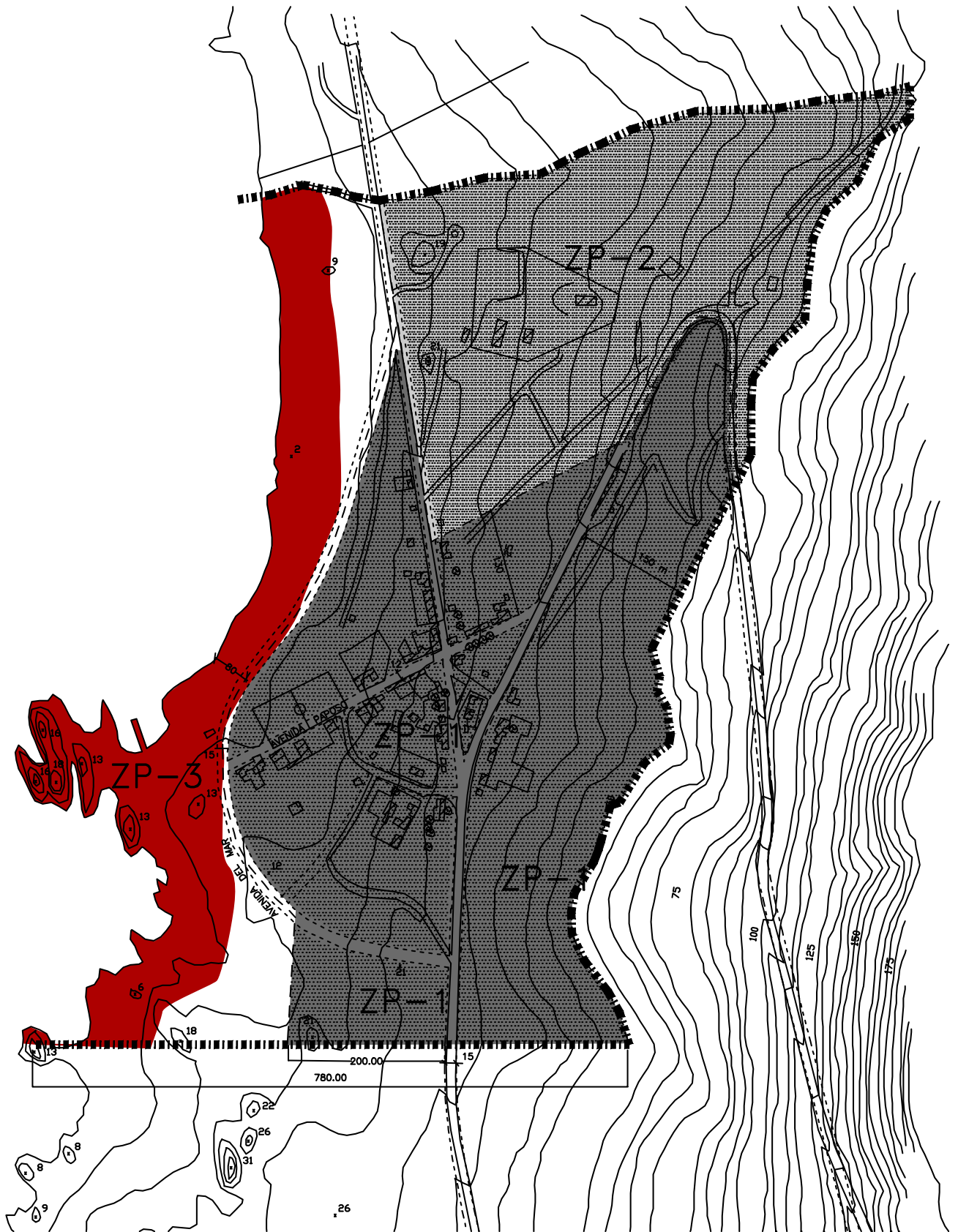
Estacionamiento: 1 cada 50m² útiles.

Densidad máxima: ----- Hab/Há

Norma especial: Se podrá construir sobre la altura máxima hasta una 5% de la ocupación de suelo, destinado a torreones, adecuándose a la rasante.

Se propone instalar el proyecto en la zona ZP-3, que corresponde al área de concesión marítima hasta los 80 metros desde la línea de la más alta marea. La ZP-3 se limita entre el sur de la lobera (Puntilla de Paposo) y la quebrada de Paposo al Norte. Al oriente se limita por los 80 metros desde Pleamar y al poniente el mar.

El emplazamiento será en la caleta de pesacores de Paposo.



Crterios de diseo

Propuesta de Programa / Arquitectnica / Urbana y Paisajstica

El territorio es el actor que define el proyecto. Como referente conceptual se ha reinterpretado la huella del agua al erosionar las laderas del desierto. La propuesta consiste en arquitecturizar la huella de forma lineal. La huella que deja el agua erosionando la tierra y modifica el paisaje de Paposo. Dicha lnea se transforma para alojar los programas de mirador, atrapanieblas, centro de produccin y acueducto. La lnea une cumbre y mar, dominando el territorio que atraviesa.

El lugar seleccionado integra las principales variables del paisaje desrtico costero: la mar, el borde, la planicie, la ladera y la cumbre. La yuxtaposicin de dichos actores dan origen al proyecto.

El proyecto se integra a la traza urbana reconociendo hitos en el entorno y proyectando la calle Paranal desde la Ruta-1 hasta la caleta de pescadores. En esta traza se propone un espacio pblico sobre la cota 30msnm frente al colegio Paranal como punto de refugio marítimo e integracin urbana.

El edificio es un volumen nico como continuacin de la lnea conceptual anteriormente mencionada. Este ser permeable en el nivel zcalo con un uso de astillero para la utilizacin en conjunto de la industria y los pescadores artesanales. Este gesto evitará la interrupcin del espacio costero, fomentando la continuidad de borde expuesta por la CNUBC. El zcalo al ser abierto permitirá la ventilacin continua del edificio.

El lado sur del proyecto ser integrado a la caleta de pescadores y contemplará las áreas de servicio y circulaciones de cosecha. Por el contrario, el lado norte del proyecto, contempla un uso de borde costero pblico recreacional y turstico.

Las zonas de servicio de la caleta de pescadores fueron dimensionadas dada las 144 embarcaciones inscritas a la fecha. Se proponen 8 bodegas para los pescado-

res prximo a las embarcaciones, 1 bodega para el sindicato de buzos en el zcalo de la planta CAP y una cocinería de comida local y producida en los estanques.

La morfología del proyecto se plantea perpendicular a la lnea de costa para disminuir el impacto visual hacia el mar. El modo en que se posa en el terreno genera un proyecto anfibio, conformando una zona en el mar y otra en tierra.

El programa se divide en diferentes niveles, acorde a una produccin segn el movimiento del agua dentro del proyecto. Al ser una planta acuapnica, se plantea una codependencia de los estanques para la oxigenacin y nitrificacin de la columna de agua.

La cubierta del edificio contemplará cultivos de engorda de peces y microalgas. Esta decisin se sustenta en separar las zonas pblicas de las netamente productivas, custodiando los cultivos de contaminaciones accidentales o premeditadas.

Paisajsticamente el proyecto integrará los roqueríos existentes, creando circulaciones entre estos como paseos costeros y explanadas de cosecha de algas laminarias por parte de los recolectores algueros de Paposo.

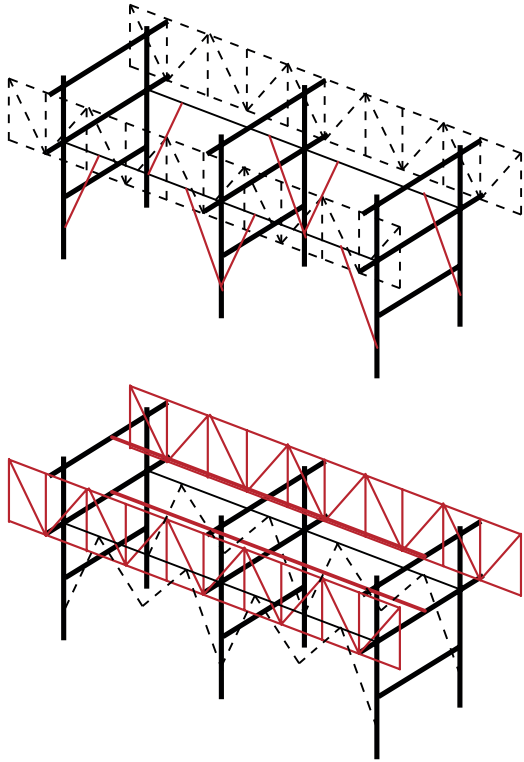
En el segundo piso se propone un caminero alrededor de los procesos productivos. Este permite observar cómo funciona un sistema acuapnico mientras se recorre por un permetro que otorga un dominio visual al entorno.

Constructivamente el proyecto se desarrolla en madera laminada. Decisin sustentada por liviandad de material, por ser una faena seca y responder de buena forma ante condiciones de abrasin marítima.

A pesar de la existencia de aleros para la proteccin solar, la fachada Norte recibirá un tratamiento de tamiz que permita la vista hacia el borde costero y regule la luminosidad al interior del proyecto.

Estructuralmente el edificio se sustenta longitudinalmente por medio de diagonales y tensores, mientras que transversalmente funcionar como pórtico. El ncleo de ascensores, shafts y escalera

quedará independiente de la estructura del edificio ya que el voladizo propuesto generaría conflictos con la distancia entre el centro de masa y el centro de rigidez. Dada la longitud del edificio, se creará una junta estructural que divida en dos el edificio.



Los estanques de reproductores se proponen dentro del proyecto por regulaciones de habitabilidad de los peces. Estos serán de metacrilato y permitirán una conexión espacial entre los pisos 1 y 2. El metacrilato es un polímero empleado en la construcción de acuarios. Tiene la propiedad de no erosionarse ante la presencia de agua marina y no libera contaminantes que podrían ser absorbidos por los reproductores.

Los recintos serán independientes unos de otros por medio de celdas, las que generarán una atmósfera flexible dentro de cada planta, tal como ocurriría en el mar. Esto permite generar cubículos independientes según necesidades de luminosidad, humedad y temperatura, específicas para cada etapa del proceso productivo.

En la cumbre del cerro mirador se propone un mirador turístico. Esto por la

proximidad a las pinturas rupestres de Loreto y las de El Médano.



<http://comunaturisticatalta.blogspot.cl/2010/01/bienvenidos-talta.html>

La ladera de Paposo se intervendrá con atrapanieblas desde la cota 300-690msnm. Las mallas de estos se ubicarán desde los 4 metros de altura por continuidad de paso en la biodiversidad y por eficiencia de captura de niebla. El método constructivo del atrapaniebla permite adaptarse a las diferentes pendientes de la ladera.

El agua obtenida será acumulada en dos etapas. La primera en la ladera para decantación de sólidos y la segunda contigua al Centro Acuapónico pero aguas arriba del proceso productivo para no emplear bombas de elevación. Un acueducto de pirca atravesará Paposo, regando espacio público y generando un hito en el paisaje. El acueducto será la materialización de la huella del agua en el desierto.

El volumen propuesto está condicionado a ser una industria de producción de 200 Ton anuales por cepa. Este podrá ser replicable en caletas como Caleta Bofín, Cifuncho, Cobija, Caleta Errázuriz y Caleta San Marcos, entre otros. La idea de esto es generar una red productiva acuapónica del Norte Grande de Chile. Por centralidad y equipamiento se debe considerar el terminal pesquero de Antofagasta para la faena y distribución de productos. Además su puerto y aeropuerto están condicionados para la exportación de especímenes vivos.

El embarcadero quedará condicionado para receptionar cultivos de jaulas de mar abierto, esto bajo el supuesto que en

algún futuro se regule normativamente el porcentaje de hacinamiento.

Evaluación y gestión proyectual

La industria propuesta genera bajas cantidades de residuos y riles. Esto se debe a que las cosechas se harán por bombas hacia camiones aljibes, los que transportarán los productos hasta las faenas. A pesar de aquello, se utilizará el descarte algal para mejoramiento de terreno cultivable y el agua de riles para el cultivo agrícola.

Experiencias de Cobias del Desierto en Mejillones y la Pontificia Universidad Católica de Chile en Chañaral, han demostrado la factibilidad de cultivar olivos, aloe vera y salicornias con agua de riles de estanques de acuicultura prefiltrada en el borde costero nacional.

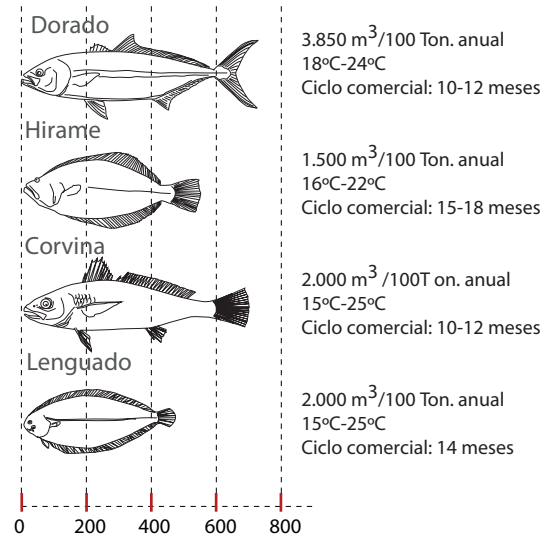


Salicornias en Cobias del Desierto. Daniel Nieto.

La posibilidad de generar agricultura por medio de los desechos industriales permitiría una diversificación productiva. Dichos espacios de cultivos se proponen como un área a desarrollar y administrar por la población, permitiendo un uso de agricultura familiar en el desierto costero.

En aspectos económicos, el reporte del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) elaborado en Enero del 2015, se detalla las exportaciones totales según productos pesqueros y línea de elaboración¹³.

¹³ http://www.mundoacuicola.cl/estadisticas/pdf/MUNDO%20ACUICOLA_EXPORTACIONES%20TOTALES_ENERO%202015_2.pdf



La industria propuesta está capacitada para la producción de una gran gama de peces, ya sea por habitabilidad, dimensionamiento de los estanques, compatibilidad con las algas y densidades necesarias. De las posibles especies a cultivar, las más indicadas serían el Dorado de la costa, Hirame, Corvina y Lengüado. La razón de esto es que ya existen experiencias exitosas de cultivo de estas especies en su ciclo completo. Se debe tomar en cuenta que tres de las cuatro poseen un mercado establecido en el territorio nacional y que el Hirame es la especie de producción acuícola de mayor importación japonesa.¹⁴

En la evaluación económica de proyecciones de inversión acuícola del año 2014, realizado por Sernapesca, se expone que del Norte Grande del país, las especies con mayor retorno económico y proyección a futuro, aptas para una biodiversidad productiva, son: *Seriola Lalandi*, *Eptatretus stoutii*, *Spirulina* (microalga) y *Porphyra* (macroalga). Como complemento del ciclo trófico planteado se debe incluir la producción de rotíferos (alimentación de alevines) y bacterias nitróbacter (Nitrificación del amonio en el agua).

Es importante señalar que el proyecto permitiría además el cultivo de otros animales y algas en el caso que se quiera aumentar el cultivo poliacuícola. Se sim-

¹⁴ <https://www.eximpulse.com/exports-tats-product-Hirame.htm>

Erosión de agua en Ladera Paposo. Autoría propia



plificó la elección de los peces y algas más rentables para su cultivo según Sernapesca -se puede incluir cultivos de hirame, corvina y lenguado, wakame y laminaria ochroleuca y abalones o camarones en el caso de los estanques de alta salinidad, por ejemplo-.

En nuestro país el cautiverio de dorados ha sido exitoso. Las experiencias realizadas en el norte de Chile, por la Universidad de Antofagasta, demuestran la factibilidad técnica de su cultivo en las aguas de la II Región, zona donde el dorado encontró condiciones muy favorables para su crecimiento a nivel intensivo. Un rápido crecimiento y la factibilidad biológica de su manejo, sumado a la demanda internacional del producto, le otorgan a esta especie un gran atractivo comercial.

*Rodolfo Wilson, Dr. Ciencias y académico
Universidad de Antofagasta*

Económicamente por ejemplo el cultivo de *Seriola lalandi* (Dorado), su precio en etapa comercial (3-4kg) en el territorio nacional es de \$3.500 pesos por kilo de filete. En cambio, el precio por los especímenes vivos según reportes del servicio nacional de Aduanas es de 5.345,6 USD por tonelada a valor CIP (Carriage and Insurance Paid To) \$3.880 CLP¹⁵. Es por este motivo que se propone que los peces se cosechen vivos desde la planta para ser exportados o faenados para consumo local en Antofagasta.

No existe registro previo al año 2000 de desembarcos en los terminales pesqueros nacionales de Dorados. Desde el año 2000 en adelante, el promedio de desembarco nacional fue de 56 Ton anuales, mientras que el año con mayor captura fue en el 2011 con 143 Ton -la captura del Dorado se produce sólo entre Diciembre y Febrero-. (Sernapesca, 2013). Es decir, que en el caso que se capturaran los 12 meses del año, en el 2011 se hubiesen pescado 572Ton. Se propone un cultivo en Paposó de 200 Ton anuales. De necesitar ampliar la oferta se debe replicar la industria en

otras caletas pesqueras. Esto permitiría un desarrollo acuícola ribereño en el norte grande, evitando una monopolización productiva en Paposó.

La FAO junto con el gobierno de Japón invierten en programas de desarrollo acuícola de mediana escala -programa JICA- (entre 100-750Ton/anual por especie cultivada). Esto se debe a la limitada costa japonesa apta para cultivos en mar -fuertes bravesas oceánicas y por conflictos de uso marítimo con el Estado Ruso-.

Administrativamente el proyecto se basa en la colaboración entre el sindicato de pescadores de peces y recolectores de Paposó, administración privada, el gobierno japonés y el Estado chileno (por concesión marítima, CORFO y Fundación Chile). Se debe considerar además aportes de investigación de la Universidad de Antofagasta por ser pioneros en investigación acuícola en la región.

Las contrataciones de los procesos de crianza y faena deberán ser con personas de Paposó. Es vital para el proyecto que exista una codependencia entre el proyecto y la población. Para fomentar aún más la codependencia productiva, se instalarán estanques exteriores para el uso y goce de las personas de Paposó. Además se ejecutarán planes de inducción acuícola a la población para que adquieran conocimientos en la materia.

Ciclos del agua

Relación de agua de niebla y marítima

El agua es uno de los bienes más preciados en el planeta. Este recurso cubre el 71% de la corteza terrestre, donde su 96,7% es oceánica y tan solo un 0,04% se reparte entre humedad atmosférica, humedad terrestre, ríos y lagos.

En el desierto de Atacama, el más árido del mundo, el agua es sin duda el elemento de mayor escasez e importancia. El litoral costero de la segunda región es de clima desértico costero, con temperaturas regulares durante el año, altas radiaciones ultravioleta y precipitaciones inferiores a

¹⁵ \$715,06 CLP valor dólar 23 de Noviembre de 2015.

los 2mm anuales. A pesar de esto, existen anomalías climáticas conocidas como los oasis de niebla.

En un estanque piscícola de agua marina, la evaporación provoca un aumento en las concentraciones de sales minerales y pH a niveles tóxicos para los animales. Para contrarrestar este efecto, es necesario incorporarle agua dulce o renovar constantemente el agua marítima, con la consecuencia de ir liberando agua contaminada y a mayor temperatura al ecosistema. Como método de resguardo medioambiental, se eligió incorporar agua dulce de camanchaca para mantener estables los niveles de habitabilidad de la columna de agua.¹⁶

Un oasis de niebla es una porción territorial donde un farellón costero de alturas entre 350-900msnm cercano a la línea de costa se desarrolla perpendicular a la dirección de los vientos dominantes. Esto produce un aumento de la densidad de humedad costera que se disipa a lo largo del día, a medida que van aumentando las temperaturas y la presión atmosférica disminuye, elevándose la nube conocida como Camanchaca.

Paposo es el segundo lugar con mayor concentración de Camanchaca a nivel nacional¹⁷, -después de Alto Patache-. Aquí

¹⁶ Para el caso de localidades que no sean oasis de niebla, pero que tengan una caleta apta para la acuicultura, se deberá emplear desalinizadores solares pasivos.

¹⁷ Jardines de niebla, Pilar Cereceda Tron-

se presenta una relación visible del ciclo hidrológico entre niebla y océano.

Un atrapaniebla es una membrana que se opone al viento dominante para capturar agua. El viento dominante en el sector es en dirección 111°SW. A consecuencia de esto, los captadores de niebla se instalarán perpendiculares a dicha dirección.

Los prototipos más empleados son el macrodiamante, el sistema tradicional, el tipo arpa y el NRP 3.0. Se propone una estructura autoportante como reinterpretación del macrodiamante, capaz de resistir a sollicitaciones estructurales sísmicas y ventosas de doble membrana.

Estudios realizados por el físico Carlos Espinoza demuestran que la mayor captura de Camanchaca se produce a partir de los 4 metros del NTN (nivel natural coso, Pontificia Universidad Católica de Chile, 1992.



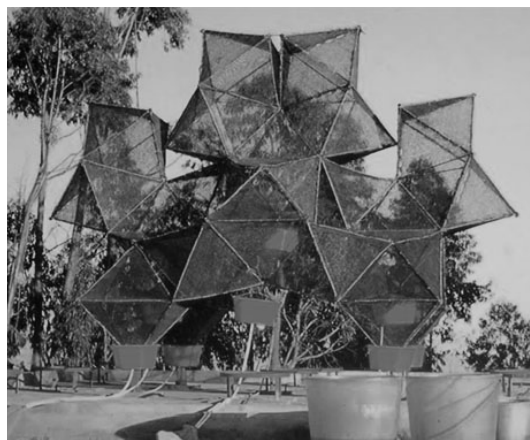
Tipo tradicional. Universidad Católica del Norte



NRP 3.0. Universidad Católica del Norte



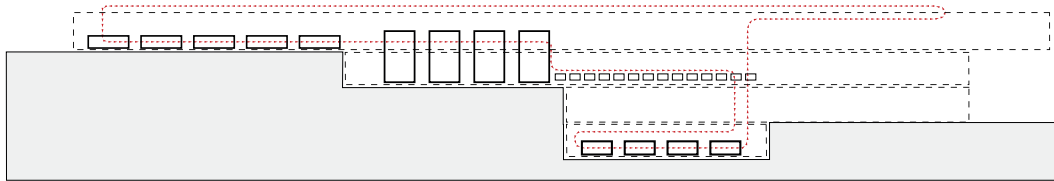
Tipo Arpa. Universidad Católica del Norte



Tipo Macrodiamante. Universidad Católica del Norte

Tensegrity, Kenneth Snelson





La productividad industrial de las algas y peces se hace de forma gravitacional, donde el cuerpo de agua va suministrando los estanques aguas abajo

de terreno) con un máximo de eficiencia a los 12 metros del NTN y construido de una doble membrana de Malla Raschel de 65% de opacidad.

La zona de captura de niebla se determinó entre la cota 300 y 900msnm para Paposo. Los prototipos de macrodiamante instalados en la década 1980 tuvieron su mayor eficiencia en la cota 640 msnm en el Cerro Mirador, Paposo. La captura en la ladera del cerro a 300msnm fue sólo 9,7% menos efectiva.

La captura de agua fue en promedio anual de 4,3 lts/m²/día. A pesar de esto, se deben destacar dos sucesos:

1.- En el año 1998 se registraron capturas promedio de 12,1 lts/m². Esto se debe al fenómeno El Niño, que aumentó la densidad de neblina en la zona.

2.- En el año 1987 se registró el mínimo histórico de captura entre el año 1982 y 2012. El valor fue de tan solo 3,6 lts/m². (Cereceda, 2012).

El sistema de abastecimiento de agua dulce por camanchaca, los estanques de acumulación y el dimensionamiento de los atrapanieblas se harán en relación a los 3,6 lts/m² por ser la condición más desfavorable. Esto quiere decir que para acumular 1 m³/día de agua, será necesario 277 m² de atrapanieblas.

En relación a las pérdidas de agua por absorción y evapotranspiración¹⁸, los estanques al aire libre tendrán una pérdida de 0,5-1 pulgadas de columna de agua semanalmente por evaporación y absorción de peces y algas. Esto significa pérdidas de hasta 25 litros por cada m².

18 <http://weitzlab.seas.harvard.edu/publications/reduction-water-evaporation-polymerase-chain-reaction-microfluidic-devices>

En el caso de los estanques interiores, la experiencia de la industria Cobia del Desierto, en Mejillones, empresa la cual recircula el agua de la Termoeléctrica EC-L, ha demostrado tener pérdidas inferiores al 1% a temperaturas constantes de 26°C. Es decir, entre 0,25-0,5 pulgadas de la columna de agua de forma semanal. Hasta 12,5 litros por cada m² de estanque.

En el caso de los fotobiorreactores, al ser un circuito cerrado, sólo se consideran pérdidas por absorción en periodos de cosecha y por eventuales fugas. Se estima que por cada 100gr de Spirulina (microalga), 60gr corresponderán a agua. Por consiguiente, se debe contemplar pérdidas de 600 litros por cada tonelada cosechada.

Las relaciones de agua anteriormente expuestas permiten cuantificar la cantidad de atrapanieblas necesarios para suplir las pérdidas de agua. Las relaciones son las siguientes:

Por cada m² de raceway es necesario: 3,57 m² de atrapaniebla.

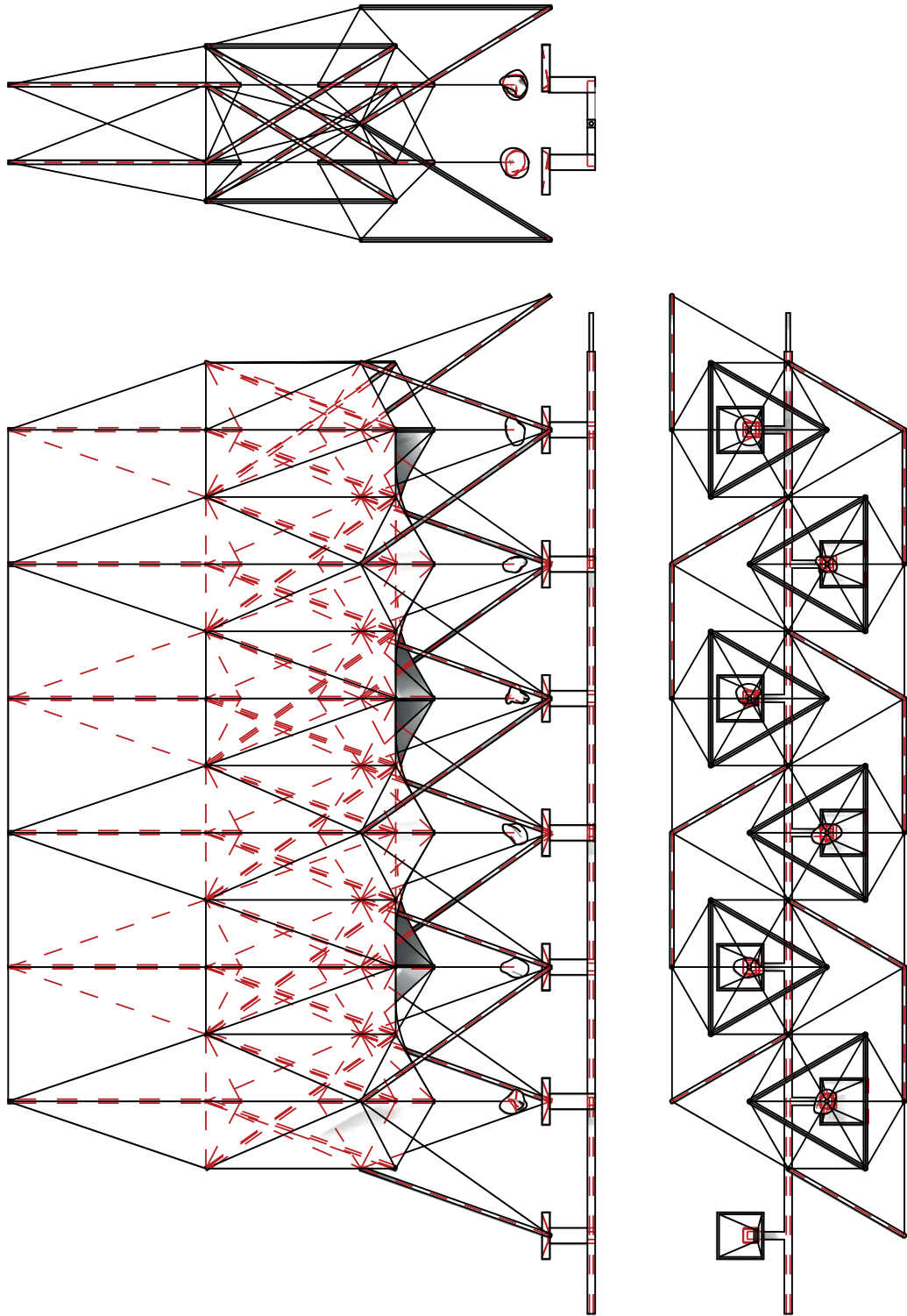
Por cada m² de estanque es necesario: 1,78 m² de atrapaniebla.

Por cada Ton cosechada de microalga es necesario: 167 m² de atrapanieblas.

Será necesario el uso de filtros de OI (osmosis inversa) para filtrar el agua capturada en la ladera antes de incorporarla al sistema de recirculación de algas y peces.

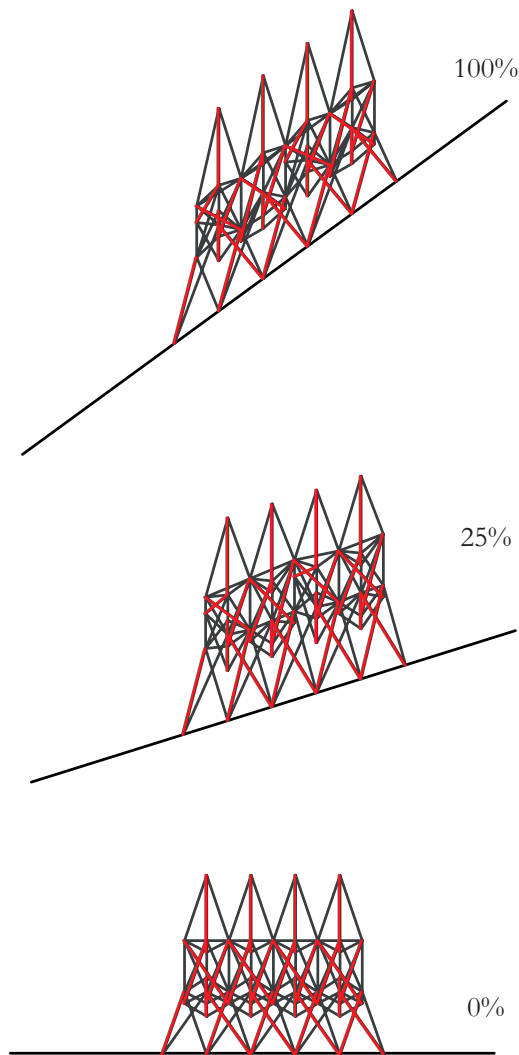
Se propone un atrapaniebla con estructura de tenseguridad, el que morfológicamente permitirá el escurrimiento natural del agua. Como remate del atrapanieblas, colgará una piedra "Lime stone". Esta piedra tiene propiedades de absorción de mercurio y filtración por porosidad, disminuyendo poluciones por capturas de nie-

Propuesta de atrapanieblas. Estructura de tensegrity.



bla ácida.

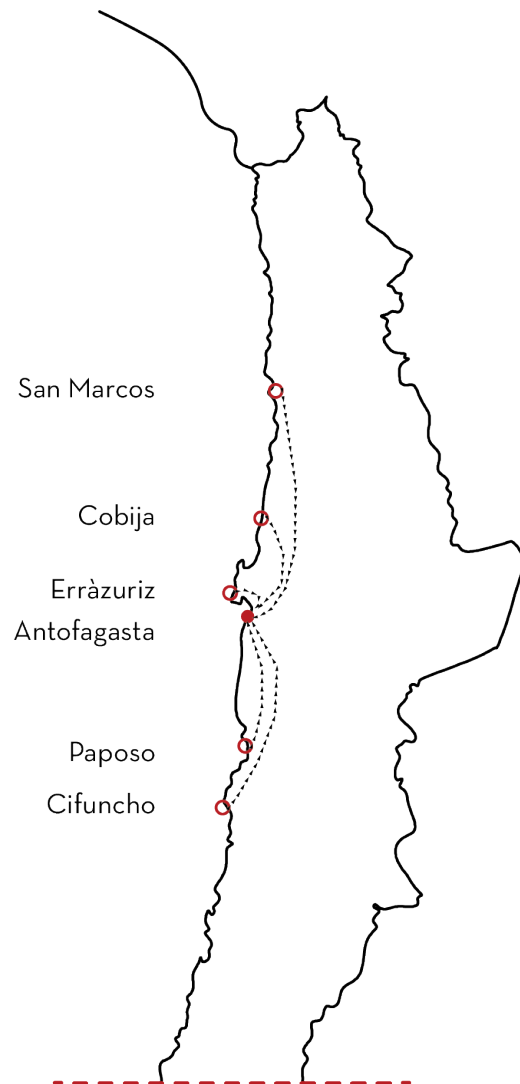
El agua de riles por faena será prefiltrada por carbón activo y filtros de barril. Esta será empleada para el riego de las salicornias y aloe vera próximos a la línea de costa. El agua restante será distribuida en el territorio por drenes y devuelta al mar a alta presión por una boquilla de Venturi, disminuyendo el deterioro en la columna de agua. Aguas arriba de la descarga de las aguas de riles para agricultura se cultivarán cítricos y olivos con agua de camanchaca. Estas plantas admiten salinidad en la tierra pero no en el agua. De esta manera el área agrícola será una transición entre cultivos más salinos a menos salinos (Salicornia-Aloe Vera-Olivo-Cítrico).

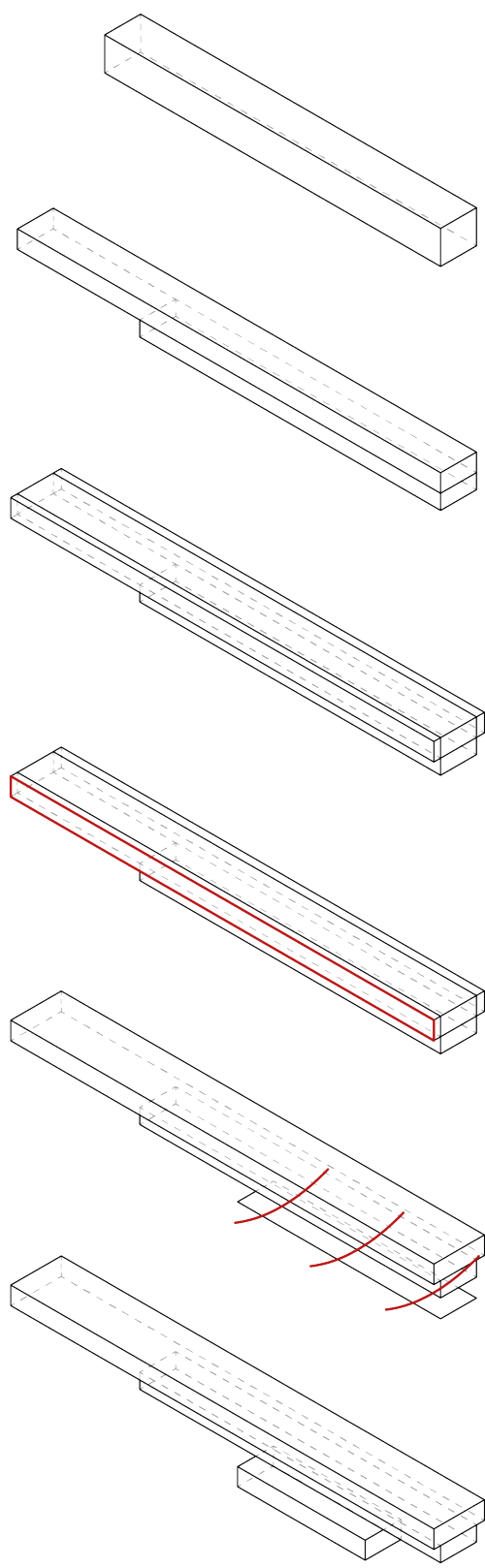


La producción de la industria es de escala media, con tan solo 200 Ton anuales por cepa, por lo que no se justificaría una faena en Paposo ni en los lugares donde se replicaría la industria.

Antofagasta surge entonces como un centro de distribución de los productos acuícolas producidos en las industrias de mediana escalas propuestas en el Norte Grande. La faena de los peces se hará en el terminal pesquero de Antofagasta ya que ya posee la infraestructura necesaria para el proceso.

Se debe destacar además su condición de capital regional, centralidad entre los puntos de producción propuestos, condición urbana, conectividad terrestre nacional e internacionalmente, puertos de exportación marítimo y aeropuerto. Antofagasta permitiría distribuir el alimento producido a nivel regional, nacional e internacional.





Volumen primario capaz de alojar el programa mínimo para el funcionamiento de la industria.

Morfológicamente el proyecto se adapta a la pendiente natural de Paposos.

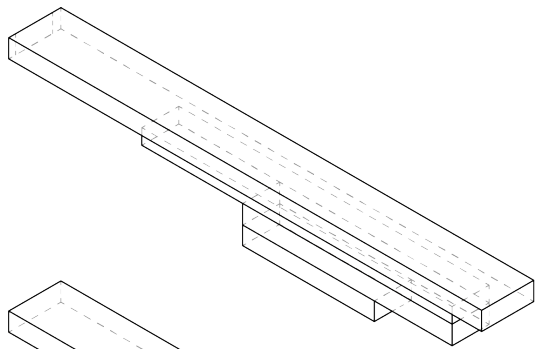
Se proyecta un caminero perimetral para difusión, mantenimiento y como alero.

Fachada Norte recibirá un tratamiento de tamiz solar que atenúe la radiación.

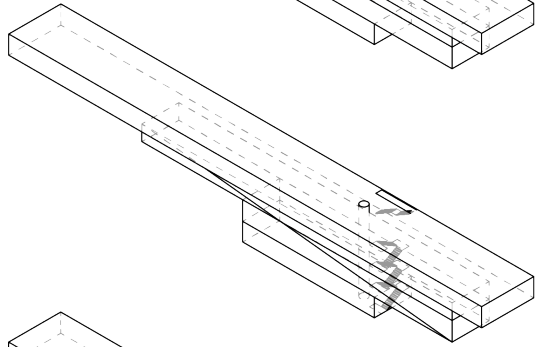
Primer piso será traspasable desde el borde costero y de uso para pescadores, algueros y buzos artesanales

El subterráneo aloja las salas de bombas de recirculación, filtros y "splinker"

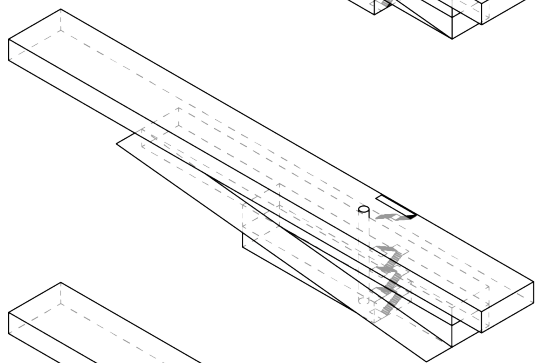
Criterios de diseño



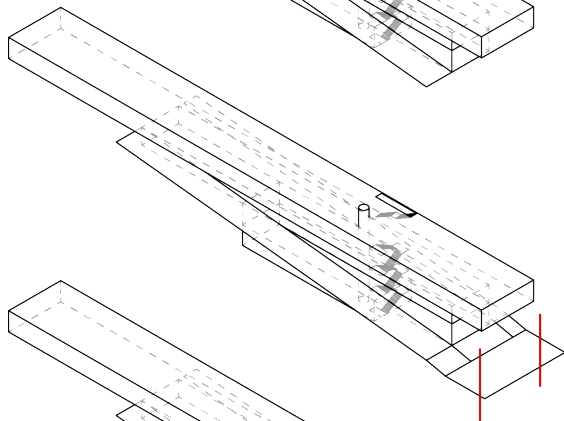
Se proyecta un voladizo hacia el mar. Este será un mirador turístico a la lobera y espacio de ocio de los operarios de la industria.



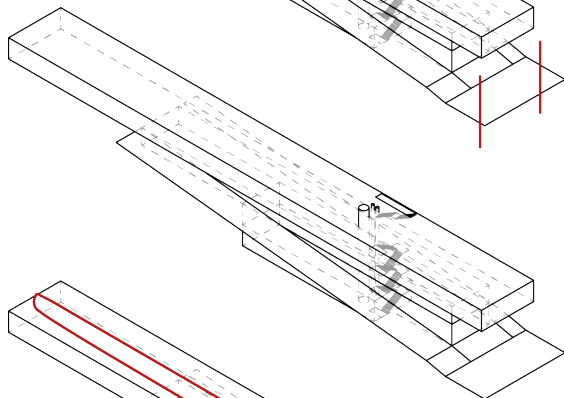
Las circulaciones verticales se ubican en un punto, conectando los estanques de cubierta con el resto de los niveles.



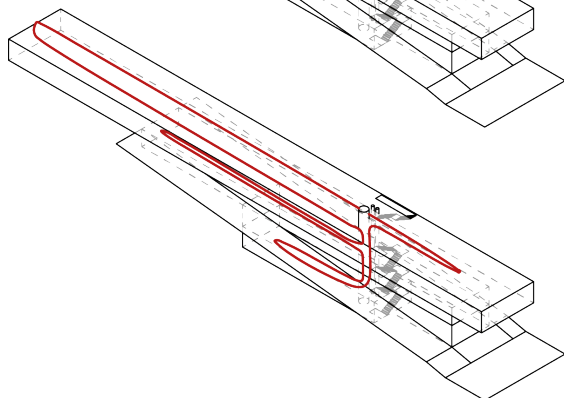
Una circulación perimetral del proyecto permite una conexión del borde costero con la industria y el poblado.



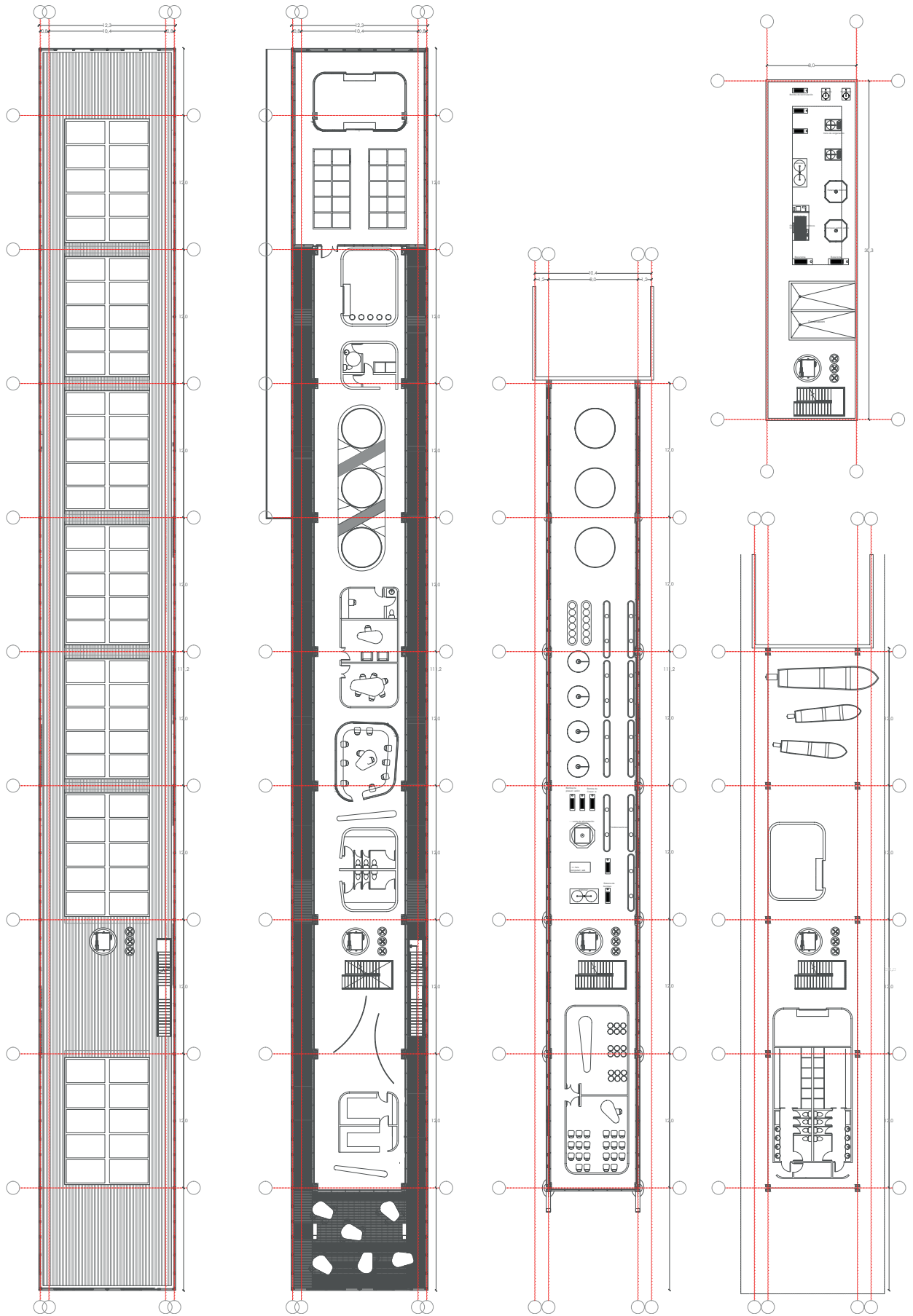
Plataforma flotante en el mar permitirá el desembarco de productos de pescadores e investigadores de la industria.



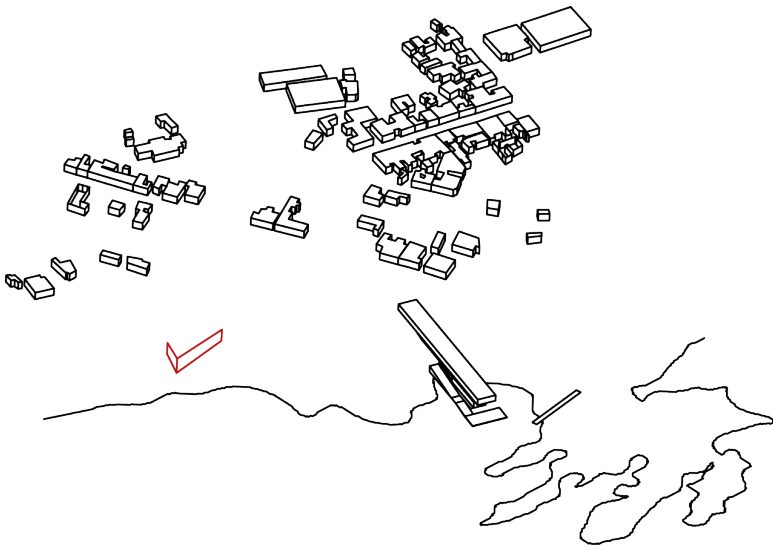
Shafts de servicio y de recirculación conectarán los cuatro niveles.



El agua recircula constantemente, combinando agua de estanques de peces con las de las algas.

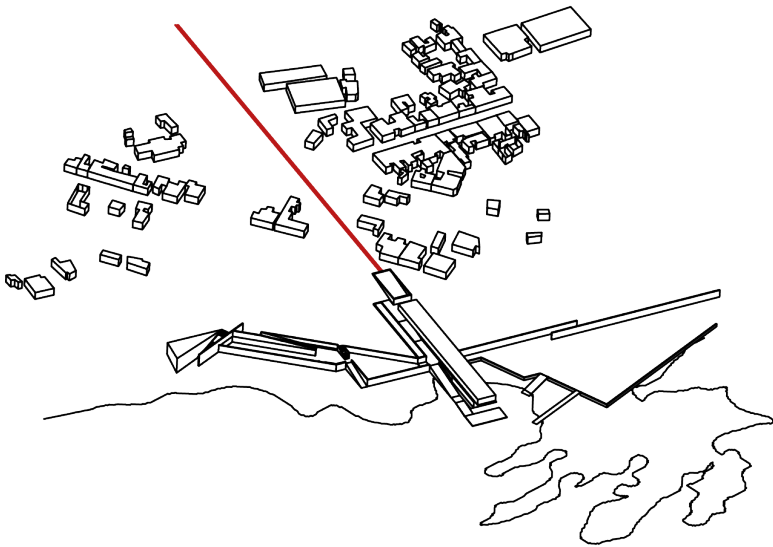


La industria se emplaza frente a la lobera, actual caleta de pescadores de Paposo. Se debe reconocer el hito Chile-Bolivia al norte del proyecto.

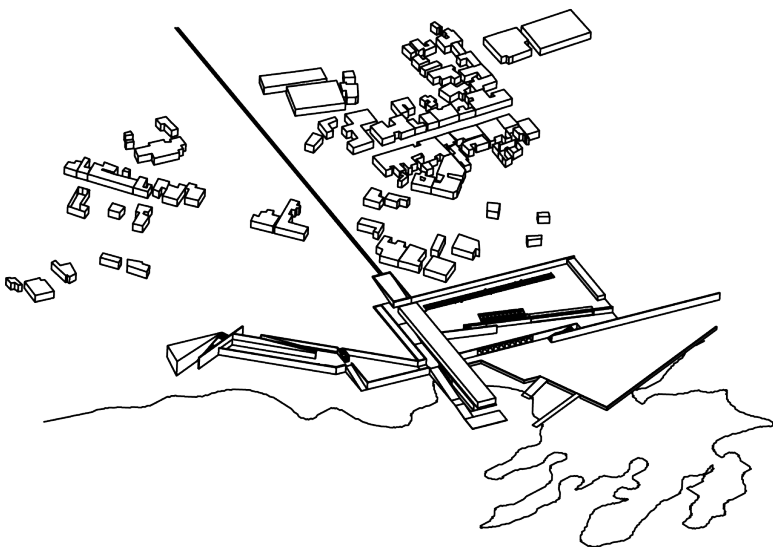


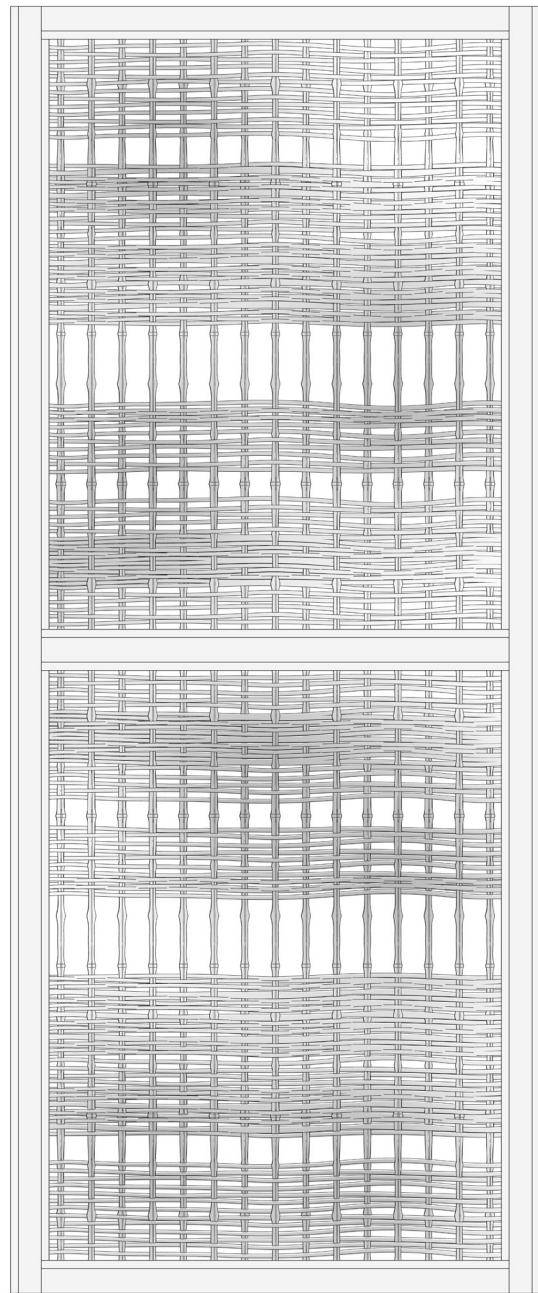
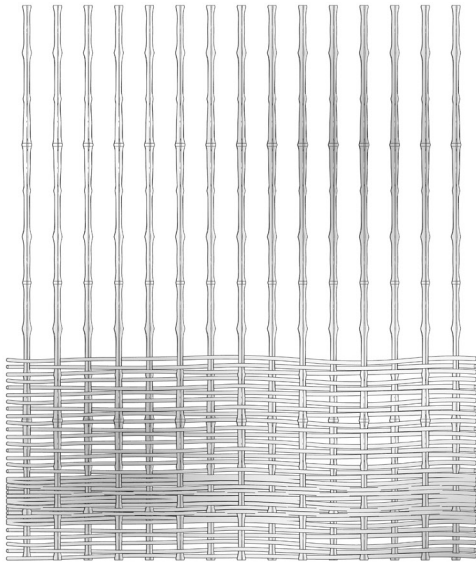
El agua de camanchaca atraviesa Paposo por un acueducto, rematando en un estanque abierto.

El borde costero se trabaja con muros que siguen las cotas, permitiendo paseos y una continuidad del borde costero, rematando en el hito Chile-Bolivia.



La área de servicio de la industria, remodelación de la caleta, cocinería local y astillero quedarán en el Sur del proyecto.



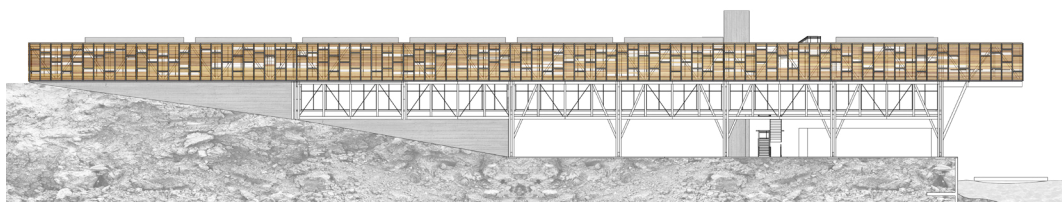


En la fachada Norte se empleará un tratamiento de tamiz solar. Este será ventilado, capaz de dejar el paso de luz en distintas gradientes y permeable visualmente. Esto permite dinamizar la fachada y generar distintas cualidades lumínicas al interior del volumen, cambiando su atmósfera.

Se utilizarán modulaciones en madera cepillada y tratada de sección 8x3", evitando el uso de piezas de sobremedida. El tamiz se constituye de coligües verticales y quincha trenzado a distintas densidades.

La protección ante incendio, en especial de la fachada norte, será por una conexión directa al estanque de acumulación aguas arriba del proyecto vía a sprinkler. Como segunda medida, se podrá circular por el perímetro del proyecto a través un buffer de 6 mts.

Fachada Norte





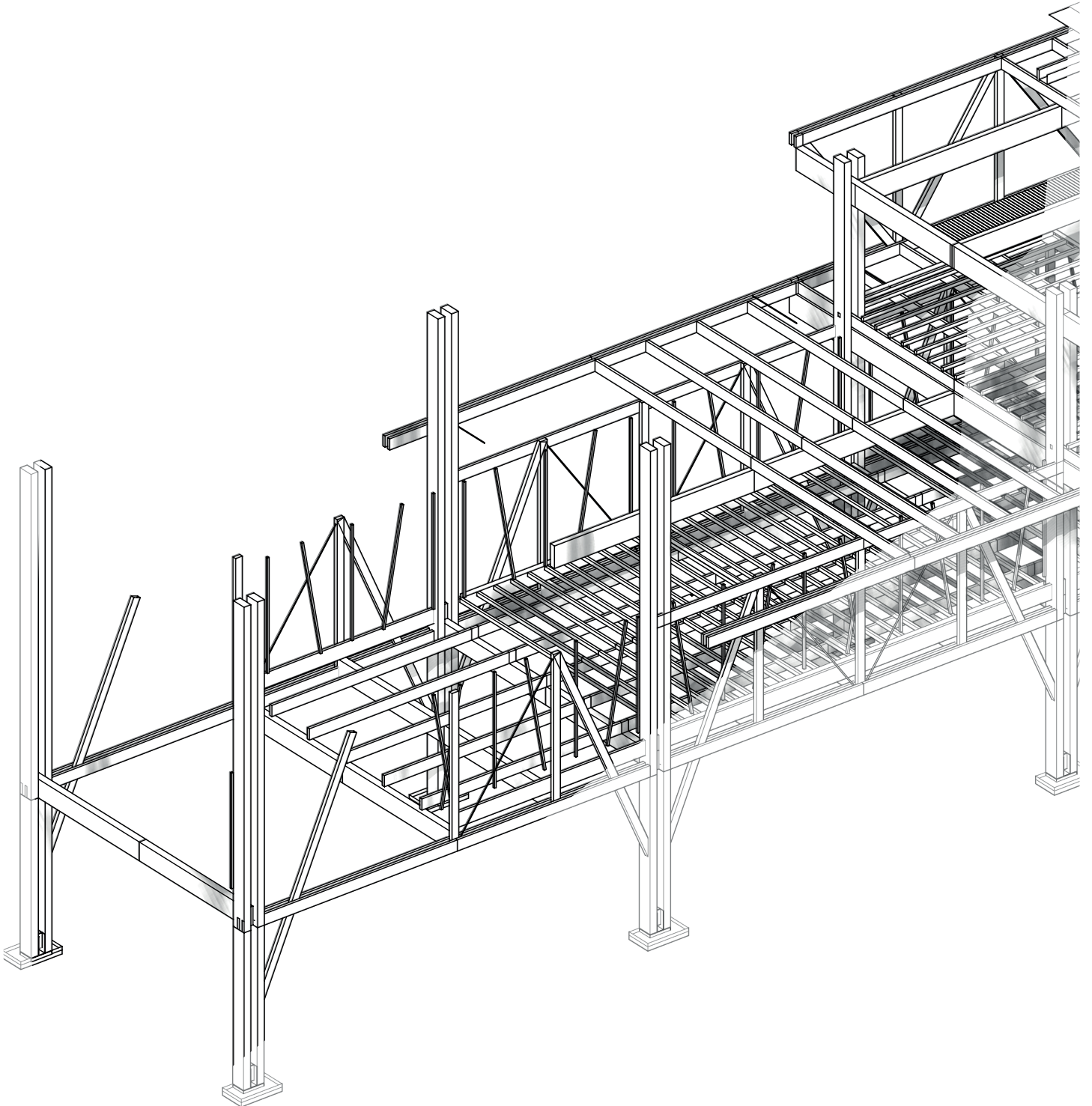
- 1.- Lobera.
- 2.- Muelle Paposo. Prexistencia.
- 3.- Borde marítimo turístico
- 4.- Cocinería

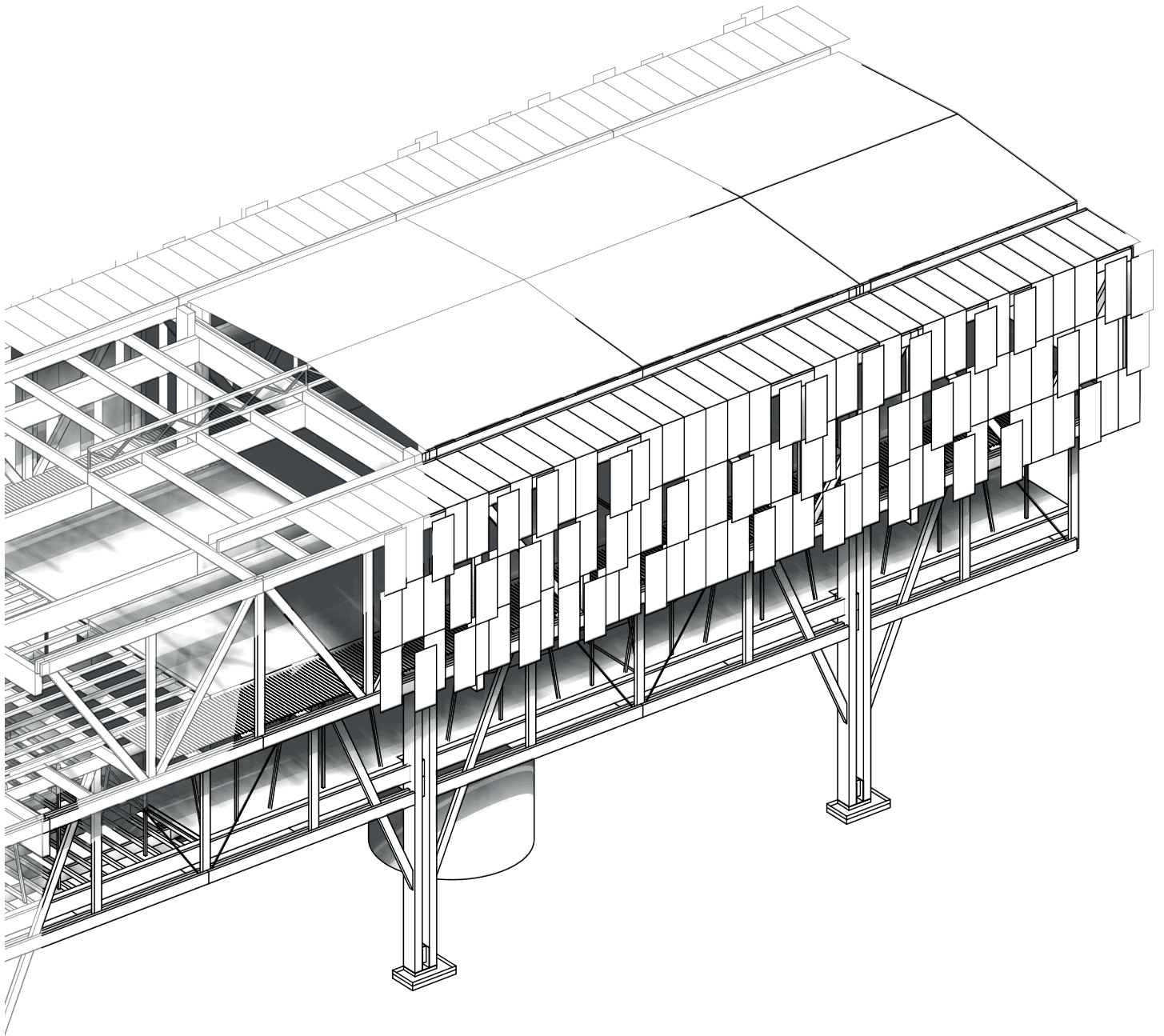
- 5.- Guarda de embarcaciones
- 6.- Horno de secado solar
- 7.- Rampa de botado y "lift"
- 8.-Plataforma de descarga



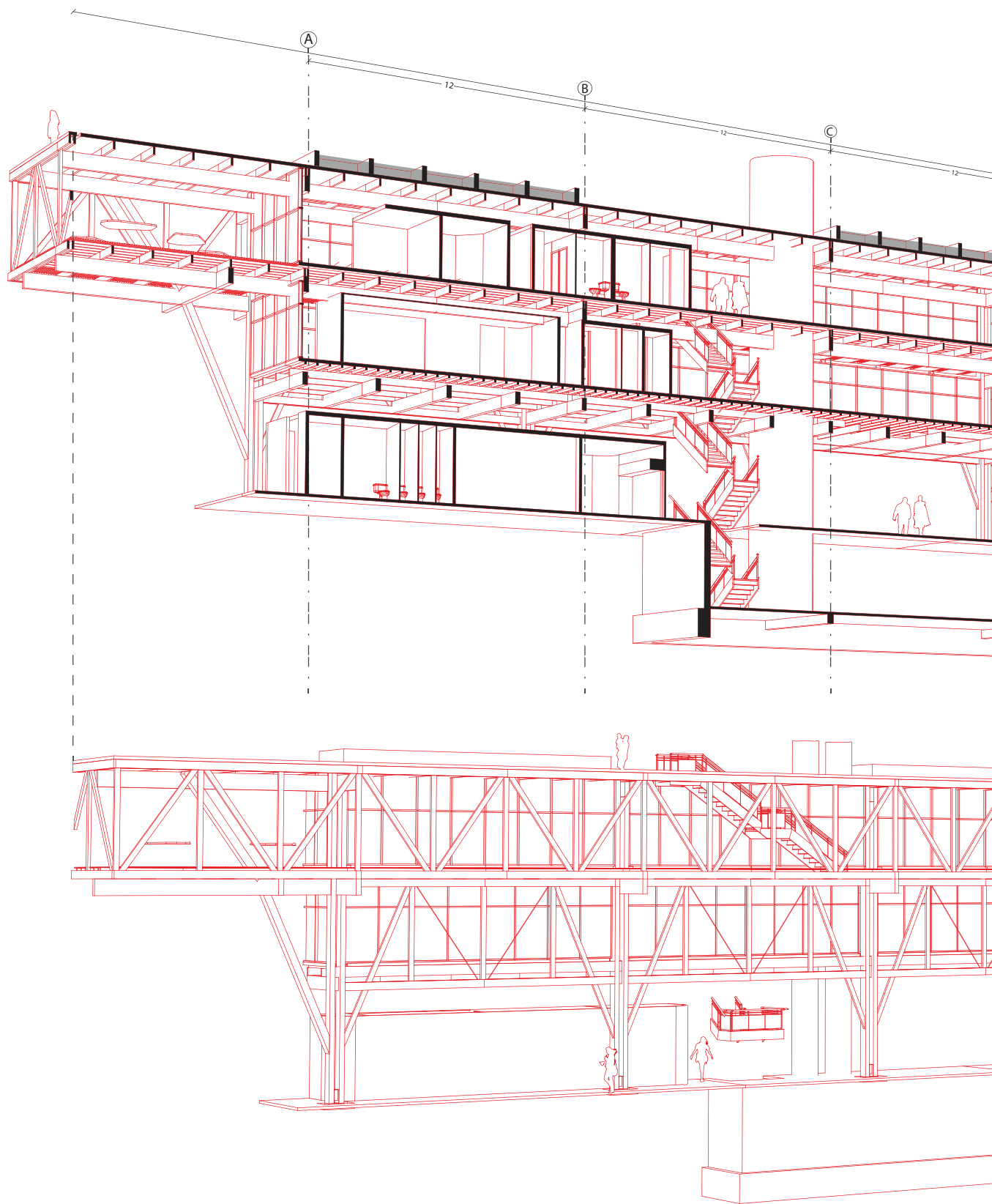
- 9.- Planta industrial
- 10.- Hito límite Chile-Bolivia
- 11.- Estanque de acumulación
- 12.- Acueducto

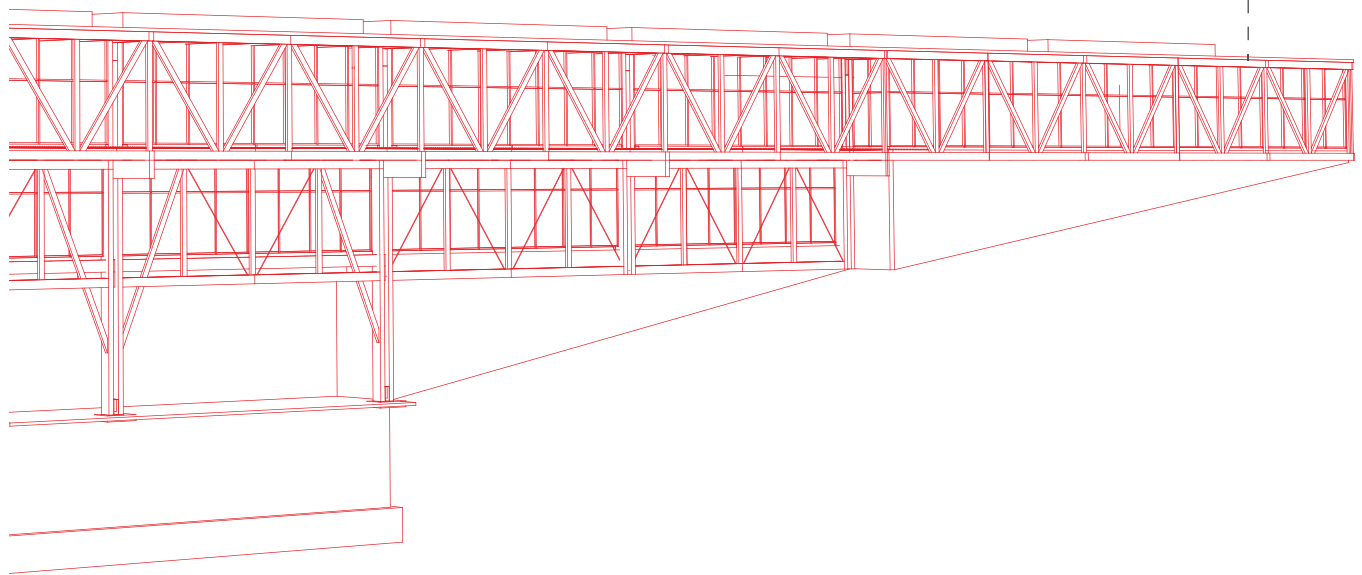
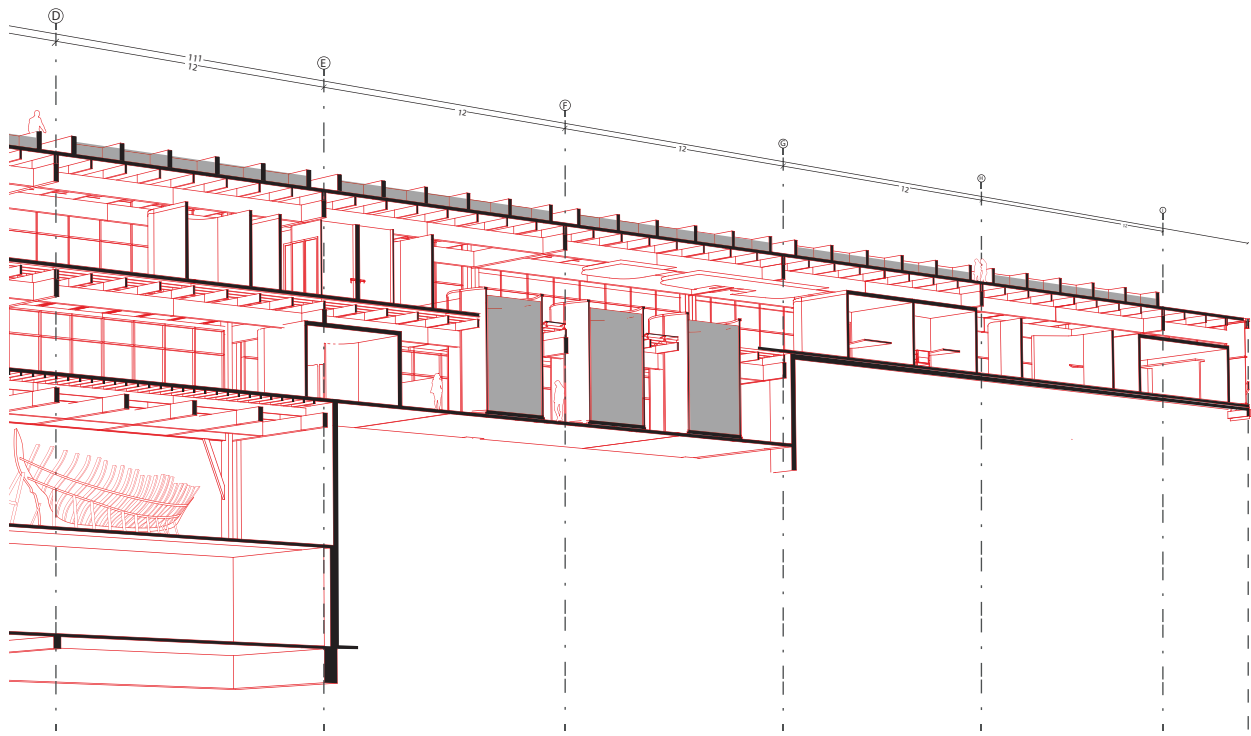
- 13.- Agricultura
- 14.- Plaza de seguridad oceánica
- 15.- Estanque de acumulación





Sistema constructivo





Borde costero de Paposo Autoría propia



Detalle borde costero de Paposó. Autoría propia



Referentes

Experimental, perceptual y arquitectónico

Fundación Chile



Planta acuícola en Tongoy, Fundación Chile.

Desarrollo experimental en Tongoy de Corvina, Lenguado y Dorado. Sólo en el caso de Lenguado han logrado un ciclo completo de reproducción, desde ovas hasta reproductores mayores.

En el caso del desarrollo de *Seriola lalandi* (Palometa o Dorado), decidieron potenciar su cultivo al ser considerado un posible competidor en mercados internacionales con el salmón.

Primero, es una especie que tiene mercado desarrollado, se consume; segundo, es endémica de varios países, lo que hace que, tanto desde el punto de vista del comprador externo como del exportador, tiene alternativas para ampliar la producción; y, tercero, tiene un nombre universal.

Andrés Barros, Fundación Chile

Fog Harvesting Challenge



Cultivos de Aloe Vera con agua de Camanchaca, Chañaral. Neil Hall.

Programa de investigación y desarrollo de agricultura y optimización de captura de agua de Camanchaca en el Norte Grande y Chico de Chile. Massachusetts Institute of Technology & Pontificia Universidad Católica de Chile.

Acuinor Chile

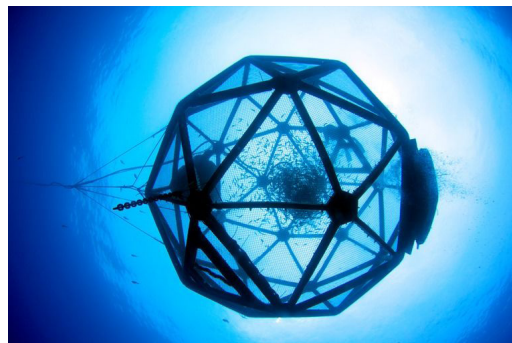


Planta de dorados Acuinor Chile. www.Aqua.cl

Empresa privada con 25 años de trayectoria en la salmonicultura de la X región. Por problemas de concesión y riesgo de patologías decidieron trasladarse a Caldera con cultivos de *Seriola lalandi*. Es la única empresa nacional que cultiva dicho pez a nivel de piscicultura de exportación internacional.

Cultivos en estanques en tierra hasta etapa de juveniles y engorda de 4 kilos para exportación. Poseen jaulas marítimas sumergibles para altamar a 4-5 millas náuticas de la costa de Caldera.

Hawaii Oceanic Technology



Planta acuícola de recirculación Cobias del desierto. Autoría propia.

Empresa Estadounidense de desarrollo de tecnologías para la acuicultura. Son las creadoras de Ocean Spheres, estructuras sumergibles responsables con el medio ambiente y capaces de resistir fuertes bravesas de mar abierto.

Cobias del Desierto



Planta de producción de Cobias en Mejillones.
Autoría propia.

Producción de Cobias en Mejillones por medio de la reutilización de las aguas de la termoeléctrica E-CL. Recirculación cerrada por medio de filtros y acumuladores permiten una maximización del recurso hídrico.

Aguas provenientes de riles, vaciados y desagües de estanques son destinados a cultivos de salicornias para consumo alimenticio para los pescadores artesanales de Mejillones.

Piscicultura Lago Verde



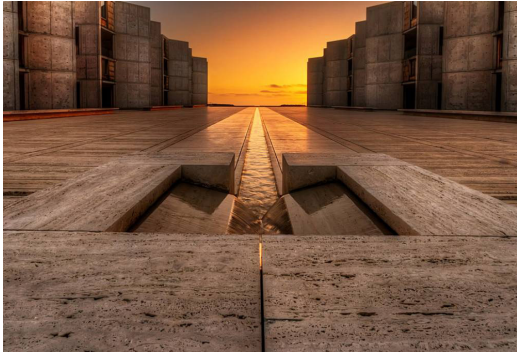
Planta de salmónidos, Plataforma de Arquitectura.

Ampliación de la industria de salmónidos Invertec. Construida en madera laminada, siendo más armónico con el entorno por materialidad y permite una mejor respuesta técnica ante las condiciones de abrasión.

Nave única de 80 metros de largo que se posiciona en dirección N-S. Esto le permite hacer uso de la pendiente natural del terreno para la instalación de los estanques y disminuir esfuerzos mecánicos de bombas.

Referentes arquitectónicos

Morfología, materiales y atmósferas



Salk Institute, Louis Kahn



Casa 2, Altos Arquitectos



Carl Andre



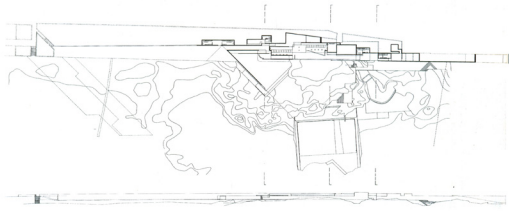
Casa Reutter, Mathias Klotz



Richard Serra



BIP Computer, Alberto Mozó.



Piscinas en Leça de Palmeira, Álvaro Siza



Quincha en vivienda colonial. Arequipa, Perú.



Ruca dwellings, Undurraga Deves Arquitectos



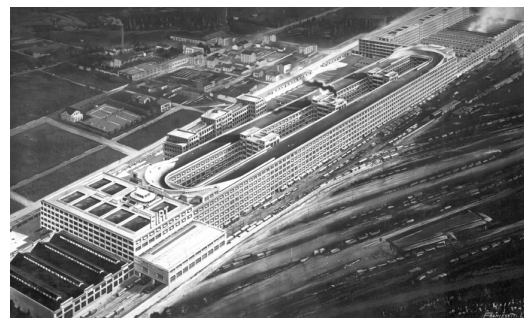
Ministerio de Finanzas, Borja Huidobro



Ville Savoye, Le Corbusier



Partners in health dormitory, Sharon Davis



Fiat Turin, Matté Trucco

Bibliografía

Documentos consultados

- Introduction to Aquaculture for small farmers, kenn christenson. Estados Unidos, 2014.
- Aquaponics Bacteria, importance of bacteria in aquaponic systems, Timothy Tripp. Estados Unidos, 2014.
- Aquaculture, farming aquatic animals and plants, John S. Lucas & Paul C. Southgate. Reino Unido, 2012.
- El estado mundial de la pesca y la acuicultura, Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (FAO), 2014.
- Crecer en base a recursos naturales, crisis sanitaria y ambiental y el futuro de la salmonicultura Chilena. Jorge Katz, Michiko Iizuka & Samuel Muñoz. CEPAL, 2011.
- Infraestructura portuaria y costera Chile 2020, Dirección de obras portuarias y dirección general de obras públicas, 2009.
- La importancia del borde costero en el potencial marítimo de Chile, MSB Consultores marítimos, Santiago, Chile, 2010.
- Manejo integrado de Zonas Costeras, Ministerio de Defensa Nacional, 2012, Chile.
- Maritorios de los Archipiélagos de la Patagonia Occidental, Universidad Católica de Valparaíso, 1971, Chile.
- Principios de oceanografía física, Gimenez, 2012, Chile.
- Essentials of oceanography, Trujillo, 1995, Estados Unidos.
- Mareas y corrientes, Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile, 2011, Chile.
- Seminario Taller Valparaiso Chile: Infraestructura portuaria y costera, puertos y ciudades en Chile al 2020, Rafael Caviedes, Federación de velas de Chile, Valparaíso, 2009.
- VI Congreso Argentino de Ingeniería Portuaria. Seminario Latinoamericano de desarrollo sustentable de la infraestructura portuaria marítima y fluvial en América Latina, L. Biondi, 2009.
- Navegación como mecanismo de expansión de la cultura, José Tomás Errázuriz, 2013, Chile.

Documentación en línea

Principios de oceanografía, Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile, 2014, <http://www.shoa.cl/miscelanea/preguntas/oceanografia.htm>

<http://www.aqua.cl/informes-tecnicos/transporte-de-peces-vivos-negocio-viento-en-popa/>

<http://walker.dgf.uchile.cl/>

<http://www.aqua.cl/informes-tecnicos/transporte-de-peces-vivos-negocio-viento-en-popa/>

<http://www.aqua.cl/wp-content/uploads/sites/3/2015/06/Primer-Catastro-Nacional-Desastres-Naturales.pdf>

<http://www.aqua.cl/2014/08/14/en-arica-lanzaron-primer-proyecto-de-acuicultura-continental-del-norte-del-pais/> 14 de agosto 2014, Arturo Natho.

<http://newsoffice.mit.edu/2014/harvesting-fresh-water-fog>, 13 de marzo 2014, John Freidah.

<http://www.valor-dolar.cl/>

Seminarios

Seminario de residuos valorizables en la Región de los Lagos, Puerto Montt. Francisco Salazar Sperberg, Ingeniero agrícola, Ph. D. 2012.

Seminario Importancia económica y ecológica de las macroalgas y microalgas marinas. Pontificia Universidad Católica de Chile & Subsecretaría de Pesca. Bernabé Santelices. 2012.

Proyectos de título

Granja de Biocombustible en Mejillones, Constanza Butrón, 2012, Universidad de Chile.

Centro de investigación y desarrollo tecnológico en algas, Javier Moya, 2011, Universidad de Chile.

Planta de Biogas, Jessica Ortloff, 2010, Universidad de Chile.

Centro de cultivos Isla Grande Atacama, Katherine Castillo, 2009, Universidad de Chile.

Arrecife artificial para cultivo de especies bentónicas, Javier Rueda, 2011, Universidad de Chile.

Observatorio ecológico Morro Moreno, Ken Yan Qiu, 2014, Universidad de Chile.

Legislación y normativa

Reglamento sobre concesiones marítimas, Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante, 2009, Chile.

Certificación en servicios turísticos en instalaciones náutico deportivas, Certificación UNE 199004:09, 2010, España.

Ley medioambiental 19.300 Of. 2010, Título 1, Artículo 1.

Decreto 240 Of. 2014, Ministerio de Obras

Públicas.

Decreto 87 Of. 2004. Ministerio de Defensa Nacional.

Decreto Fuerza Ley 340 Of. 1992. Sobre concesiones marítimas, Ministerio de Hacienda.

Decreto Supremo 475, 1994, Ministerio de Defensa Nacional.

Fog Harvesting Challenge, Massachusetts Institute of Technology, 2012.

Anexos

Documentación de apoyo

Marco normativo¹⁹

Se nombran y explican las normativas y marco legislativo del uso de borde costero y adquisición de permisos para el uso de jaulas oceánicas de cultivo. Fuera del terreno de playa (80mts desde la cota de pleamar).

Ley 20.249

EMPCO²⁰. Ley que establece las áreas destinadas para el uso consuetudinario de los pueblos originarios en el borde costero y cuerpos de agua.

D.S. 290/1993 Reglamento de concesiones y autorizaciones de acuicultura.

Reglamento que define la titularidad de concesiones marítimas y acuícolas. Se detallan los animales que se permiten criar en sistemas de piscicultura, caducidad, vetas y otorgamiento de concesiones acuícolas y normativas de transferencias y arriendo de estas.

D.S. 314/2004

Reglamento de acuicultura en áreas de manejo

El reglamento establece las condiciones y requisitos que se deben cumplir para poder realizar acuicultura en áreas de manejo donde se especifica : la superficie autorizada; las especies autorizadas; las medidas de administración; el contenido del proyecto técnico y de la solicitud, el procedimiento que se debe seguir para obtener la autorización definitiva por parte de la Subsecretaría de Pesca.

D.S. 355/1995

Reglamento de áreas de manejo

Las Areas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos consiste en la asignación de áreas determinadas a organizaciones de pescadores artesanales legalmente constituidas para su manejo y explotación.

El reglamento determina las condiciones y modalidades de los términos técnicos de referencia de los proyectos de manejo y explotación de recursos bentónicos, las instituciones que los efectuarán y los antecedentes que deben proporcionarse en la solicitud.

D.S. 238/2004

Reglamento de parques marinos y reservas marinas.

El reglamento determina el contenido de los informes técnicos que fundamenten el establecimiento de los parques marinos y reservas marinas, además regula la tuición de tales áreas y la administración de las medidas, con el fin de alcanzar las finalidades previstas por la Ley General de Pesca y Acuicultura.

D.S. 49/2006

Reglamento de viveros y centros de matanzas

El reglamento tiene por objeto regular las condiciones y requisitos exigidos para autorizar la operación de viveros y centros de matanza.. Asimismo, el reglamento determina la obligatoriedad de inscripción de viveros y plantas de proceso y la información que los titulares deban entregar al Servicio Nacional de Pesca.

D.S. 475/1994

Política Nacional de Uso del Borde Costero

Este Decreto Supremo, señala los principios generales, (Política Nacional; de Estado; multidisciplinaria y sistematizada) el ámbito de aplicación (terrenos de playa fiscales ubicados dentro de una franja de ochenta metros de ancho, medidos desde la línea de la más alta marea de la costa del litoral, b) la playa, c) las bahías, golfos, estrecho y canales interiores, y d) el mar territorial de la República.) y los objetivos de la política Nacional del Uso de Borde Costero, creando además la Comisión Nacional del Uso del Borde Costero, que es presidida por el Ministro de Defensa.

D.S. 125/2003

Política Nacional de Acuicultura.

Este Decreto Supremo crea la Co-

¹⁹ Desarrollado en base a investigaciones del profesor Jorge Katz sobre acuicultura en Chile.

²⁰ Espacio costero marino de los pueblos originarios

misión Nacional de Acuicultura, cuya función es asesorar al presidente de la república en la formulación y evaluación de las acciones medidas y programas que se requieran para implementar la Política Nacional de Acuicultura.

Entorno ambiental

Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA)

El reglamento establece una serie de medidas tendientes a asegurar la protección del medio ambiente para que los establecimientos de acuicultura operen en niveles compatibles con las capacidades de carga de los cuerpos de agua lacustres, fluviales y marítimos donde se emplazan. Este reglamento es aplicable a todas las actividades de acuicultura. Asimismo el reglamento establece una serie de instrumentos medioambientales, que buscan medir los posibles efectos que la actividad acuícola tiene sobre el medio ambiente.

Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente

La Ley 19.300 establece la obligatoriedad que tienen los proyectos de explotación intensiva, cultivo, y plantas procesadoras de recursos hidrobiológicos de someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), ya sea a través de una Declaración de Impacto Ambiental o a través de un Estudio de Impacto Ambiental. Además, crea la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) y las Comisiones Regionales del Medio Ambiente (COREMAs).

Ley de Navegación DL 2222

La Ley regula las actividades concernientes a la navegación o relacionadas con ella y sus disposiciones tienen prioridad por sobre cualquier norma vigente en esta materia.

Reglamento del S.E.I.A. (D.S Nº 95/01)

Este Reglamento se hace cargo de detallar los procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental, determinando en detalle qué actividades deben someterse

al Sistema, y establece las disposiciones por las cuales se regirá el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y la Participación de la Comunidad, de conformidad con los preceptos de la ley Nº 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente.

Reglamento de emisión de Riles

El reglamento establece la concentración máxima de contaminantes permitida para residuos líquidos descargados por las fuentes emisoras, a los cuerpos de agua marinos y continentales superficiales de la República de Chile.

Entorno sanitario

Reglamento de Medidas de Protección, Control y Erradicación de Enfermedades de alto riesgo para especies o Reglamento Sanitario (RESA)

Este reglamento establece las medidas de protección y control para evitar la introducción de enfermedades de alto riesgo que afectan a las especies hidrobiológicas, sea que provengan de la actividad de cultivo con cualquier finalidad o en su estado silvestre, aislar su presencia en caso de que éstas ocurran, evitar su propagación y propender a su erradicación. En todo caso las disposiciones del reglamento se aplicarán no sólo a las actividades de cultivo, sino también al transporte, repoblamiento y transformación de especies hidrobiológicas.

El Reglamento no contempla la participación del Gobierno Regional, ya que establece como autoridad Sanitaria al Servicio Nacional de Pesca, el que deberá dictar el detalle de las medidas a través de los Programas Sanitarios, y dentro de las fiscalizaciones estas también le corresponden al Servicio Nacional de Pesca.

Reglamentos sobre importación de especies hidrobiológicas.

El Reglamento establece el procedimiento para la importación de especies hidrobiológicas.

Programas sanitarios del Servicio Nacional de Pesca

Los Programas Sanitarios son dicta-

dos por el Servicio Nacional de Pesca a través de resoluciones que pueden ser de carácter general o específico.

Los programas generales determinarán las medidas sanitarias adecuadas de operación, según la especie hidrobiológica utilizada o cultivada, con el fin de promover un adecuado estado de salud de la misma, así como evitar la diseminación de enfermedades.

Los programas específicos estarán referidos a la vigilancia, control o erradicación de cada una de las enfermedades de alto riesgo de las especies hidrobiológicas en todos sus estados de desarrollo.

Existen programas Sanitarios Generales para los procedimientos de limpieza; manejo sanitario de los alimentos; manejo sanitario de la reproducción; procedimientos de cosecha; manejo de desechos; manejo de enfermedades; manejo de mortalidades; procedimientos de desinfección de ovas; procedimientos de transporte; sistema de registro de datos; procedimientos para la investigación oficial de enfermedades de etiología desconocida; procedimiento de control de los tratamientos terapéuticos y profilácticos.

Los Programas Sanitarios Específicos comprenden: Programas de Vigilancia epidemiológica; Programas de Control y Programas de Erradicación

La aplicación de este vasto conjunto de leyes y reglamentos esta en manos de diversas agencias del Sector Publico entre las que sobresalen Sernapesca y Conama. Veamos seguidamente cuales son sus funciones.

Residuos

Se deben emplear los riles de las cosechas para el regado de salicornias y Aloe Vera al costado norte de la industria.

Los desechos acuícolas, tanto lodos como purrines, se deberán emplear para mejoramiento de terreno agrícola. Esto permite reducir los residuos orgánicos en los vertederos, disminución de disposición de rellenos sanitarios, tratamiento de

toxicidad in situ, reciclaje de nutrientes y reducción de costos de fertilizantes. Los lodos aportan macronutrientes (N, P, K), micronutrientes y elementos traza (Cu, Zn) y materia orgánica para aporte de estructura de suelo.

Se debe considerar que los desechos de acuicultura sólo el 13% son materia sólida, donde el otro 87% es disuelto en el efluente. El empleo de filtros de Tambor de bacterias microbacter permitirá la retención de posibles contaminantes de la columna de agua, además de nitrificarla.



Uso de lodos de salmonicultura para mejoramiento de praderas. Francisco Salazar Spelberg.

Productos

Los productos producidos en CAP son principalmente para alimentación humana. Sin embargo, la versatilidad de usos de los estanques permite una diversificación productiva.

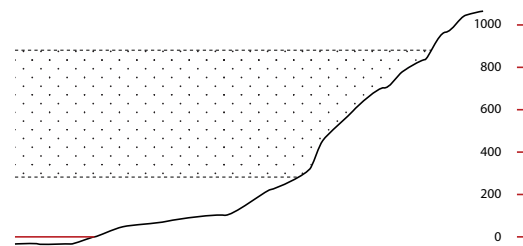
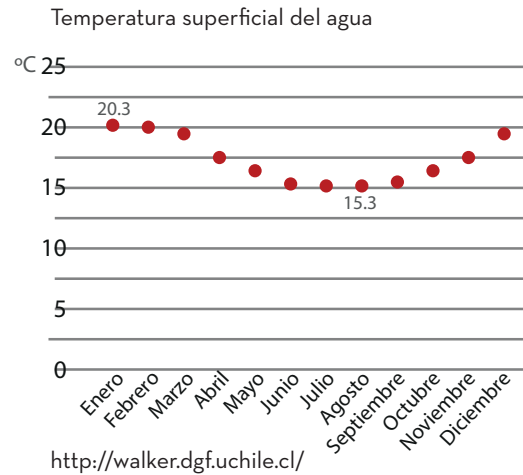


Santelices, 2012.

Se debe considerar que las algas propuestas pueden ser potencialmente utilizadas como; alimento humano, alimento de animales, Agar, Alginatos, Carragenatos, celulosa y papel y agroquímicos y fertilizantes.²¹ Otros posibles usos de la producción algal es la industria farmacéutica, producción de combustibles, cosmetología y mitigación de toxinas.

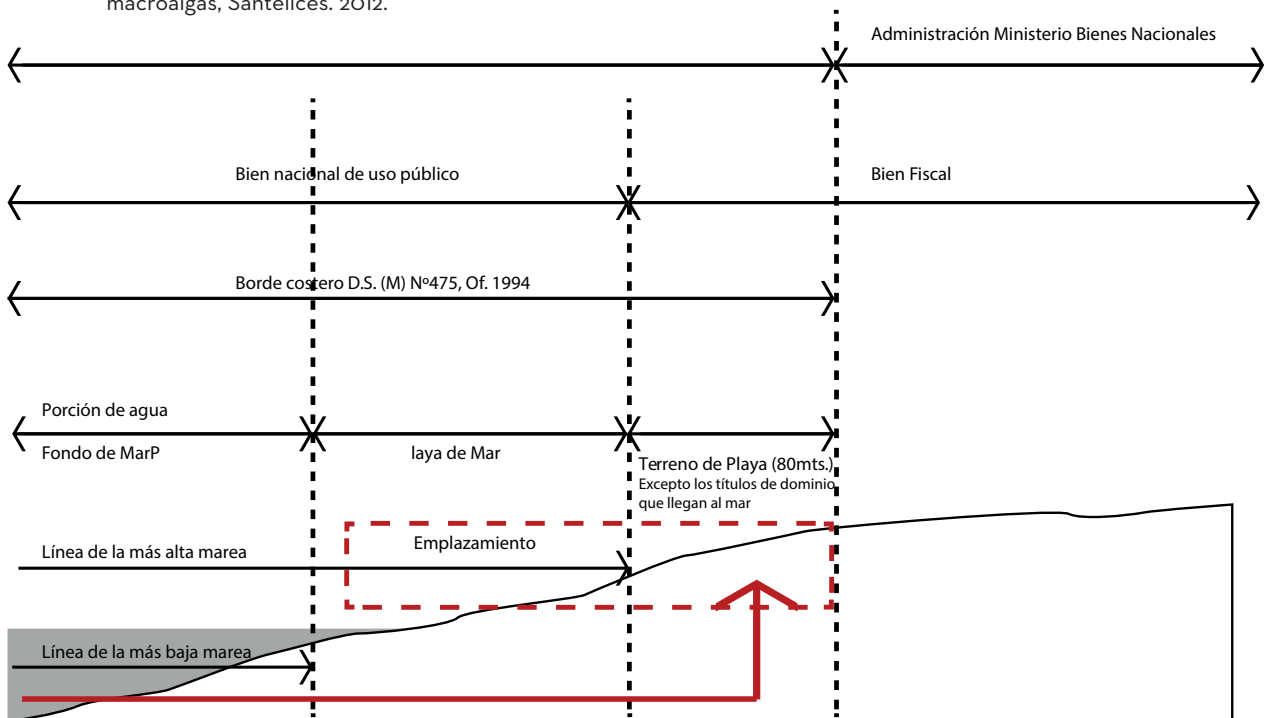


Fotobiorreactores para producción de microalgas, www.ga.com

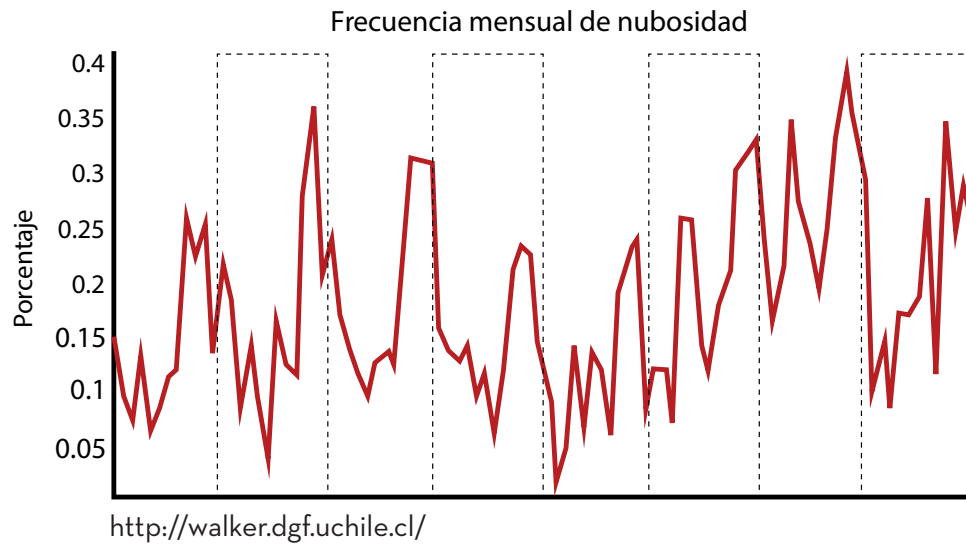


Otros antecedentes

²¹ Importancia económica y ecológica de las macroalgas, Santelices. 2012.



Jurisdicción borde costero. Ministerio de Defensa
 Proyecto se emplaza dentro de la jurisdicción del MINDEF. Actúa como terreno concesión marítima según Art.67 Ley de Pesca y Acuicultura. Necesita además una aprobación de extracción de aguas marinas



La camanchaca es un fenómeno periódico durante el año. Los estanques de acumulación permitirán solventar a la industria en los momentos de baja nubosidad.

Gracias familia, por todo.