



UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA
SANTIAGO, CHILE

CENTRO DE CULTIVO DE ALGAS JARDÍN MARINO

NICOLÁS ALEJANDRO ORTIZ BAHAMÓNDEZ
MEMORIA DE TITULACIÓN
PARA OPTAR AL TÍTULO DE ARQUITECTO
MODALIDAD PROYECTO DE ARQUITECTURA

PROFESOR REFERENTE
PABLO SILLS

DICIEMBRE, 2025



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☒ Memoria o trabajo de título ☐ Tesis de Postgrado

Título del trabajo: Jardín Marino Centro de Cultivo de Algas en Puerto Natales

Nombre del candidato(a): Nicolás Alejandro Ortiz Bahamóndez

Carrera / Grado: Arquitecto

Campus: San Joaquín Departamento: Arquitectura

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Pablo Sills Garrido, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a)
del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

☒ El trabajo **NO contiene** información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (**embargo**) por (marcar una opción):

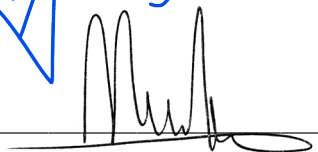
☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ 2 años ☐ 3 años ☐ 5 años ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 16-01-25 Firma: 

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 16-01-25 Firma: 

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que me han acompañado a lo largo de este camino académico.

En primer lugar, a mis profesores y profesoras, quienes contribuyeron a mi formación durante este periodo; profe Karina, profe Victor, profe Coni, profe Seba, profe Victoria, profe Cristian, profe Belén, Pacal, profe Cris, cada clase, consejo y exigencia me ayudó a crecer tanto personal como profesionalmente.

Quiero agradecer especialmente a dos profesores cuya dedicación, orientación y disposición a lo largo de estos 6 años marcaron mi desarrollo como arquitecto, en primer lugar, a Siak-Lin Pozo, que me enseñó lo inmensamente diversa que puede ser la arquitectura, encendiendo en mí un interés creativo e innovador.

Y a Pablito Sills, a quien tuve el privilegio de tener como guía durante mi título, le agradezco por su dedicación y confianza desde un principio, por la paciencia durante este proceso, pero por sobre todo, por ser un ejemplo inculcándome la visión bioclimática dentro de la arquitectura y enseñarme a amar la carrera.

A la tía Carmen y la Tía Ingrid por su apoyo, su ayuda y su buena disposición en todo momento.

A mis amigos y compañeros; Yuli, Bryan, Coni y Damián por estar presentes a lo largo de casi toda mi etapa universitaria, por las risas, las conversaciones y el apoyo que me dieron durante estos años. Gracias por hacer este proceso más llevadero y especial.

A mi amiga Catu, por apoyarme y acompañarme durante un nuevo capítulo de mi vida, gracias por siempre estar presente pese a la distancia.

Finalmente, pero no menos importante, a mi familia, por su apoyo incondicional, su amor y su confianza en mí. Su ánimo en los momentos difíciles y su alegría en cada logro han sido fundamentales para que pudiera llegar hasta aquí.

RESUMEN

La Patagonia chilena constituye uno de los territorios más australes y singulares del planeta, caracterizada por una geografía fragmentada de fiordos, canales y archipiélagos donde confluyen ecosistemas marinos y terrestres de alto valor ecológico. En este entorno, la creciente presencia de actividades productivas como la salmonicultura ha generado transformaciones significativas en los sistemas costeros, evidenciando la necesidad de repensar las formas de habitar, producir y relacionarse con el paisaje marítimo.

El proyecto Jardín Marino surge como una respuesta arquitectónica y territorial frente a esta problemática, proponiendo un centro de cultivo y restauración ecológica basado en el uso de algas como organismos regeneradores del ecosistema marino. Más que un edificio único, el Jardín Marino se concibe como un prototipo modular replicable, capaz de adaptarse a diversas condiciones del borde costero patagónico, configurando una red de infraestructuras orientadas a la investigación, el cultivo y la divulgación ambiental.

Cada módulo se plantea como una unidad adaptable y de bajo impacto, cuya modulación y programa varían según el contexto ecológico y social en el que se inserta. A través de su flexibilidad constructiva y programática, el sistema busca restaurar ecosistemas degradados, diversificar la matriz productiva y vincular a las comunidades locales con los procesos naturales del mar. Así, el proyecto articula arquitectura, ciencia y territorio en una estrategia integrada de restauración costera, donde el diseño se entiende como una herramienta activa de regeneración ambiental.

The Chilean Patagonia is one of the southernmost and most distinctive regions on the planet. Its fragmented geography—made up of fjords, channels, and archipelagos—brings together exceptionally valuable marine and terrestrial ecosystems. In recent years, however, the expansion of industrial activities such as salmon farming has significantly altered these coastal environments, making it clear that we must rethink how we inhabit, produce, and relate to the maritime landscape.

The project “Jardín Marino” is conceived as an architectural and territorial response to this challenge. It proposes a center for ecological cultivation and restoration that uses seaweed as a regenerative organism within the marine ecosystem. Rather than a single building, the Marine Garden functions as a replicable modular prototype, capable of adapting to different conditions along the Patagonian shoreline. Together, these modules form a network of infrastructures dedicated to research, cultivation, and environmental education.

Each module is designed as a low-impact, adaptable unit whose layout and program vary depending on the ecological and social context in which it is placed. Through its constructive and programmatic flexibility, the system aims to restore degraded ecosystems, diversify local productive activities, and strengthen the connection between coastal communities and the natural processes of the sea. Therefore, the project articulates architecture, science, and landscape into an integrated coastal restoration strategy—where design becomes an active tool for environmental regeneration.

GLOSARIO

Acuicultura: actividad que tiene por objeto la producción de recursos hidrobiológicos organizada por el hombre.

Cultivo Multitrófico: también llamado acuicultura multitrófica integrada (AMTI)— es un sistema de producción en el que se cultivan diferentes especies que ocupan distintos niveles tróficos para que aprovechen los recursos y residuos unas de otras.

Concesión marítima: autorización otorgada por el Estado para usar y aprovechar un área del borde costero, del mar territorial o de playas fiscales con un fin específico.

Espora: célula reproductiva muy resistente que producen algunos organismos para sobrevivir en condiciones difíciles y permitir su dispersión.

Esporofito: es una de las dos fases del ciclo de vida de muchas plantas, algas y hongos, especialmente en organismos que presentan alternancia de generaciones. Su función principal es producir esporas, que luego darán origen al gametófito, la otra fase del ciclo.

Eutrofización: proceso en el que un cuerpo de agua, como un lago, embalse, río o zona costera, recibe un exceso de nutrientes, principalmente nitrógeno y fósforo.

INFA: Informe Ambiental que deben presentar los centros de cultivo para evaluar y demostrar su impacto sobre el fondo marino (bentónico).

Soros: son grupos o conjuntos de esporangios que se encuentran generalmente en la cara inferior de las hojas de los helechos. Los esporangios son las estructuras donde se producen y almacenan las esporas, que permiten la reproducción del helecho.

Zoospora: tipo de espora móvil, es decir, una célula reproductiva que puede desplazarse activamente gracias a uno o varios flagelos. Las producen algunos hongos, algas y protistas acuáticos.

Parque Nacional (PN): *“Regiones establecidas para la protección y conservación de las bellezas escénicas naturales y de la flora y la fauna de importancia nacional, de las que el público pueda disfrutar mejor al ser puestas bajo la vigilancia oficial”. (CONAF, 2020).*

Parque Marino (PM): *“Es un área destinada a preservar unidades ecológicas de alto interés para la ciencia y como patrimonio natural, cautelando la mantención y diversidad de las especies hidrobiológicas y su hábitat. Todo Parque contará con un Plan General de Administración (PGA). En ellos no podrá efectuarse ninguna actividad, salvo aquellas que se autoricen con propósitos de observación e investigación. Están bajo la tuición de SERNAPESCA”. (SERNAPESCA, 2023).*

Reserva Nacional (RN): *“Regiones establecidas para la conservación y utilización, bajo vigilancia oficial, de las riquezas naturales, en las cuales se dará a la flora y la fauna toda protección que sea compatible con los fines para los que son creadas estas reservas”. (CONAF, 2020).*

Reserva Marina (RM): *“Es un área de conservación de recursos hidrobiológicos, cuyo objeto es proteger zonas de reproducción y hábitat de especies clave para la actividad económica de las regiones y del país. En ellas sólo podrán efectuarse actividades según su Plan General de Administración o PGA, y sólo podrán autoricen actividades con propósitos de observación, investigación, y extractivas autorizadas sólo por períodos transitorios. Están bajo la tuición de SERNAPESCA”. (SERNAPESCA, 2023).*

ÍNDICE

RESUMEN	3
ABSTRACT	4
GLOSARIO	6
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	11
1.1 Temática	12
1.2 Problemática	14
1.3 Objetivos	18
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	21
2.1 Industria de las algas	22
2.2 Fitorremediación	25
2.3 Alguicultura en Chile	26
Zonificación de la Industria	27
Principales especies cultivadas	27
Normativa y regulación	28
2.4 Cultivo de Algas	30
Proceso de cultivo	31
Característica de los recintos	32
2.5 Referentes	34
Nacionales	34
Internacionales	36
CAPÍTULO 3: ESTRATEGIAS PROYECTUALES	39
3.1 Propuesta Proyectoal	40
3.2 Alcances	41
3.3 Ubicación puntos estratégicos	42

CAPÍTULO 4: CRITERIOS DE INTERVENCIÓN	45
4.1 Ubicación	46
Puerto Natales	46
Relación con Industria Salmonera	48
4.2 Análisis bioclimático	50
Clima	50
Asoleamiento	51
Precipitaciones	52
Vientos	53
Estrategias bioclimáticas	54
Zonas térmicas	57
4.3 Normativa	58
Zonificación	60
CAPÍTULO 5: FUNDAMENTOS DE PROYECTO	61
5.1 Emplazamiento	62
5.2 Volumetría	66
5.3 Programa	74
5.4 Sistema Estructural	78
5.5 Instalaciones	86
CAPÍTULO 5: PROYECTO DE ARQUITECTURA	89
BIBLIOGRAFÍA	104

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Industria Salmonera en Chile y su impacto ambiental

TEMA

DETERIORO AMBIENTAL EN ÁREAS PROTEGIDAS

La Patagonia chilena constituye uno de los territorios más australes y singulares del mundo. Se extiende desde la región de Los Lagos hasta la región de Magallanes y la Antártica Chilena abarcando una gran cantidad de paisajes y ecosistemas. Se caracteriza por su geografía fragmentada, marcada por fiordos, canales, archipiélagos y cordones montañosos, generando una riqueza biológica singular, donde la interacción entre sistemas terrestres y marinos sostiene una biodiversidad de alto valor ecológico, científico y cultural.

La importancia ecológica de la zona ha llevado a la creación de un amplio sistema de áreas protegidas, tanto marinas como terrestres, orientadas a la conservación del carácter prístino y frágil de estos ecosistemas que forman parte del patrimonio natural y cultural de Chile y el mundo. En este sentido, se presenta como un territorio estratégico en materia de conservación, investigación científica y educación ambiental.

Sin embargo, a pesar de su aparente aislamiento territorial, la Patagonia enfrenta crecientes amenazas derivadas de la intervención humana. La expansión de actividades productivas como la salmonicultura, la sobreexplotación de recursos y el impacto del cambio climático ponen en riesgo la conservación de estos ecosistemas frágiles.

En este contexto, surge la necesidad de replantear el modo en que las comunidades se relacionan con su entorno natural. La valorización de recursos naturales, como el cultivo de algas, representa una alternativa que no solo promueve la preservación del medio ambiente, sino que también abre oportunidades para el desarrollo económico y cultural de la región.

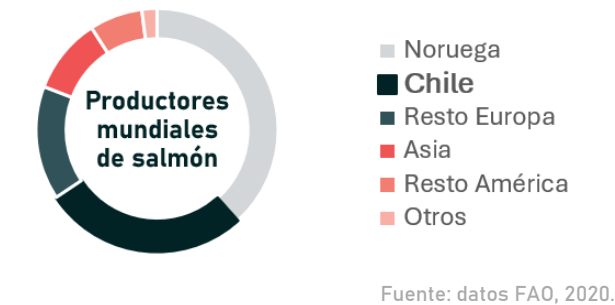


Diego Delso. Cuernos del Paine, Parque Nacional Torres del Paine, Chile

PROBLEMÁTICA

INDUSTRIA SALMONERA

En las últimas décadas, la industria salmonera ha experimentado un crecimiento exponencial en la zona, consolidándose como uno de los motores principales de la economía chilena. Chile es actualmente el segundo mayor productor de salmón a nivel mundial.



PRODUCCIÓN ANUAL 2019-2024

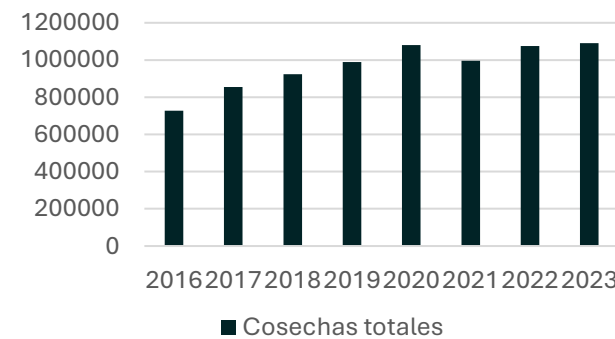
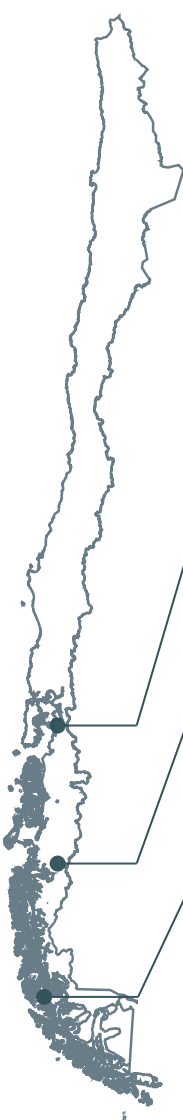


Figura 1: Cosechas totales de salmón.
Elaboración propia en base a datos SERNAPESCA, 2024.

ZONIFICACIÓN DE LA INDUSTRIA



Las principales regiones en donde se registraron cosechas fueron en la región de Los Lagos, la región de Aysén y la región de Magallanes, aportando en conjunto el 99,3% de las cosechas totales del país.

Región de Los Lagos

- 560 Concesiones
- 400.115 ton cultivos
- 11,3% PIBRegional

Región de Aysén

- 765 Concesiones
- 297.278 ton cultivos
- 19,4% PIBRegional

Región de Magallanes

- 215 Concesiones
- 84.808 ton cultivos
- 2,2% PIBRegional

Figura 2: Principales regiones donde se desarrolla la acuicultura.
Elaboración propia en base a datos SUBPESCA 2024

PROBLEMÁTICA

CONCESIONES ACUÍCOLAS EN ÁREAS PROTEGIDAS

Entre la Región de Los Lagos, la Región de Aysén y la Región de Magallanes se concentra un total de 1.380 concesiones otorgadas, las cuales abarcan una superficie aproximada de 15.324,81 hectáreas, además de 160 concesiones en trámite que suman 2.228,6 hectáreas adicionales.

Sin embargo, alrededor del 30% (408 concesiones) se emplaza en zonas con algún grado de protección ambiental, tanto en la Región de Aysén como en la Región de Magallanes.

ÁREA PROTEGIDA	REG	OTORGADA		EN TRÁMITE	
		Nº	SUP _(HA)	Nº	SUP _(HA)
PN Alberto de Agostini	MAG	19	97,91	-	-
PN Isla Magdalena	AYS	8	65,01	3	7,13
PN Laguna San Rafael	AYS	2	3	-	-
PN Bernardo O'Higgins	AYS	-	-	1	19,99
RN Kawésqar	MAG	66	1371,5	54	606,8
RN Las Guaitecas	AYS	313	2165,9	10	66,1
TOTAL		408	3.514,2	68	700

Fuente: elaboración propia en base a información del Visualizador de Mapa de Acuicultura (Subpesca, 2024) y del Catastro de Bienes Nacionales (MBN, 2024).

Figura 3: Mapa concesiones acuícolas en áreas protegidas
Elaboración propia en base a datos SERNAPESCA, 2024.

PROBLEMÁTICA

IMPACTO AMBIENTAL DE LA SALMONICULTURA

El cultivo de salmones en Chile se desarrolla principalmente mediante sistemas de jaulas flotantes emplazadas en el mar, este modelo de producción intensiva ha sido asociado a diversos impactos ecológicos producidos principalmente por malas prácticas que se llevan a cabo dentro de estos centros:



La **alteración de los ambientes bentónicos** debido a la acumulación de heces y alimento no consumido bajo las balsas jaulas.



La **introducción de especies exóticas** alterando el funcionamiento de los ecosistemas.



La **propagación de enfermedades** y parásitos hacia las poblaciones de peces silvestres.



Los efectos ecológicos y genéticos derivados de los **escapes de salmones**, especialmente preocupantes en zonas con especies nativas vulnerables.



El **uso intensivo de antibióticos** y productos químicos para el control sanitario, los cuales alteran la calidad del agua.

Fuente: Impacto ambiental de Salmonicultura en dos aspectos: Sombra bajo las aguas y los salmones escapados (BCN, 2024).

INFORMES DE IMPACTO AMBIENTAL

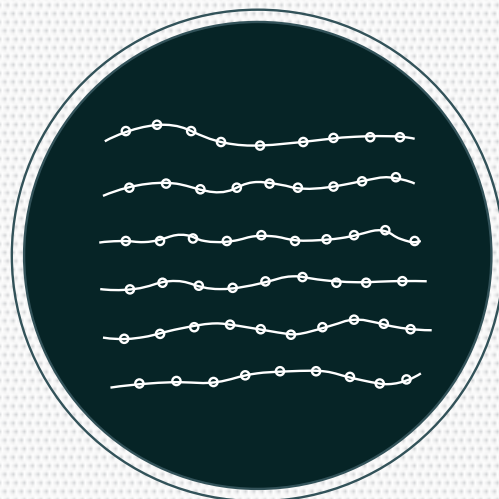
Se realizan Informes Ambientales para la Acuicultura (INFA) de manera periódica, con el objetivo de monitorear los niveles de oxigenación del agua en las zonas donde se encuentran los centros de cultivo. Estos informes permiten mantener un constante seguimiento de las condiciones ambientales y una regulación más efectiva de los impactos provocados por las concesiones.

Como se observa en la tabla a continuación, la Región de Aysén y la Región de Magallanes corresponden a los dos porcentajes más altos de casos anaeróbicos, siendo estas regiones en donde justamente hay una mayor cantidad de áreas protegidas en donde se desarrolla la acuicultura.

REGIÓN	AERÓBICA		ANAERÓBICA		TOTAL	%
	2021	2022	2021	2022		
Coquimbo	0	1	0	0	1	0
Los Ríos	5	4	0	0	9	0
Los Lagos	141	169	20	19	348	11,2
Aysén	129	107	37	60	333	29,1
Magallanes	20	21	7	11	59	30,5

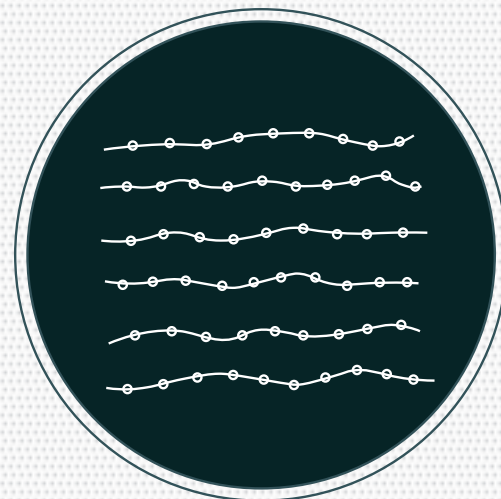
Figura X:
Fuente: Informe Ambiental de la Acuicultura, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. Diciembre 2023.

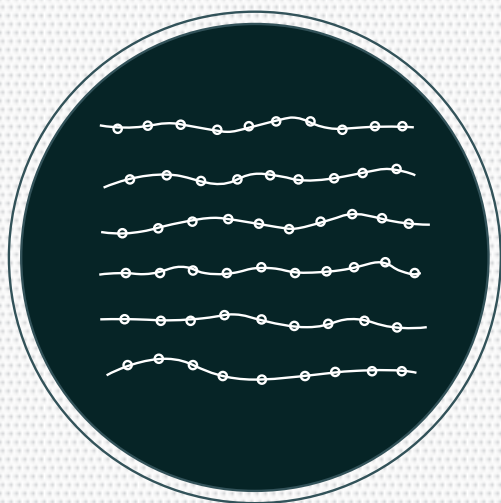
OBJETIVOS PROPUESTA GENERAL



**SISTEMA
CONSTERUCTIVO
MODULAR**

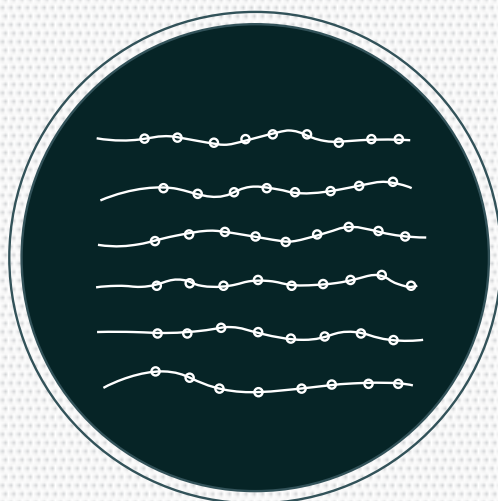
**ESTRUCTURA
REPLICABLE Y
ADAPTABLE A
DISTINTAS ZONAS**





PROPUESTA
BIOCLIMÁTICA PARA
CONDICIONES
EXTREMAS

CONFIGURACIÓN
PROGRAMÁTICA
FLEXIBLE



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Fitorremediación; cultivo de algas como medida de recuperación

INDUSTRIA DE LAS ALGAS

PRODUCCIÓN MUNDIAL

La industria de las algas ha experimentado un notable crecimiento, impulsado principalmente por los esfuerzos de países con amplios recursos marinos por diversificar sus economías mediante el aprovechamiento sostenible del océano promoviendo el desarrollo de nuevas actividades productivas

Según la FAO (Food and Agriculture Organization) de la ONU, la maricultura de algas representa un “gigante dormido” dentro de la industria. Actualmente, la producción mundial de algas —valorada en unos 11.700 millones de dólares anuales— se ha multiplicado por mil desde 1950.

ESTADO Y TENDENCIAS DE PRODUCCIÓN MUNDIAL DE ALGAS 1950-2019

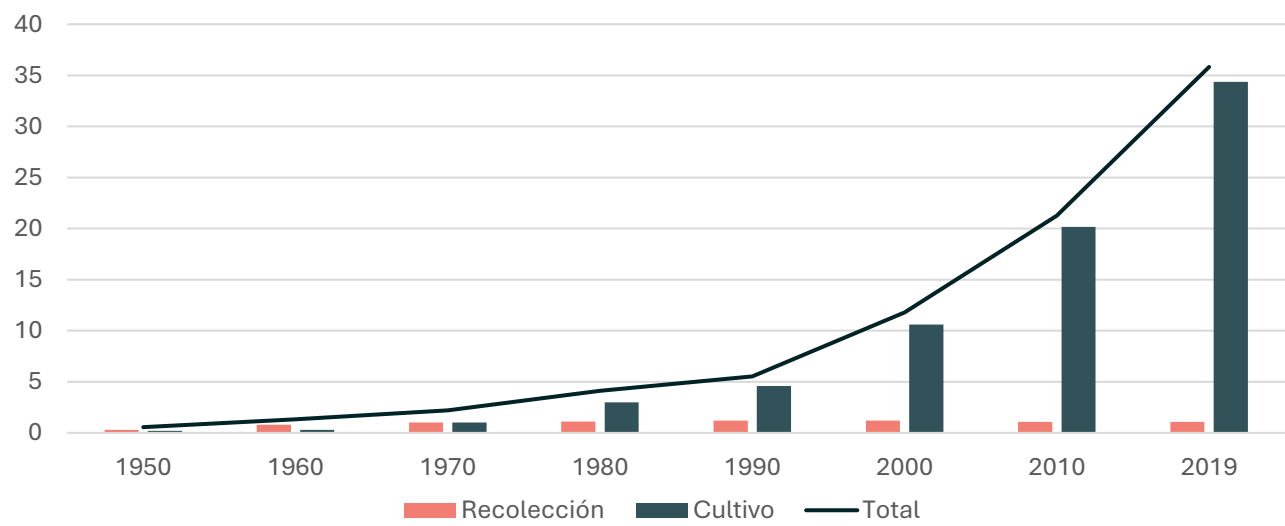


Figura 4: Tendencias de producción anual de algas.
Elaboración propia en base a Estadísticas Mundiales de Producción Pesquera y Acuícola de la FAO, marzo 2021

INDUSTRIA DE LAS ALGAS

MAYORES PRODUCTORES MUNDIALES

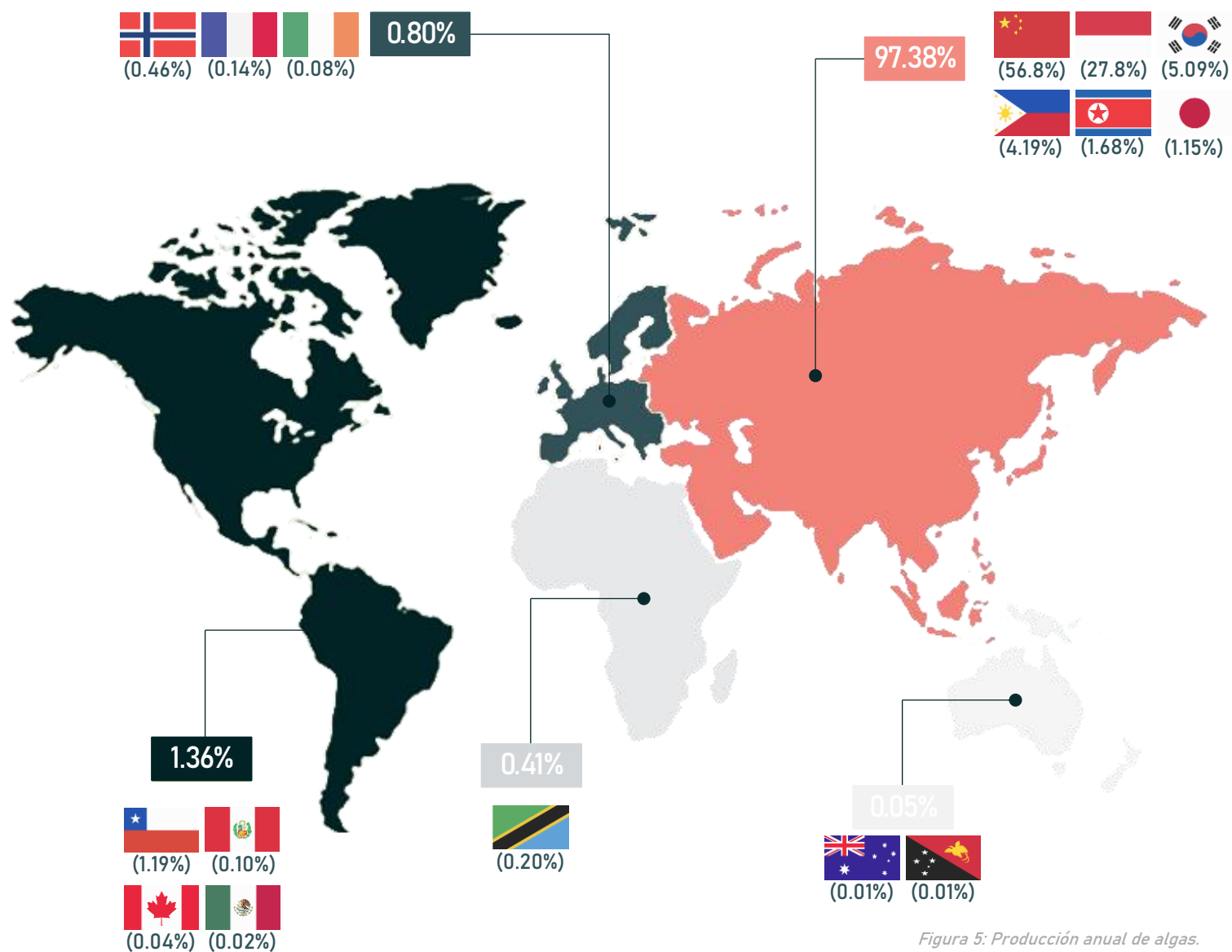


Figura 5: Producción anual de algas.
Elaboración propia en base a datos FAO 2019

INDUSTRIA DE LAS ALGAS

PRINCIPALES BENEFICIOS Y USOS

Esta industria se ha revelado como un recurso muy prometedor debido a su notable adaptabilidad, su breve periodo de desarrollo y su carácter sostenible, lo que supone un avance significativo para hacer frente a las posibles crisis de recursos. Sus principales usos son:



Consumo como alimento rico en nutrientes que contienen vitaminas, minerales y aminoácidos esenciales. Algunas algas también son ricas en proteínas, ofreciendo una alternativa potencial a las fuentes tradicionales de proteínas.



Producción de bioenergía, como biogás y biocombustible, que proporcionan una fuente de energía renovable y potencialmente neutra en carbono, lo cual sostiene los esfuerzos de mitigación del cambio climático.



Aplicaciones médicas y farmacéuticas gracias a sus propiedades antivirales, antiinflamatorias y antioxidantes (por ejemplo, los extractos de algas marinas, como los alginatos y los carragenatos, se utilizan en diversas industrias, como la cosmética o la farmacéutica, por sus propiedades espesantes y gelificantes).



Generación de fertilizantes orgánicos para reducir la dependencia de fertilizantes sintéticos e importados.

Fuente: INCOMPATIBILIDAD DE LA SALMONICULTURA CON LA RESERVA NACIONAL KAWÉSQAR: Antecedentes y contribuciones para el proceso de elaboración del plan de manejo de la reserva nacional Kawésqar

FITORREMEDIACIÓN

ALGAS COMO FILTRADORES NATURALES

Las algas además tienen la **capacidad de purificar el agua** al captar carbono durante su crecimiento, absorbiendo el exceso de nutrientes y contaminantes presentes en el agua como el nitrógeno y metales pesados.

De esta manera, el cultivo de algas permite la filtración del agua mejorando la salud de los ecosistemas dañados.

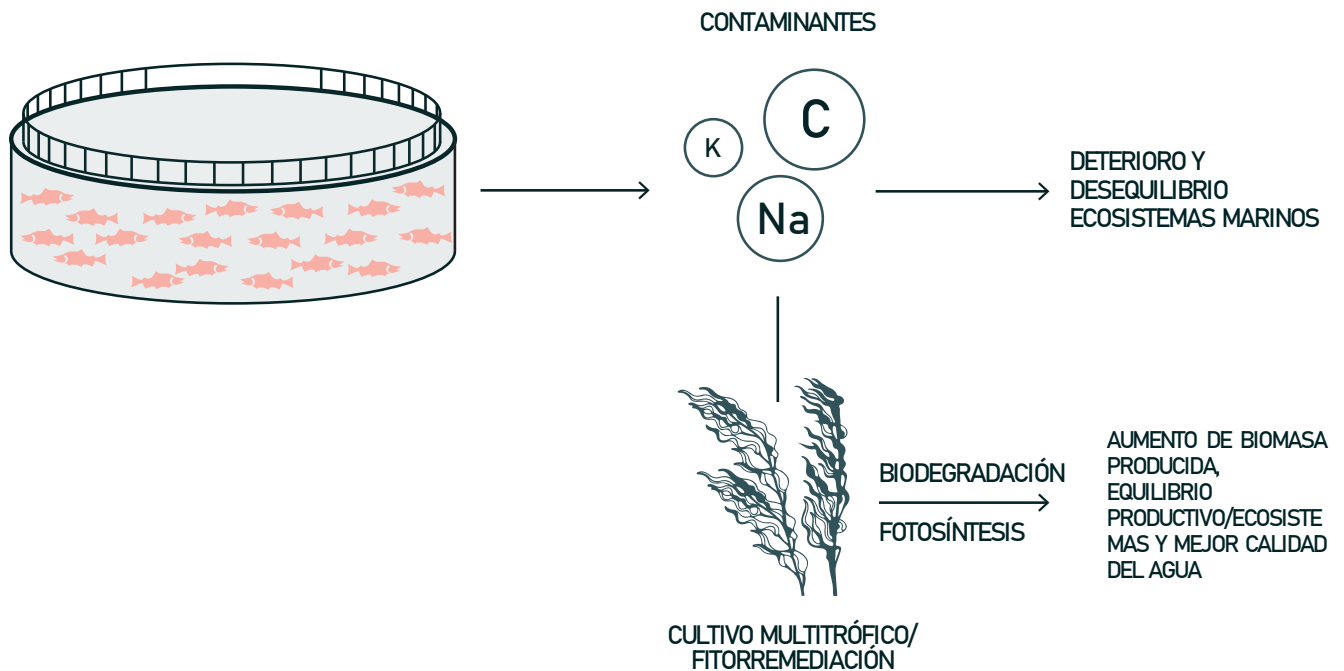


Figura 6: Diagrama fitorremediación mediante algas.

Elaboración propia en base a Tesis *MODELO DE LA FITORREMEDIACIÓN PARA SU EVALUACIÓN AMBIENTAL COMO MÉTODO DE RECUPERACIÓN DE SUELOS*

ALGUICULTURA EN CHILE

IMPORTANCIA DE LAS ALGAS EN LA INDUSTRIA ACUÍCOLA

En Chile, la cosecha acumulada de algas a diciembre fue de 194.617 ton, de las cuales 11.176 ton fueron aporte de la acuicultura, esta cifra corresponde al 5,4% de las cosechas totales de la industria acuícola.

Las principales regiones en donde se registraron cosechas fueron en la región de Los Lagos y la región de Coquimbo.

PRODUCCIÓN ANUAL

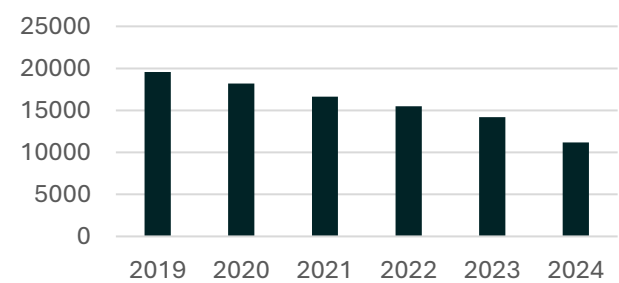


DESEMBARQUES DE ALGAS



■ Peces ■ Moluscos ■ Artes/Indus ■ Recolectores
■ Algas ■ Áreas manejo ■ Sect. Acuicola

PRODUCCIÓN ANUAL 2019-2024



Fuente: Informe Sectorial Pesca y Acuicultura, Diciembre 2024.



Fuente: SUBPESCA.

ALGUICULTURA EN CHILE

ZONIFICACIÓN DE LA INDUSTRIA Y PRINCIPALES ESPECIES CULTIVADAS

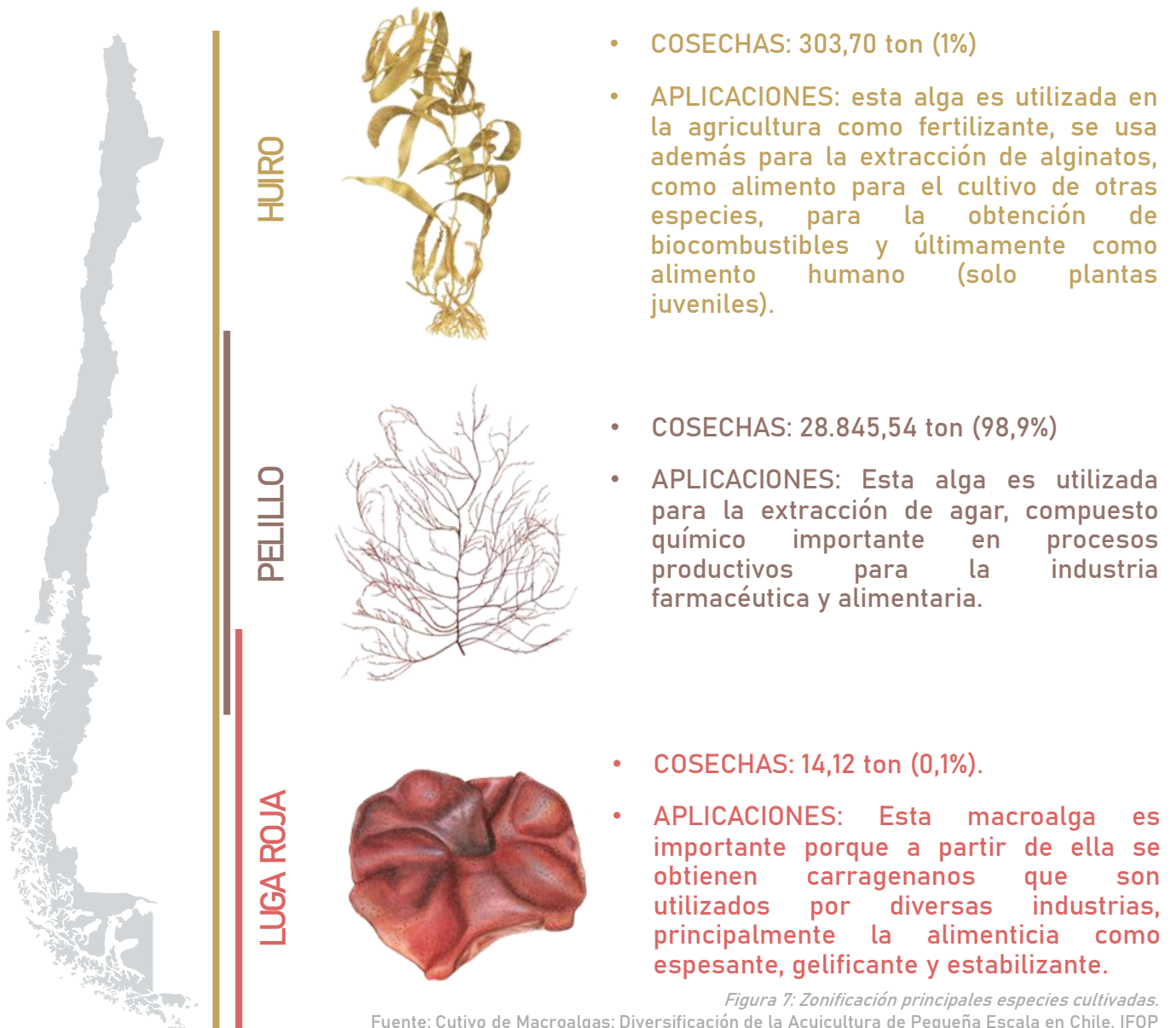


Figura 7: Zonificación principales especies cultivadas.

Fuente: Cutivo de Macroalgas: Diversificación de la Acuicultura de Pequeña Escala en Chile. IFOP

ALGICULTURA EN CHILE

NORMATIVA Y REGULACIÓN

La Ley General de Pesca y Acuicultura (Ley N.º 18.892), junto con sus modificaciones, constituye el marco legal que regula la actividad acuícola en Chile. Esta normativa tiene como propósito principal garantizar el uso sustentable de los recursos hidrobiológicos y la protección de los ecosistemas acuáticos, promoviendo prácticas productivas que sean compatibles con la conservación ambiental.

En este contexto, la ley define la acuicultura como *“toda actividad destinada al cultivo o crianza de organismos hidrobiológicos bajo condiciones controladas, ya sea con fines productivos, de investigación o de repoblamiento”*. De esta manera, el cultivo de algas en hatcheries se enmarca dentro de esta definición y queda sujeto a las mismas regulaciones que las demás actividades acuícolas.

Para desarrollar esta actividad, la legislación exige contar con una concesión o autorización de acuicultura, otorgada por la autoridad marítima (DIRECTEMAR) y evaluada técnicamente por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA).

Las concesiones marítimas son autorizaciones que otorga el Estado (a través de la Subsecretaría para las Fuerzas Armadas, dependiente del Ministerio de Defensa) para ocupar y/o hacer uso de un bien nacional de uso público que corresponde al borde costero y al mar territorial con un fin productivo, social, turístico, científico, energético o estratégico.

La normativa chilena distingue distintos tipos de concesiones marítimas, según su duración, nivel de inversión y propósito. El artículo 5º del reglamento establece que las concesiones se clasifican en mayores, menores y permisos o autorizaciones. Estas se diferencian en cuanto a su plazo, exigencias administrativas y magnitud de la obra o actividad que se pretende desarrollar:

- Concesión mayor: duración de más de 10 años e inversión superior a 2.500 UTM.
- Concesión menor: duración entre 1 y 10 años a inversión menor a 2.500 UTM.
- Permiso o autorización marítima: duración menor a un año.

Además, los proyectos deben cumplir con las disposiciones establecidas en el Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA), que establece los procedimientos de monitoreo, control de impactos y manejo ambiental.

Por otro lado, la normativa contempla un fuerte componente de fiscalización y supervisión, a cargo de instituciones como SERNAPESCA, que vela por el cumplimiento sanitario y técnico de las operaciones acuícolas, y SUBPESCA, responsable de la aprobación y control de los proyectos técnicos.

En conjunto, estas disposiciones reflejan un enfoque integral que busca equilibrar el desarrollo de la acuicultura con la protección del medio ambiente, promoviendo modelos productivos responsables y sostenibles, especialmente relevantes para la acuicultura de algas en la Patagonia, donde los ecosistemas tienen una alta sensibilidad.

Cabe mencionar, dentro del marco normativo de la industria, que actualmente el Huiro Flotador se encuentra bajo protección en la región de Magallanes, ya que el año 2024 se extendió la veda extractiva de esta alga.

Esta medida prohíbe la remoción directa, la recolección de algas varadas y la comercialización, transporte o procesamiento de la especie. La veda busca proteger los bosques submarinos de huiro flotador (*Macrocystis pyrifera*), que son ecosistemas clave para la biodiversidad marina.



Fuente: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.

CULTIVO DE ALGAS

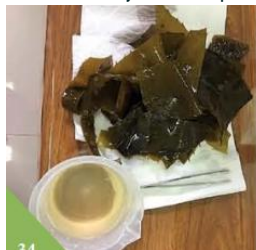
PROCESO DE CULTIVO

El cultivo de algas se realiza a través de una serie de etapas de obtención, desarrollo y maduración de esporas, que posteriormente serán trasladadas al medio marino para completar su crecimiento y consolidar la fase productiva.

Las fases iniciales se llevan a cabo en un laboratorio especializado o fico hatchery, espacio diseñado para mantener parámetros controlados de luz, temperatura, salinidad y nutrientes, factores determinantes para el correcto desarrollo del cultivo.

En este entorno, las algas pasan por procesos de inducción reproductiva, liberación y fijación de esporas, y cultivo en suspensión o en cuerdas, según la especie y el objetivo productivo. Estas etapas en ambiente controlado permiten asegurar una mayor tasa de supervivencia y calidad del material biológico principal; las esporas, además de facilitar el manejo sanitario y genético de las cepas. Una vez que las plántulas alcanzan el tamaño y resistencia adecuados, son trasladadas al mar, donde continúan su desarrollo.

Frondas fértiles y solución esporas



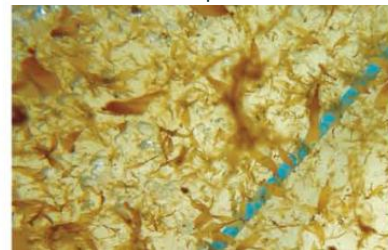
Solución de esporas con medio de cultivo enriquecido



Matraz con esporofitos juveniles



Juveniles en cultivo en suspensión



Traslado de juveniles en contenedores térmicos



Líneas inoculadas con juveniles de cultivo en suspensión

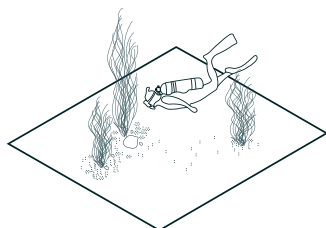


Instalación de juveniles sobre línea madre en long line

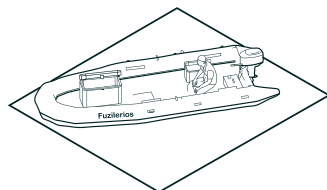


CULTIVO DE ALGAS

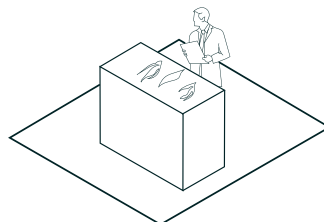
PROCESO DE CULTIVO



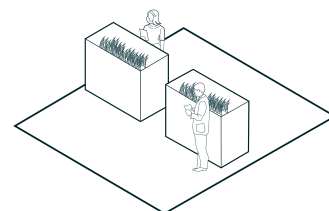
1. Recolección de hojas reproductivas



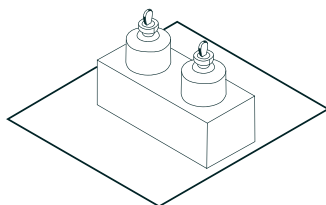
2. Transporte al laboratorio



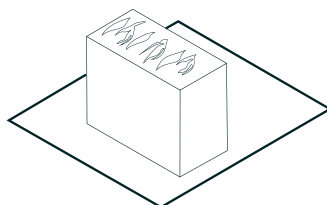
3. Selección de hojas reproductivas



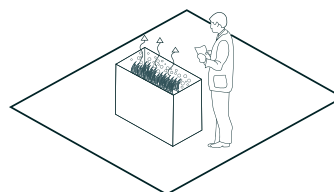
4. Limpieza y lavado de hojas con soros



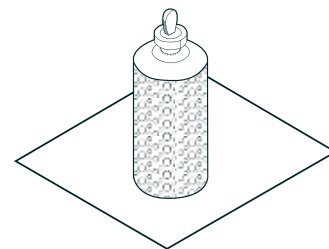
5. Enjuague con agua de mar estéril



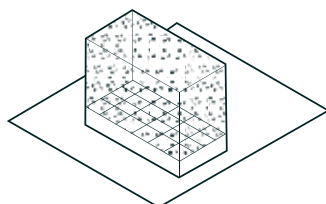
6. Secado en oscuridad



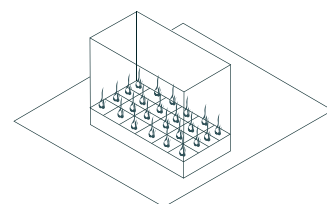
7. Rehidratación y liberación de esporas



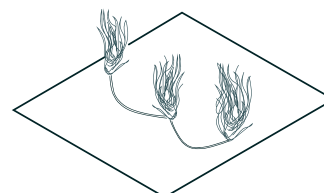
8. Acopio de esporas



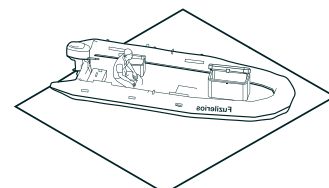
9. Inoculación para pre-cultivo en cuerda



10. Esporofitos en desarrollo



11. Amarre a cuerdas auxiliares



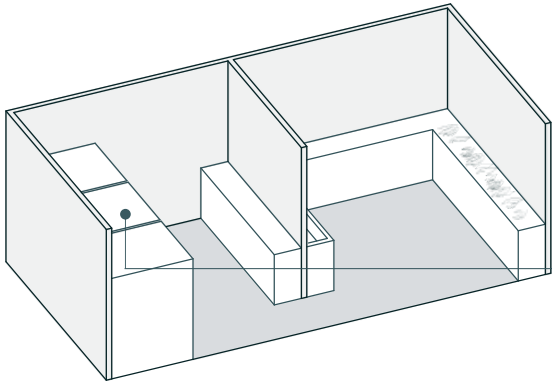
12. Traslado al estanque para cultivo

Figura 8: Proceso de cultivo de algas.

Elaboración propia en base a MANUAL DE CULTIVO DE MACROALGAS PARDAS: Desde El Laboratorio Al Océano

CULTIVO DE ALGAS

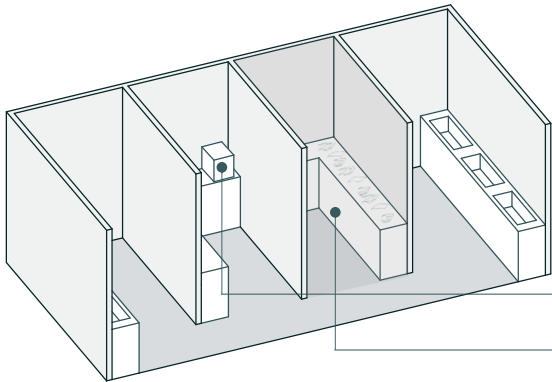
CARACTERÍSTICAS Y EQUIPAMIENTO DE LABORATORIOS



LABORATORIO DE SELECCIÓN

Almacenamiento y selección de muestras reproductivas, las cuales deben estar en condiciones de humedad y oscuridad, con temperaturas bajo los 10°C.

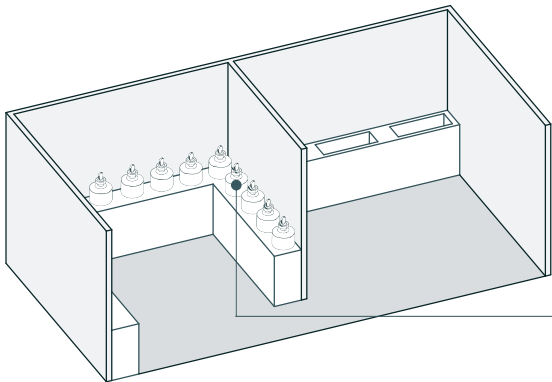
- Cámara refrigerante



LABORATORIO ESTÉRIL

Proceso de limpieza y esterilización de muestras reproductivas con chorros de agua dulce y posteriormente agua de mar estéril, para luego dejarlas secar en oscuridad por 12 hrs.

- Autoclave
- Cámara oscura



LABORATORIO DE ESPORAS

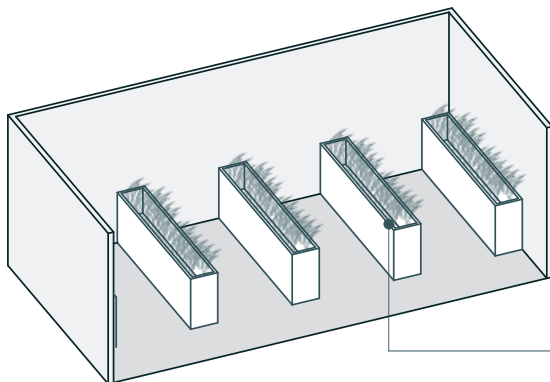
Luego de las 12 hrs se cortan las hojas y se rehidratan en una cubeta con agua de mar estéril junto con una solución enriquecida para la liberación de esporas luego de 24-48 hrs.

- Cubetas de cultivo



CULTIVO DE ALGAS

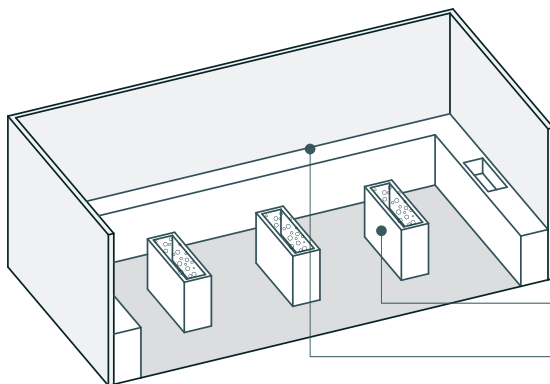
CARACTERÍSTICAS Y EQUIPAMIENTO DE LABORATORIOS



LABORATORIO DE PRE CULTIVO

Luego de la liberación de las esporas, son traspasadas a estanques de cultivo con cuerdas, a las cuales se fijan para su desarrollo. Durante este periodo se debe mantener a 17°C con fotoperiodos de 16:8 (luz:oscuridad) iluminación de 1800-2000 lux.

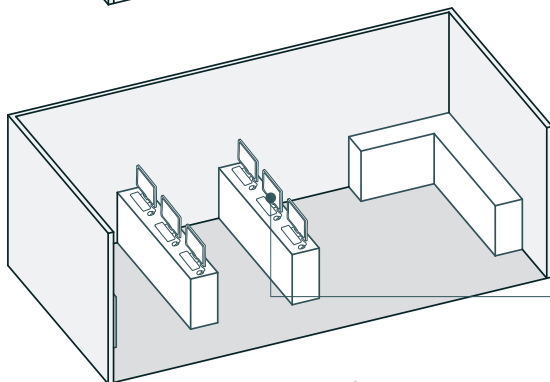
- Estanques de cultivo



LABORATORIO HÚMEDO

Equipado para llevar a cabo las investigaciones relacionadas al cultivo, en él se manipularán las muestras con las cuales se realizarán los experimentos y el seguimiento de ellos.

- Estanques
- Microscopios



LABORATORIO SECO

Recinto para las actividades de investigación en las que no hay una manipulación de muestras, sino más bien estudios de levantamiento y búsqueda de información.

- Computadores

Figura X: Equipamiento recintos del centro de cultivo.
Elaboración propia en base a MANUAL DE CULTIVO DE MACROALGAS PARDAS: Desde El Laboratorio Al Océano

REFERENTES

FUNDACIÓN CHINQUIHUE, HATCHERY DE ALGAS

ARQUITECTO: Desconocido
UBICACIÓN: Puerto Montt, Chile
AÑO: 1989
ÁREA: 150 m²

Centro de Cultivo destinada al fomento y desarrollo del subsector pesquero artesanal y del sector acuícola de pequeña escala mediante capacitación, comercialización, investigación científica y tecnológica, recuperación de recursos bentónicos, educación y protección del medio ambiente.



Fuente: Página oficial Fundación Chinquihue.

REFERENTES

ESTACIÓN COSTERA DE INVESTIGACIÓN MARINA UC



ARQUITECTO: Martin Hurtado
UBICACIÓN: Las Cruces, Chile
AÑO: 2010
ÁREA: 1678 m²

Centro dedicado a la investigación y conservación de los ecosistemas marinos costeros. Está diseñado para realizar estudios relacionados con los ecosistemas marinos costeros, con un enfoque en la biodiversidad, la ecología y el impacto humano sobre estos ecosistemas



REFERENTES

PURE OCEAN ALGAE, HATCHERY DE ALGAS

MANDANTE: Michael O'Neill
UBICACIÓN: Lickbarranhan, Irlanda
AÑO: 2019
ÁREA: 1860 m²

Es el mayor hatchery de algas de Europa, cultiva algas marinas desde esporas en tanques interiores controlados. El centro produce semillas de alta calidad, abasteciendo granjas oceánicas y posteriormente realizando el procesado de ellas.



Fuente: thefishsite.com



Ilulissat Icefjord Visitor Centre
Dorte Mandrup
Ilulissat, Greenland



Viking Ship Museum
Snøhetta
Roskilde, Denmark



Čoarvemátta Cultural Centre
Snøhetta
Kautokeino, Norway



The Burrell Collection Museum
John McAslan + Partners
Glasgow, United Kingdom

CAPÍTULO III

ESTRATEGIAS PROYECTUALES

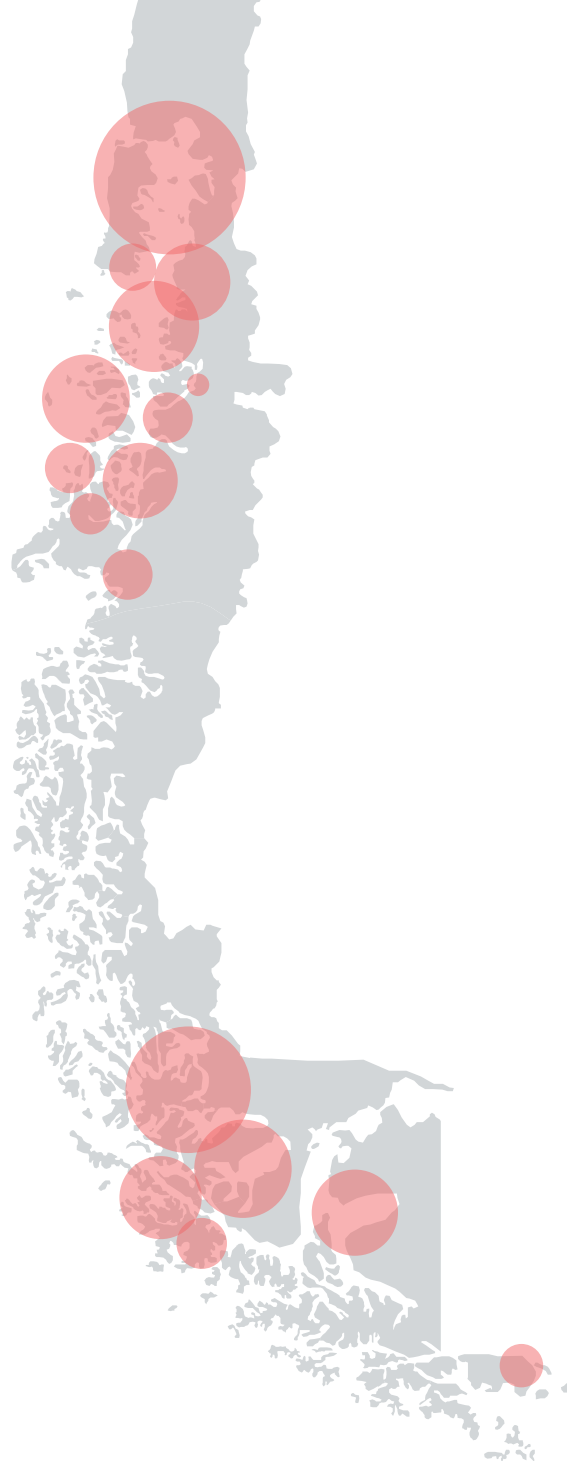
Sistema de Estructuras Modulares para el Cultivo de Algas en la Patagonia

PROPUESTA PROYECTUAL SISTEMA DE ESTRUCTURAS MODULARES PARA EL CULTIVO DE ALGAS

El Centro de Cultivo de Algas (CCA) es una plataforma dedicada al cultivo, investigación y educación sobre el manejo sostenible de los recursos acuáticos y su entorno, combinando objetivos ambientales y acuícolas con el fin de desarrollar prácticas responsables y sostenibles relacionadas al cultivo y el aprovechamiento de organismos acuáticos.

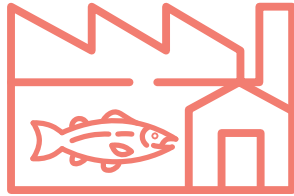
El centro pertenece a un sistema de estructuras modulares ubicadas en distintos puntos estratégicos de la Patagonia que den respuesta a cada una de estas áreas en las que se emplacen según sus características.

El propósito principal del proyecto es fomentar un equilibrio entre las actividades humanas y la preservación de los ecosistemas acuáticos. En este sentido, el Centro de Cultivo de Algas no solo busca mejorar las técnicas y tecnologías relacionadas con la acuicultura, sino también garantizar que estas prácticas sean compatibles con la salud de los entornos marinos para la conservación y protección de ellos.



PROPUESTA PROYECTUAL

ALCANCES DEL PROYECTO



Industria Salmoneras

- Ciclos de Cultivo
- Acuicultura Multitrófica
- Alimento para pescados



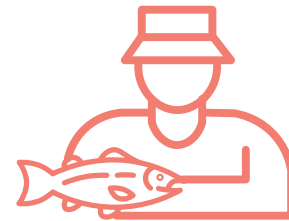
Industria Algas

- Desarrollo técnicas de Cultivo
- Aumento competitividad en mercado
- Masificación de usos en industrias



Investigación Científicos/Biólogos

- Desarrollo técnicas de cultivo
- Seguimiento e investigación
- Estrategias de repoblamiento



Comunidad Pescadores Artesanales

- Traspaso de información
- Entrega de materia prima
 - Trabajo colaborativo

PROPUESTA PROYECTUAL

CRITERIOS PARA ELECCIÓN DE PUNTOS ESTRATÉGICOS

El Centro de Cultivo de Algas (CCA) es una plataforma dedicada al cultivo, investigación y educación sobre el manejo sostenible de los recursos acuáticos y su entorno, combinando objetivos ambientales y acuícolas con el fin de desarrollar prácticas responsables y sostenibles relacionadas al cultivo y el aprovechamiento de organismos acuáticos.

El centro pertenece a un sistema de estructuras modulares ubicadas en distintos puntos estratégicos de la Patagonia que den respuesta a cada una de estas áreas en las que se emplacen según sus características.

El propósito principal del proyecto es fomentar un equilibrio entre las actividades humanas y la preservación de los ecosistemas acuáticos. En este sentido, el Centro de Cultivo de Algas no solo busca mejorar las técnicas y tecnologías relacionadas con la acuicultura, sino también garantizar que estas prácticas sean compatibles con la salud de los entornos marinos para la conservación y protección de ellos.

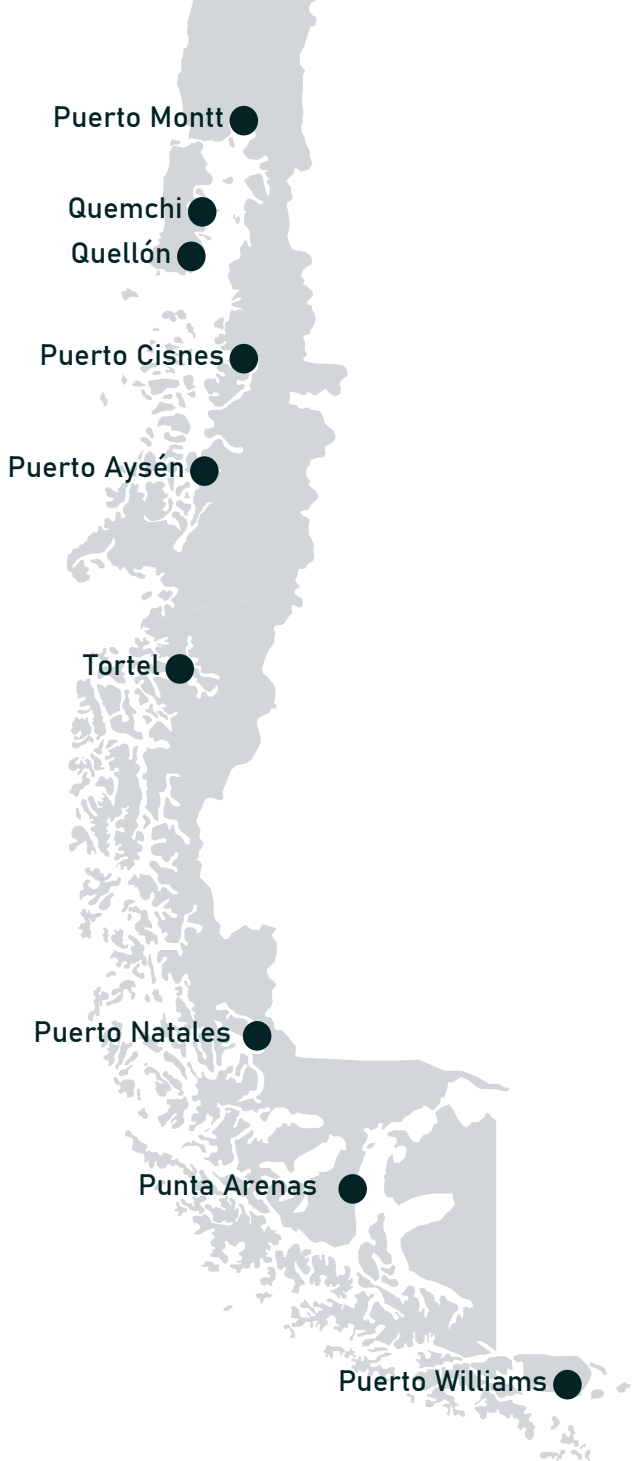
Consideraciones que se tomaron en cuenta:

- **Cercanía con áreas protegidas** buscando favorecer un mayor enfoque en el estudio y monitoreo de los ecosistemas marinos, así como el impacto que la industria genera sobre ellos. También, la proximidad con áreas protegidas permitiría impulsar proyectos de restauración y/o remediación en ecosistemas deteriorados.
- **Cercanía con centros de cultivo de salmones**, facilitando así instancias de trabajo colaborativo con la industria en el desarrollo de técnicas de cultivo menos invasivas. Además, el centro podría funcionar como un espacio de apoyo técnico y de transferencia de conocimiento, sirviendo incluso como proveedor o laboratorio experimental para los centros de cultivo cercanos.
- **Población y superficie urbana**, reconociendo la relevancia territorial y social de cada ciudad dentro de su entorno, permitiendo que el centro cuente con mayor accesibilidad y participación ciudadana. La cercanía a núcleos urbanos de mayor población facilita el acceso de visitantes, turistas y comunidades locales, fortaleciendo el componente de divulgación y educación ambiental del proyecto.

PROPUESTA PROYECTUAL

CRITERIOS PARA ELECCIÓN DE PUNTOS

ESTRATÉGICOS



LOS LAGOS

AYSÉN

MAGALLANES

CIUDAD	ÁREA	POTENCIAL
Puerto Montt	Divulgación	Capital de la Región de Los Lagos con gran relación a actividades marítimas
Quellón	Cultivo	Gran desarrollo productivo, ubicada prácticamente al lado de jaulas de engorde.
Quemchi	Cultivo	Gran desarrollo productivo, ubicada prácticamente al lado de jaulas de engorde.
Puerto Cisnes	Investigación	Cercanía con PN Isla Magdalena y PN Queulat
Puerto Aysén	Cultivo	Puerto principal de la Región de Aysén, ubicado en una zona de concesiones.
Tortel	Investigación	Cercanía con PN Laguna San Rafael y PN Bernardo O'Higgins
Puerto Natales	Divulgación	Ciudad con gran desarrollo turístico y cercano tanto a concesiones como a áreas protegidas
Punta Arenas	Divulgación	Capital de la Región de Magallanes con gran desarrollo turístico
Puerto Williams	Investigación	Cercanía con PN Cabo de Hornos, PN Yendegaia y PN Alberto de Agostini

CAPÍTULO IV

CRITERIOS DE INTERVENCIÓN

Puerto Natales como punto de germinación del Sistema de Estructuras Modulares para el Cultivo de Algas

UBICACIÓN PUERTO NATALES



Puerto Natales es una ciudad ubicada en la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena, en el extremo sur de Chile. Se sitúa a orillas del Canal Señoret, entre el Golfo Almirante Montt y el Seno Última Esperanza. Es además la capital de la Provincia de Última Esperanza y uno de los principales centros urbanos de la región.

Abarca una superficie de 49.924,10 km², aunque su población alcanza solo 21.477 habitantes, equivalente al 12,9% de la población regional.

Puerto Natales destaca por su vocación turística y su vínculo con el mar, funcionando como puerta de entrada al Parque Nacional Torres del Paine y como punto de partida hacia diversas rutas marítimas que recorren los canales y fiordos australes.

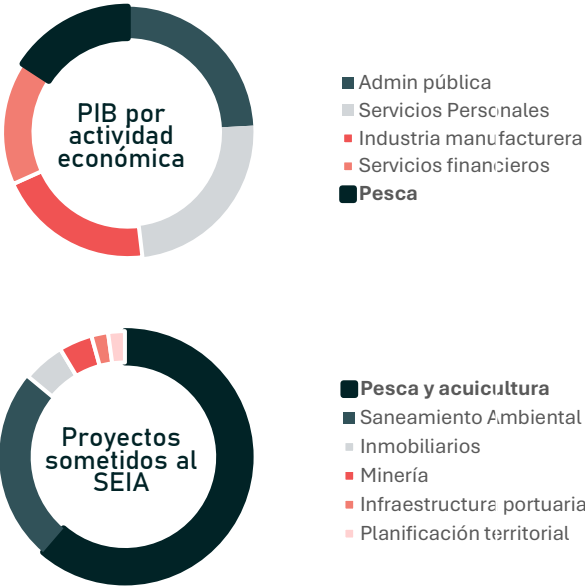
Su economía combina actividades relacionadas con el turismo, la pesca artesanal y la acuicultura, consolidándose como un nodo territorial relevante en la red de asentamientos de la Patagonia chilena.



UBICACIÓN

RELACIÓN E IMPORTANCIA DE LA CIUDAD CON LA ACUICULTURA

Si bien la información entregada por el Banco Central indica que la acuicultura no constituye la principal actividad económica, es posible evidenciar su creciente relevancia a través del aumento de proyectos sometidos a evaluación ambiental, reflejando la expansión de esta industria que se esta desarrollando en la zona.



Además, a través de la información de los gráficos se puede notar la relevancia que tienen las actividades marítimas en la ciudad.



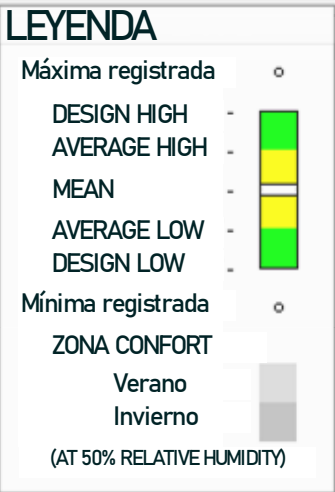


ANÁLISIS BIOCLIMÁTICO

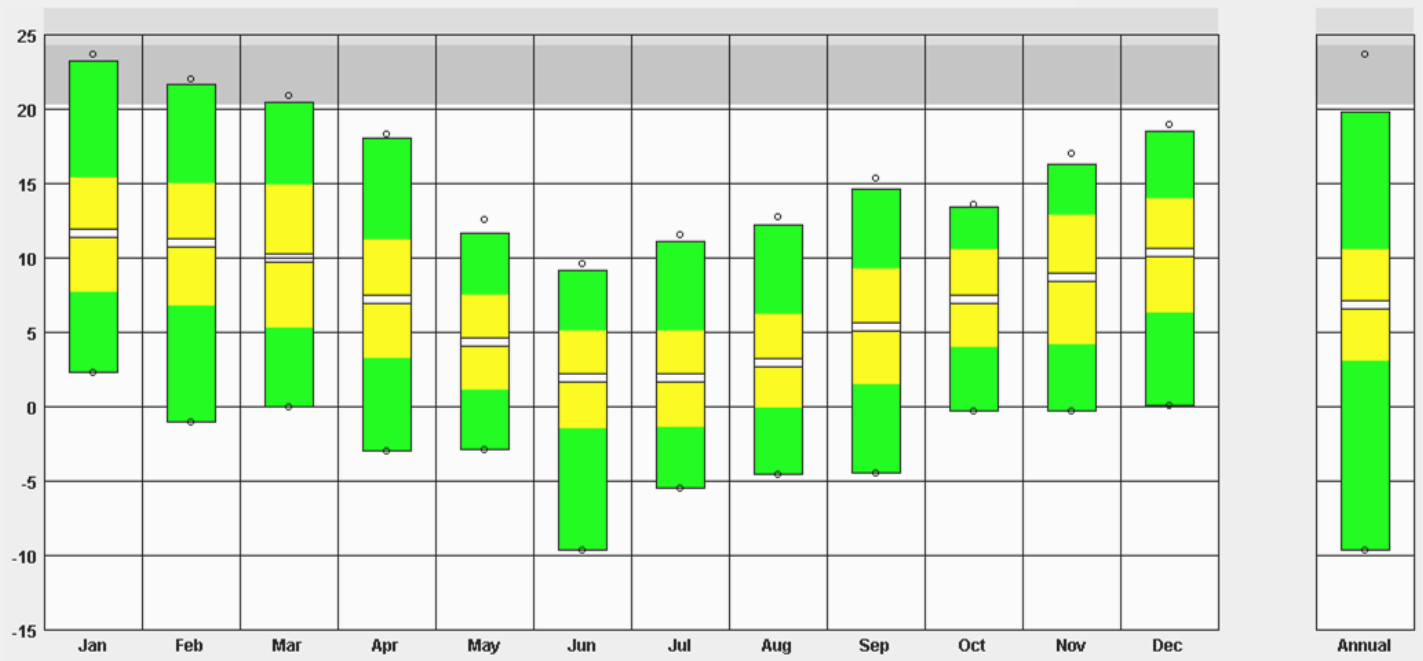
CLIMA DE PUERTO NATALES

La ciudad tiene un clima templado frío lluvioso sin estaciones secas, según la clasificación de Köppen Puerto Natales corresponde al clima Cfc (clima oceánico subpolar), este tipo de clima se caracteriza por temperaturas frías durante todo el año, precipitaciones moderadas y fuertes vientos.

Como se observa en el gráfico, las temperaturas no alcanzan el rango de confort térmico a lo largo de todo el año, lo que evidencia las exigentes condiciones climáticas de la zona en cuanto al control térmico.



RANGO DE TEMPERATURAS COMFORT TÉRMICO



ANÁLISIS BIOCLIMÁTICO SOLEAMIENTO Y RADIACIÓN SOLAR

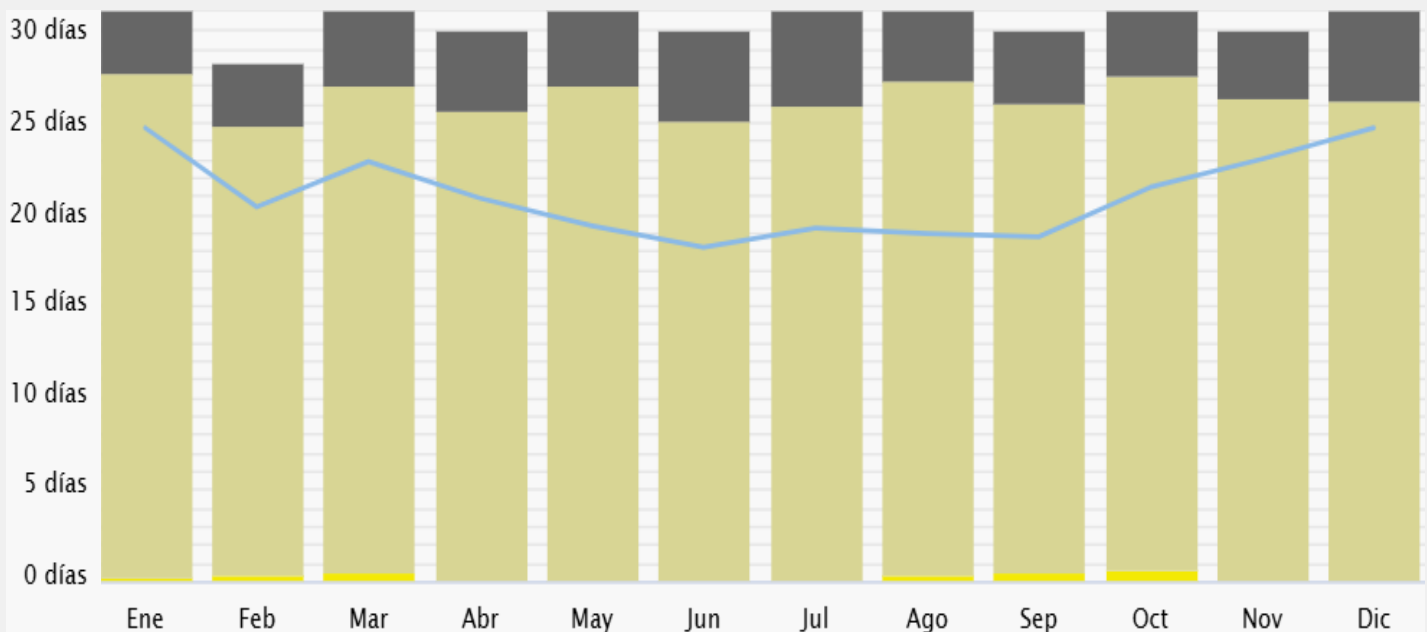
LEYENDA

- Días de precipitación
- Días soleados
- Parcialmente nublado
- Nublado

Se observa una presencia predominante de días parcialmente nublados, en menor cantidad días nublados y escasos días soleados desde agosto a septiembre y enero a marzo.

Lo anterior evidencia la necesidad de orientar aperturas en el edificio hacia el norte y así permitir obtener la mayor cantidad de radiación solar, así aprovechar al máximo la iluminación natural y el confort térmico que otorga al interior del edificio.

RANGO DE SOLEAMIENTO ANUAL POR MES



ANÁLISIS BIOCLIMÁTICO

PRECIPITACIONES Y HUMEDAD

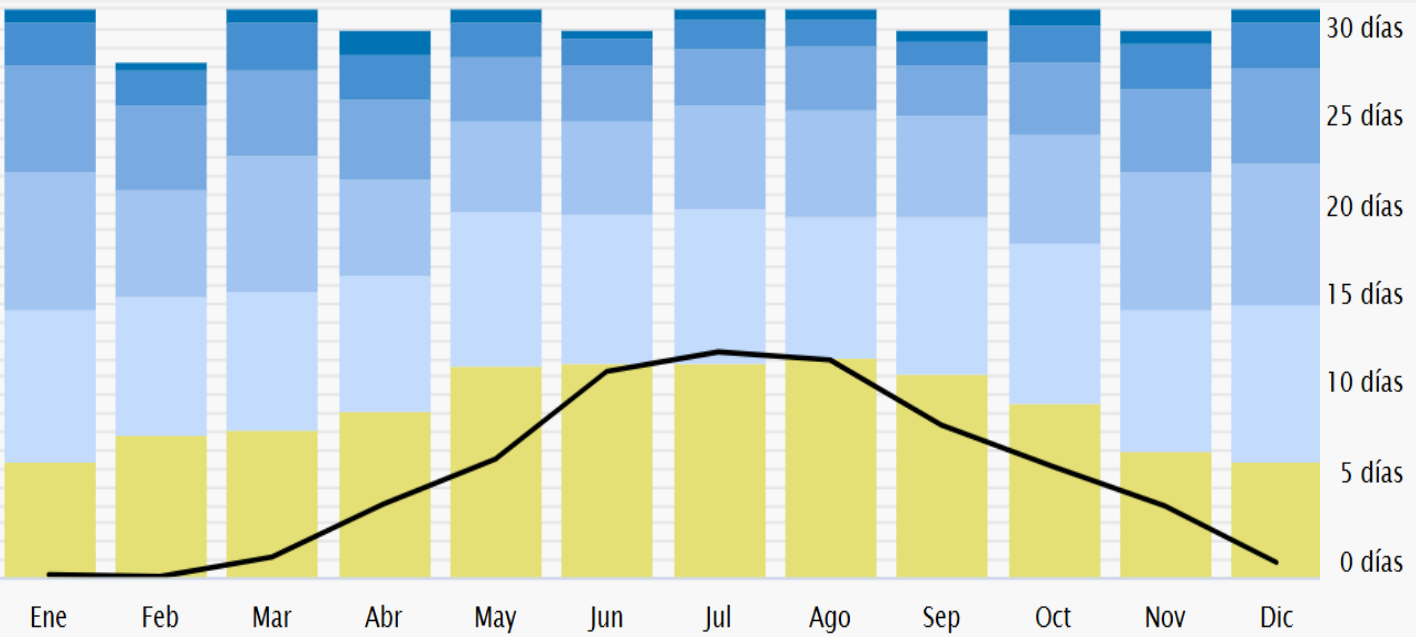
Las precipitaciones se encuentran presentes a lo largo de todo el año, con una mayor concurrencia en los meses de verano, ya que en invierno existe una fuerte presencia de nieve, sin embargo, hay registros de nevazones a lo largo de todo el año, lo que significa que las condiciones de frío extremo que hay presentes en la zona.

El edificio tiene la necesidad de proteger el interior y su estructura lo más posible, así evitar daños estructurales producto de la humedad y filtraciones, además, la cubierta debe tener un ángulo de inclinación que no permita la acumulación de nieve.

LEYENDA

- Días de nieve
- Días secos
- < 2 mm
- 2 - 5 mm
- 5 - 10 mm
- 10 - 20 mm
- 20 - 50 mm
- 50 - 100 mm

CANTIDAD DE PRECIPITACIONES ANUALES (mm)



El viento tiene una dirección predominante en sentido noroeste, sin embargo, se registran vientos provenientes de todas las direcciones, destacando los vientos en sentido noreste. Los promedios se mantienen en el rango de 2 a 6 m/s alcanzando máximas que sobrepasan los 20 m/s.

Esto combinado con porcentajes de humedad relativa que bordean el 70%, y temperaturas que no superan los 21°C, supone la presencia de corrientes frías de aire para las cuales el proyecto deberá protegerse, sobre todo para los patios de cultivo exterior, los que deberán estar cubiertos del viento.

LEYENDA

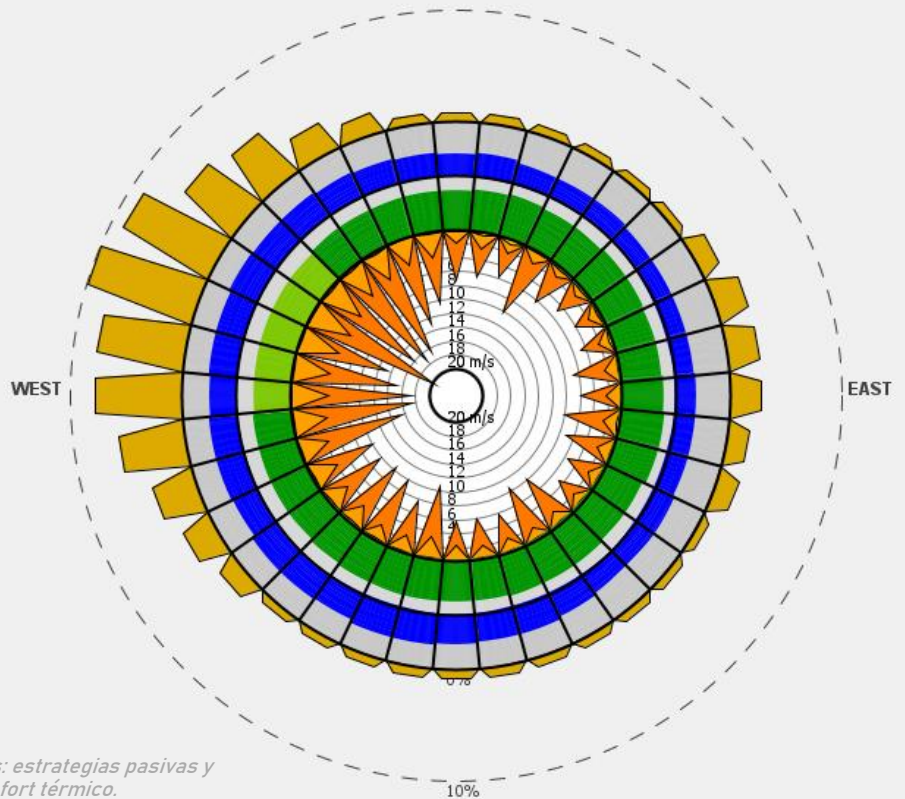
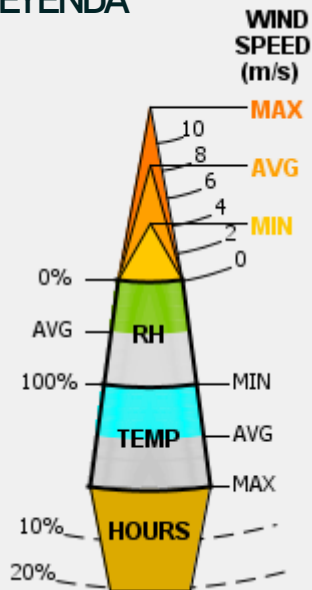


Figura 9: Psychrometric chart Puerto Natales: estrategias pasivas y activas de diseño para alcanzar el mayor confort térmico.

ANÁLISIS BIOCLIMÁTICO

ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS

DESIGN STRATEGIES: JANUARY through DECEMBER

- 0.4% 1 Comfort(31 hrs)
- 0.0% 2 Sun Shading of Windows(0 hrs)
- 0.0% 3 High Thermal Mass(0 hrs)
- 0.0% 4 High Thermal Mass Night Flushed(0 hrs)
- 0.0% 5 Direct Evaporative Cooling(0 hrs)

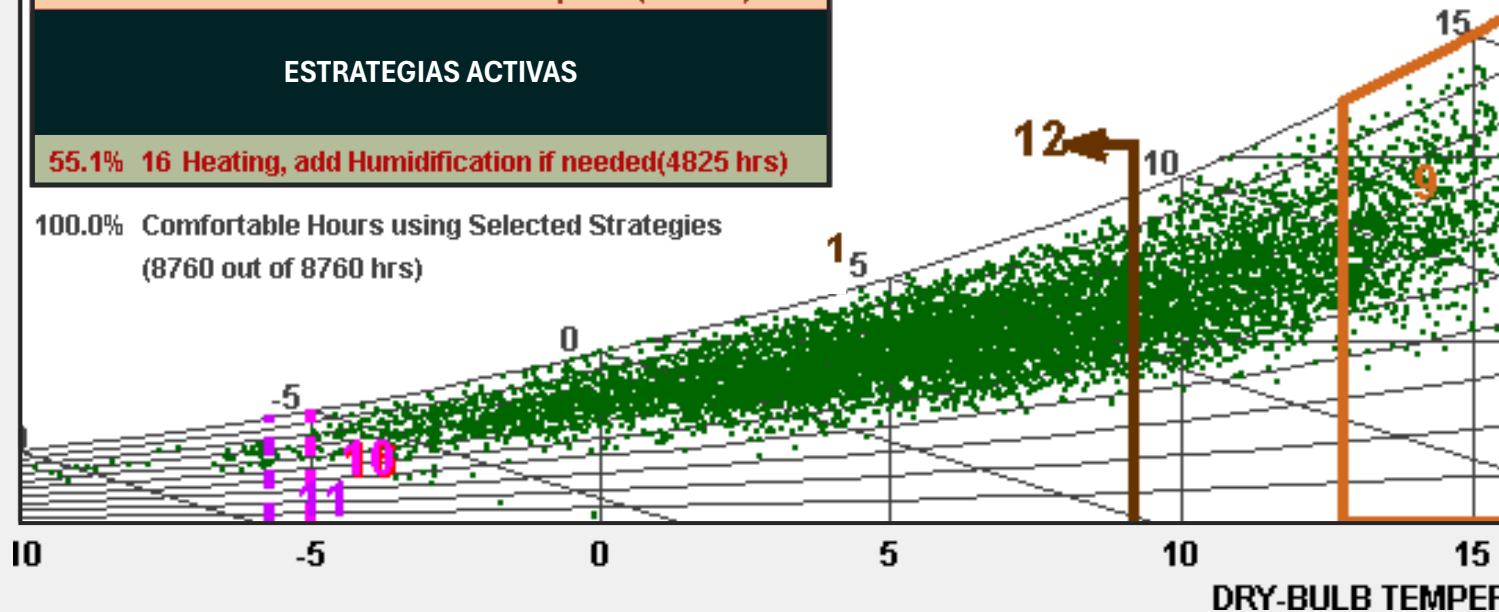
ESTRATEGIAS PASIVAS

- 11.6% 9 Internal Heat Gain(1015 hrs)
- 20.2% 10 Passive Solar Direct Gain Low Mass(1773 hrs)
- 19.8% 11 Passive Solar Direct Gain High Mass(1731 hrs)
- 5.3% 12 Wind Protection of Outdoor Spaces(468 hrs)

ESTRATEGIAS ACTIVAS

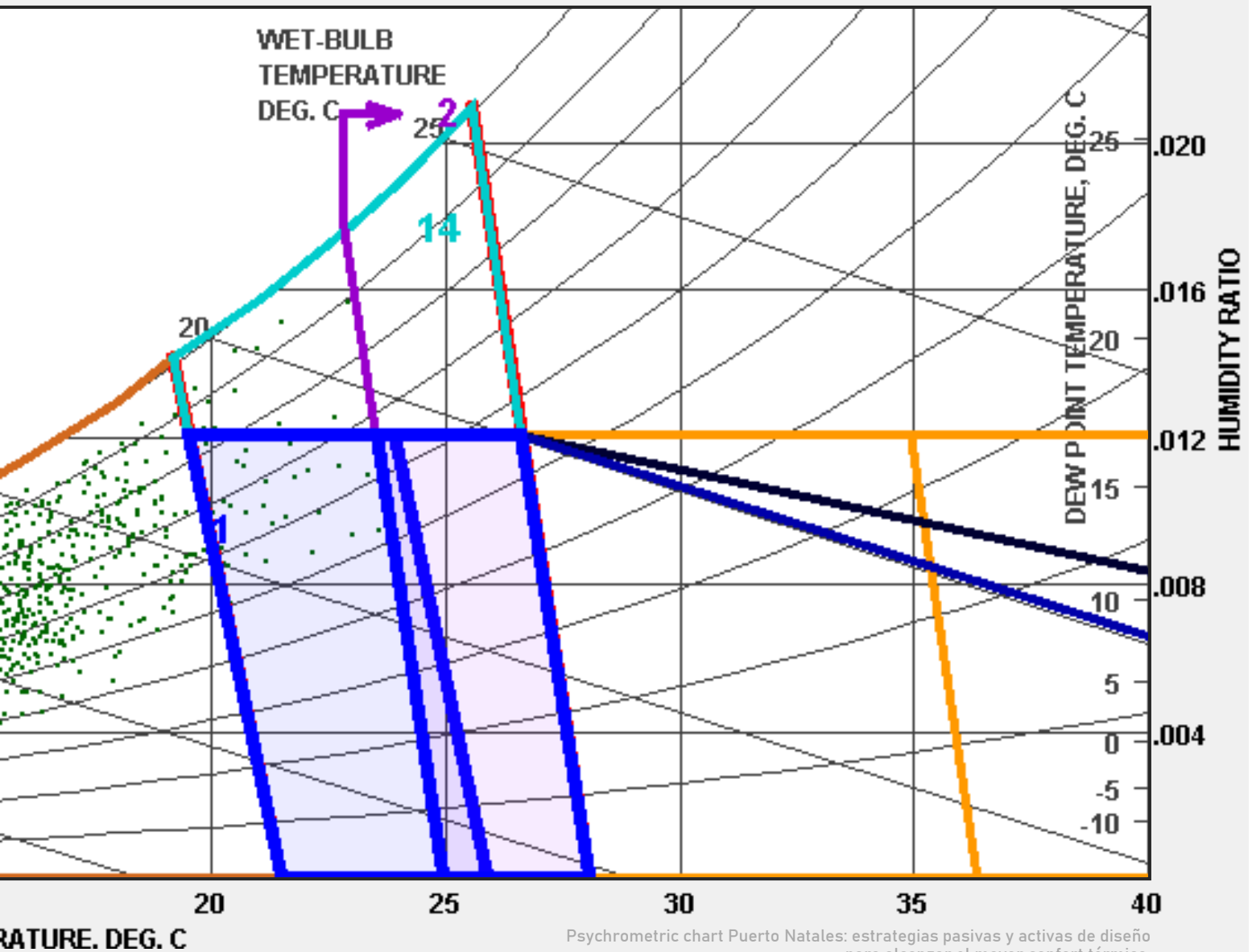
- 55.1% 16 Heating, add Humidification if needed(4825 hrs)

100.0% Comfortable Hours using Selected Strategies
(8760 out of 8760 hrs)



ANÁLISIS BIOCLIMÁTICO

ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS



ANÁLISIS BIOCLIMÁTICO

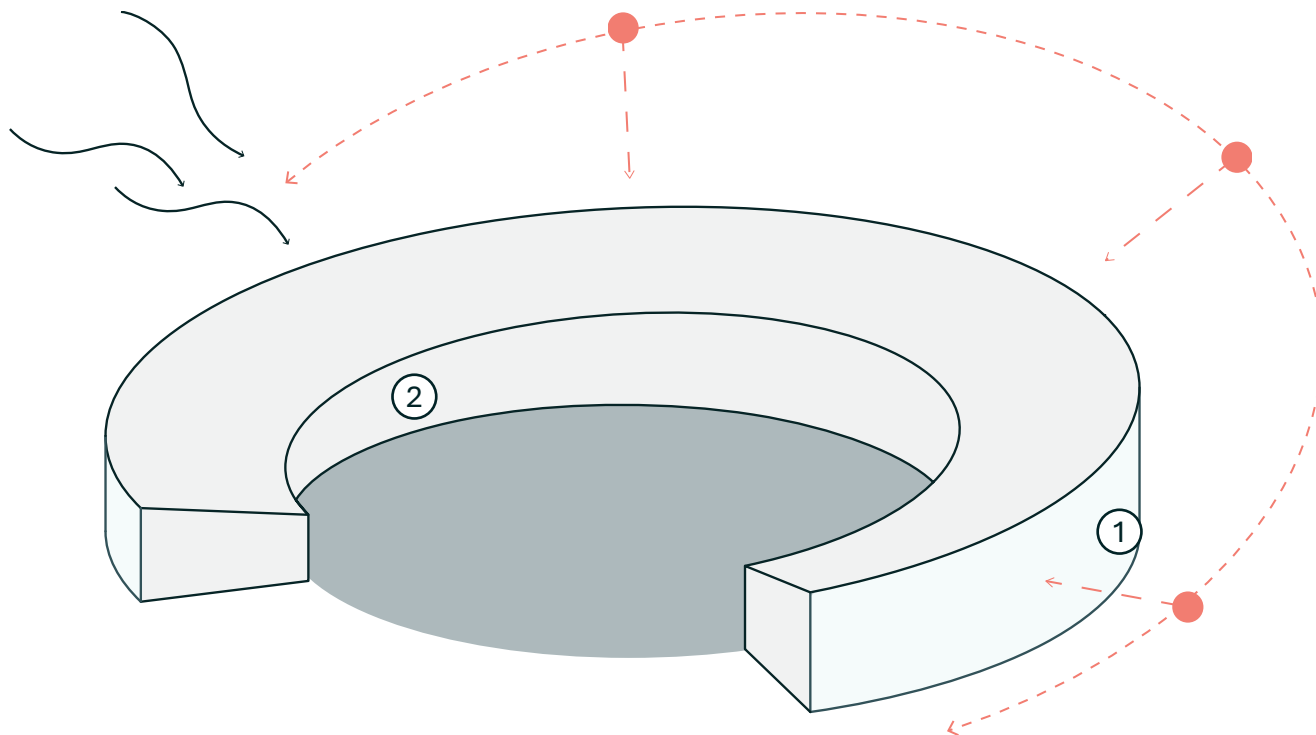
ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS

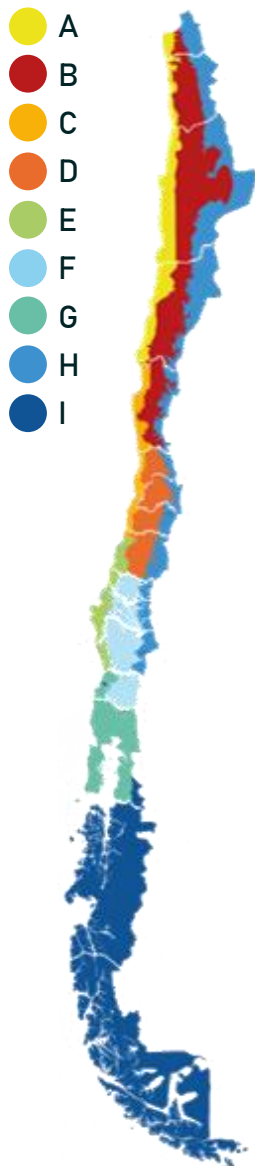
1. GANANCIA SOLAR

El mayor porcentaje de confort térmico se puede obtener a partir de la ganancia solar térmica, por lo que el edificio tiene que abrirse hacia el recorrido solar permitiendo el ingreso lumínico y térmico al edificio.

2. PROTECCIÓN DEL VIENTO

Los espacios exteriores se deben cubrir del viento, en este caso provenientes del noroeste, así permitir el funcionamiento del estanque de cultivo.





Con el objetivo de mejorar las características térmicas de los edificios a nivel nacional y así mejorar la eficiencia energética de ellos a partir de una serie de restricciones constructivas, permitiendo así generar beneficios económicos, sociales y medioambientales que contribuyan a mejorar la calidad de vida, permitiendo alcanzar temperaturas de confort y calidad del aire al interior de las viviendas, disminuir el consumo energético, contribuyendo al ahorro en gastos de calefacción; disminuir el consumo de leña, disminuyendo la emisión de material particulado al ambiente, prevenir la aparición de patologías constructivas asociadas a humedad por condensaciones, aumentando la vida útil tanto en calidad como durabilidad de las construcciones; y disminuir los gastos en mantenimiento y costos de post-venta (Decreto 15, junio 2021)

TRANSMITANCIA TÉRMICA (U) Y RESISTENCIA TÉRMICA (R_t) MÍNIMA PARA COMPONENTES ESTRUCTURALES

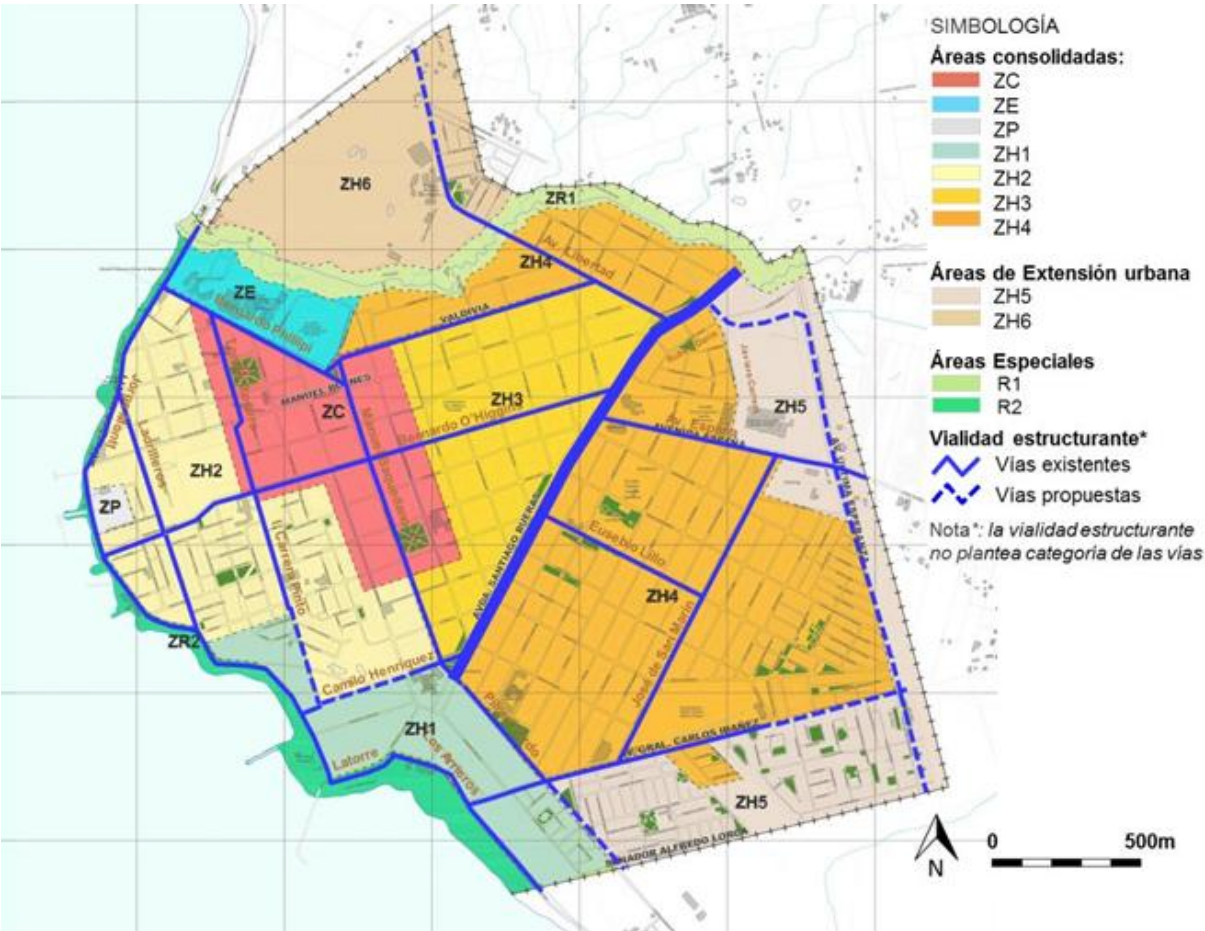
ZONA TÉRMICA	TECHUMBRE		MUROS PERIMETRALES		PISO VENTILADO		PUERTAS OPACAS	
	$U(^*)$	$R_t(^*)$	$U(^*)$	$R_t(^*)$	$U(^*)$	$R_t(^*)$	$U(^*)$	$R_t(^*)$
	W/m²k	M²k/K	W/m²k	M²k/K	W/m²k	M²k/K	W/m²k	M²k/K
A	0,84	1,19	2,10	0,48	3,60	0,28	-	-
B	0,47	2,13	0,80	1,25	0,70	1,43	1,70	0,59
C	0,47	2,13	0,80	1,25	0,87	1,15	1,70	0,59
D	0,38	2,63	0,80	1,25	0,60	1,67	1,70	0,59
E	0,33	3,03	0,60	1,67	0,60	1,67	1,70	0,59
F	0,28	3,57	0,45	2,22	0,50	2,00	1,70	0,59
G	0,28	3,57	0,40	2,50	0,39	2,56	1,70	0,59
H	0,25	4,00	0,30	3,33	0,32	3,13	1,70	0,59
I	0,25	4,00	0,35	2,86	0,32	3,13	1,70	0,59

Figura 10: Resistencia y Transmitancia térmica de elementos estructurales.
Elaboración propia en base a Biblioteca del Congreso Nacional BCN.

NORMATIVA

ZONIFICACIÓN PUERTO NATALES

La ciudad presenta una organización con una zona central, acompañada del área de equipamientos que conecta con la costanera de la ciudad, la cual corresponde al eje conector principal de la ciudad y se encuentra restringida al estar declarada área de protección costera. El resto de la ciudad tiene un uso de suelo principalmente habitacional de usos mixtos



PRC vigente desde 1991 Puerto Natales, vialidad y zonificación. Memoria explicativa PRC, 2020.

El borde costero corresponde al principal espacio público y área verde de la ciudad. Además de ser un eje vial que organiza la trama urbana, actúa como punto de conexión entre lugares emblemáticos de la ciudad y su patrimonio natural, otorgando vistas panorámicas hacia el Seno Última Esperanza y las Torres del Paine. Junto con el núcleo fundacional de Puerto Natales, el borde costero se identifica como el epicentro de la segunda actividad económica más importante de la ciudad: el turismo.

“Su diseño debiese orientarse a la promoción de la preservación de la biodiversidad costera, que se constituye como parte muy relevante del patrimonio natural de la ciudad. Así mismo, este parque debe incorporar equipamientos y programas que activen el borde costero, promoviendo el desarrollo económico de la ciudad, a partir de la actividad pesquera, la feria, los restaurantes, una marina, etc”. Informe Ambiental Complementario PRC Natales, 2020.

Zona ZAV Área Verde Parque Costanera

a. Uso del Suelo

USO DE SUELO	DESTINO	ACTIVIDADES PERMITIDAS
EQUIPAMIENTO	Deportivo	Ciclovías, skatepark.
	ACTIVIDADES PERMITIDAS	
ESPACIO PÚBLICO	Vialidad	
ÁREA VERDE	Áreas verdes públicas, edificaciones con destinos complementarios al área verde	
USOS DE SUELO PROHIBIDOS: Todas las actividades no señaladas como permitidas		

b. Norma Urbanística

CONDICIONES DE EDIFICACIÓN	AREAS VERDES Y OTROS USOS
Superficie de subdivisión predial mínima (m2)	Art. 2.1.30 de la OGUC
Coeficiente de ocupación del suelo	
Coeficiente de constructibilidad	
Sistema de agrupamiento	
Altura máxima de la edificación	1 piso o 4,5 m

Dado que el proyecto consiste en un centro de cultivo se desarrollará como una concesión marítima, por lo que la norma constructiva no aplica para el edificio, sin embargo, se mantendrán la orientación del diseño ya establecida para el Parque Costanera.

Uso de suelo y normas urbanísticas Parque Costanera. Ordenanza Puerto Natales, 2020.

CAPÍTULO V

FUNDAMENTOS DE PROYECTO

Puerto Natales, de capital del turismo a capital del salmón

EMPLAZAMIENTO CONFIGURACIÓN URBANA EN RELACIÓN CON EL BORDE COSTERO

Se realizó un estudio de zonificación del borde costero con el propósito de comprender las dinámicas existentes a lo largo de la costa y así identificar el emplazamiento más adecuado para el desarrollo del proyecto. Este análisis permitió reconocer las actividades actuales y los distintos usos de la costanera, buscando integrar el centro de cultivo sin interferir con las funciones ya consolidadas en ella.

A partir de esta sectorización, se definieron cinco tramos del borde costero, diferenciados según las características comunes observadas en cada segmento. La clasificación consideró principalmente el reconocimiento de zonas históricas, el carácter público o privado de los espacios y su orientación funcional, ya sea turística o productiva, con el fin de establecer una lectura clara de las relaciones entre la ciudad y su frente marítimo.

① BORDE COSTERO FUNDACIONAL

Se identifica como la zona costera del barrio histórico y su frente de bordemar, en el cual existe una gran presencia de equipamientos turísticos.

② ZONA COSTERA MARÍTIMA

Frente de bordemar asociado al sector portuario, presencia de sitios eriazos y también hace evidente el conflicto en la convivencia entre habitantes, turistas y camiones asociados al terminal marítimo.

③ PARQUE COSTANERA

Corresponde a la principal área verde de la ciudad, el cual cuenta con equipamientos de esparcimiento al aire libre. Funciona como un punto articulador entre la zona marítima y la zona pesquera.

④ ZONA COSTERA PESQUERA

Este lugar concentra la actividad pesquera de la ciudad, sin embargo, es un punto poco consolidado con sitios eriazos con cementerios de embarcaciones, interrumpiendo la costanera Pedro Montt.

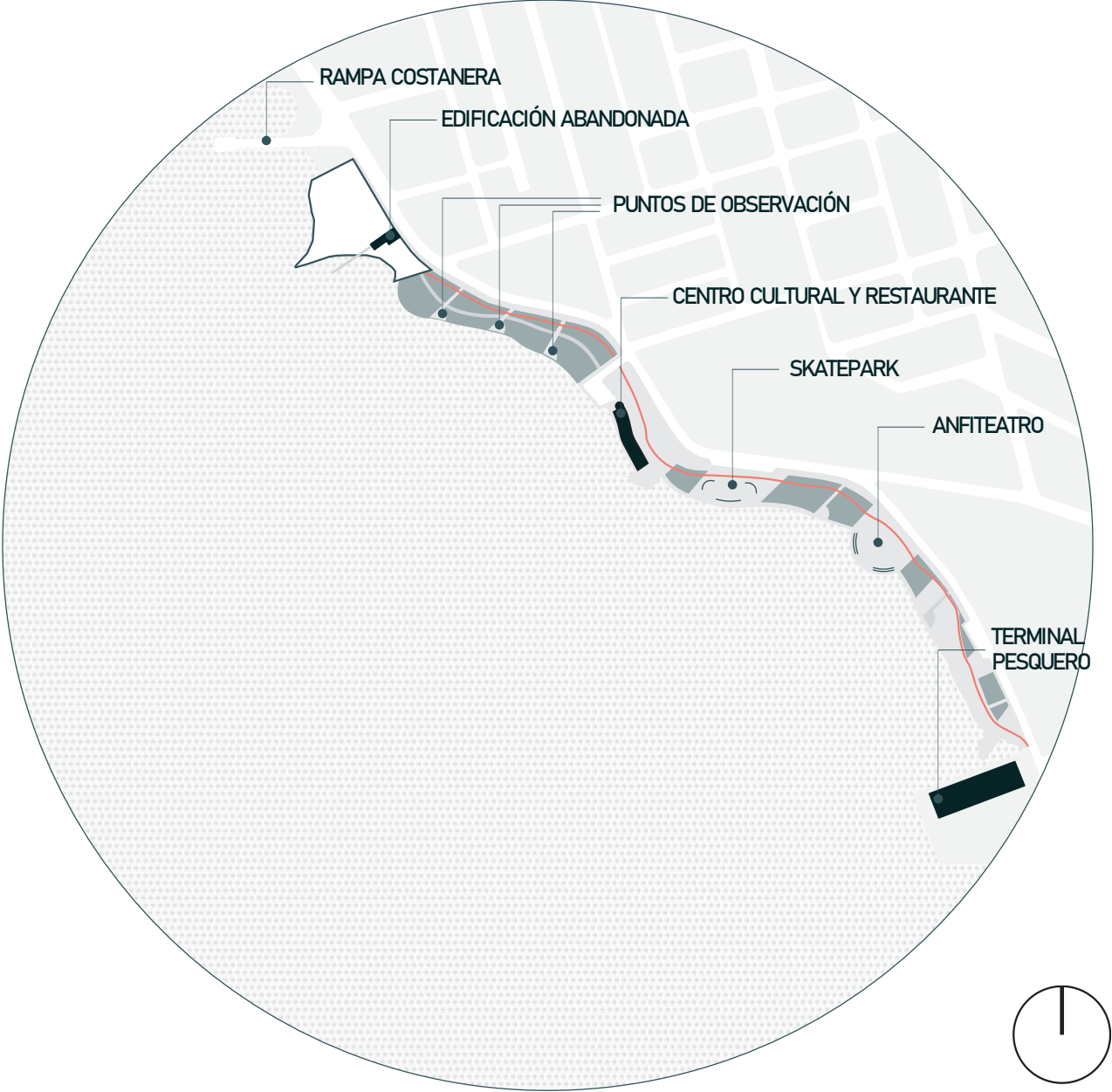
⑤ EXTENSIÓN BORDE COSTERO

La extensión de la ciudad hacia el sector sur con proyectos habitacionales ha hecho que la costanera se extienda junto con ella, sin embargo, actualmente no presenta ningún tipo de intervención por lo que es un sitio casi sin actividad.



Se busca **generar un punto de conexión** entre el sector marítimo y el sector pesquero, utilizando el remate norte del Parque Costanera.

EMPLAZAMIENTO
PARQUE COSTANERA



EMPLAZAMIENTO

ESTRATEGIAS DE EMPLAMIENTO

1. CONECTAR RECORRIDOS

Se reconocen dos tipos de circulaciones peatonales dentro del Parque Costanera; una directa y una sinuosa pausada, estas dos circulaciones se proyectan para darles continuidad a lo largo del parque.

3. PLAZA NORTE

Al conectar ambos recorridos peatonales se genera una zona contenida por ambos en el extremo norte del terreno, este punto funcionará como el espacio público norte a través de una plaza.

5. PUNTO DE ACCESO EDIFICIO

Al proyectar el eje del cruce peatonal y el punto de conexión del paseo sinuoso se genera una intersección, esta será utilizada como punto de acceso al Centro de Cultivo. El eje de acceso al edificio se orienta perpendicular a la dirección del viento al tener en cuenta que será a través de un muelle.

2. PROYECCIÓN CICLOVÍA

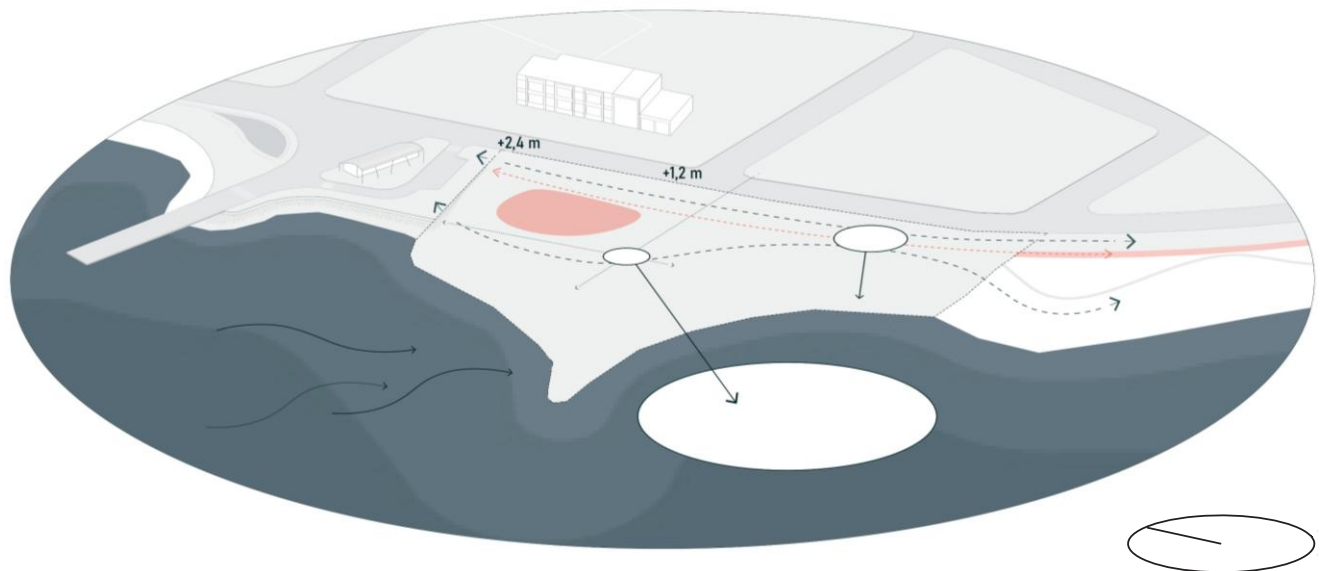
Al igual que con las circulaciones peatonales, le proyecta el eje ya existente paralelo a la circulación directa para darle conectar el resto de la ciclovía con el remate norte del parque.

4. DIFERENCIA DE NIVEL

Entre el deslinde norte y sur del predio existe un desnivel de aproximadamente 1,2 m, este desnivel se aprovechará en la plaza para protegerla del viento.

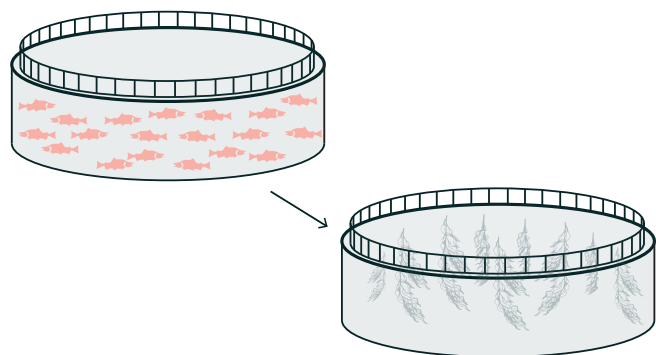
6. PROGRAMA RECORRIDO PÚBLICO

En el deslinde sur del predio se produce una intersección entre ambos recorridos peatonales, este punto se utilizará para incorporar un restaurante público que además por su ubicación permite observar el Centro de Cultivo con los fiordos de fondo, potenciando la percepción del edificio.

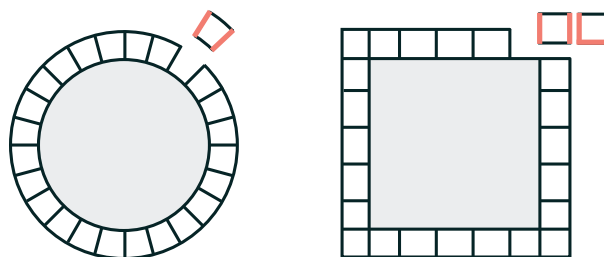


VOLUMETRÍA RESIGNIFICACIÓN JAULAS DE ENGORDE

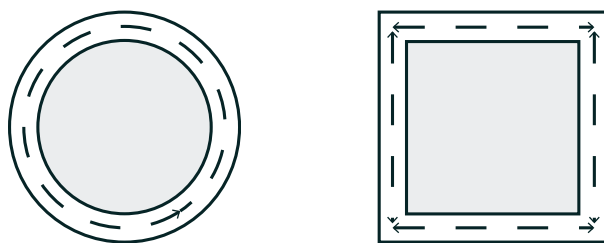
El proyecto propone resignificar la forma de las jaulas de engorde utilizadas en la industria salmonera transformándolas en estanques de cultivo de algas. Esto con el fin de revertir el significado de una tipología asociada a impactos ambientales negativos, entregándole un nuevo valor ecológico, productivo y simbólico. La geometría circular utilizada en la salmonicultura por su eficiencia estructural y funcional adquiere en esta propuesta un nuevo significado, en lugar de delimitar un espacio extractivo y cerrado, la forma adquiere un sentido abierto y reparador, destinado al cultivo de especies vegetales marinas que contribuyen activamente a la descontaminación y recuperación de los ecosistemas costeros.



Si bien existen dos tipos de jaulas; circulares y cuadradas, se optó por la primera opción debido que la geometría circular permite unificar el sistema estructural en un único módulo replicable, a diferencia de las estructuras cuadradas, que requieren módulos diferentes para resolver las aristas y los vértices.



Por otro lado, la geometría le otorga continuidad de borde en torno al estanque, favoreciendo la fluidez de los procesos productivos y la circulación que se lleven a cabo en torno a él.





VOLUMETRÍA

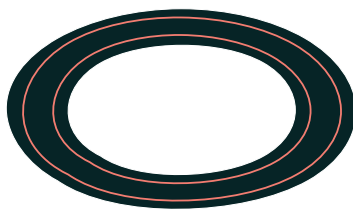
SECUENCIA DE OPERACIONES VOLÚMEN

El diámetro de la circunferencia base se definió a partir de la resignificación de las jaulas de engorde, tomando como referencia sus dimensiones más comunes en Chile. Según proyectos del SEIA, estas jaulas varían entre 20, 30 y 40 m, optándose por 30 m de diámetro, la medida más utilizada.



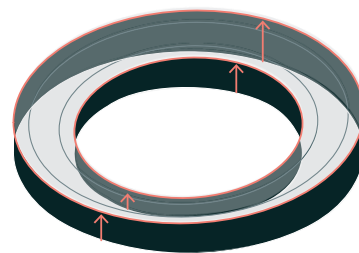
ANILLO PROGRAMÁTICO

A partir de la circunferencia primitiva de 30 m de diámetro se proyecta una segunda circunferencia exterior de 46 m, formando un anillo de 8 m de ancho.



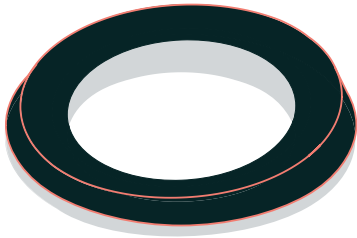
DIVISIÓN INTERIOR

Se divide el anillo en tres secciones: dos en los bordes que funcionan como circulación privada (ext) y pública (int), y una sección intermedia donde se ubicarán los programas.



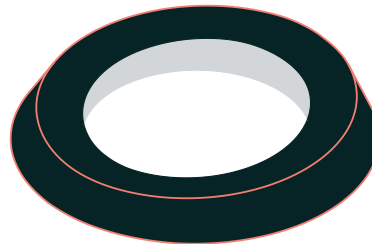
FACHADA PARAVIENTO

Luego se eleva el lado de la circunferencia perpendicular al viento generando una doble altura que permite cubrir el patio interior del edificio.



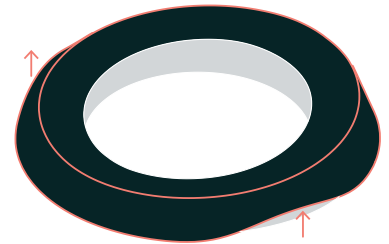
ÁNGULO DE CUBIERTA

Se quiebra el exterior de la cubierta generando un ángulo exterior que permite direccionar la vista del interior hacia el paisaje exterior



CUBIERTA PARAGUAS

Se proyecta el ángulo generado en la cubierta con una inclinación que actúa como paraguas protegiendo el edificio de la lluvia y evitando la acumulación de nieve.



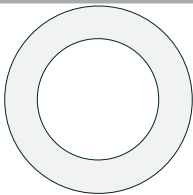
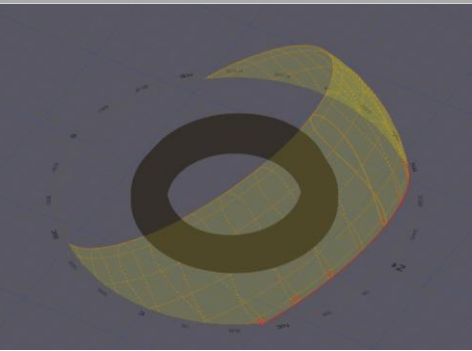
DEFINIR ACCESOS

Finalmente se eleva 3m la cubierta en el acceso peatonal y en el acceso del muelle, definiendo claramente los puntos de ingreso hacia el edificio.

VOLUMETRÍA
ASOLEAMIENTO

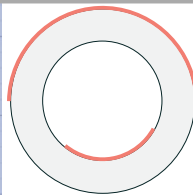
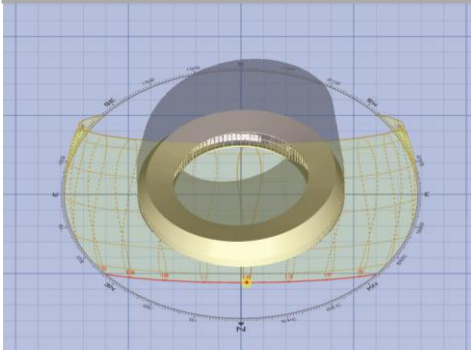
SOLSTICIO INVIERNO

08:00 HRS



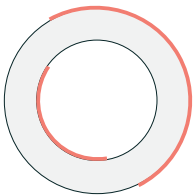
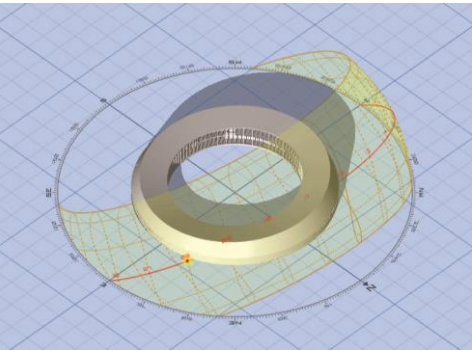
AZI: 51.08°
ALT: -0.11°

12:00 HRS

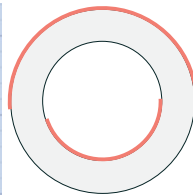
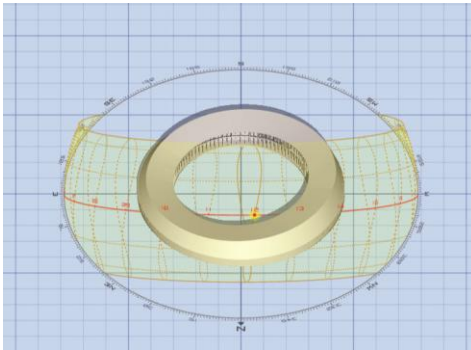


AZI: 51.08°
ALT: -0.11°

EQUINOCCIO

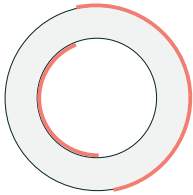
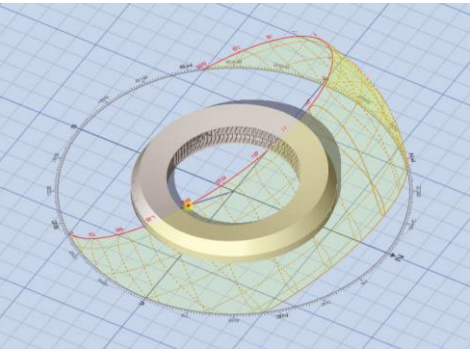


AZI: 65.18°
ALT: 18.43°

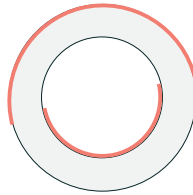
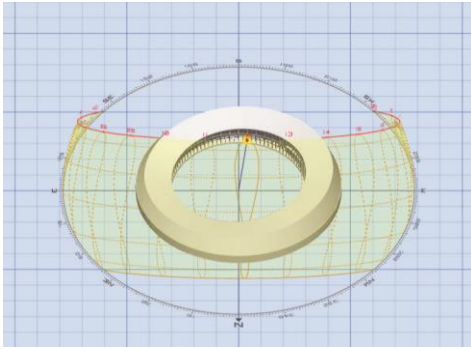


AZI: -0.69°
ALT: 38.34°

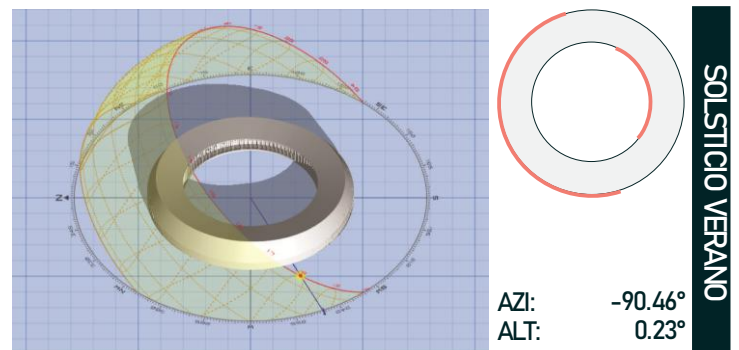
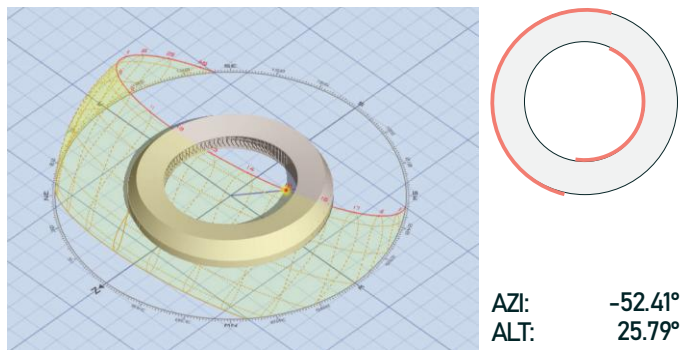
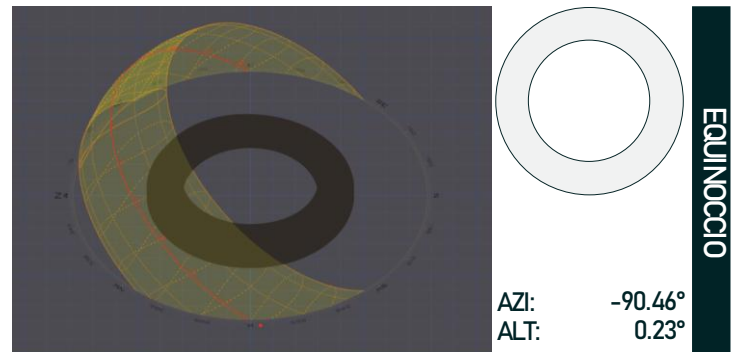
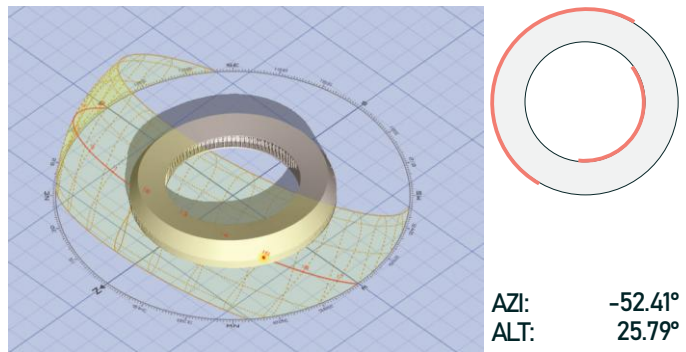
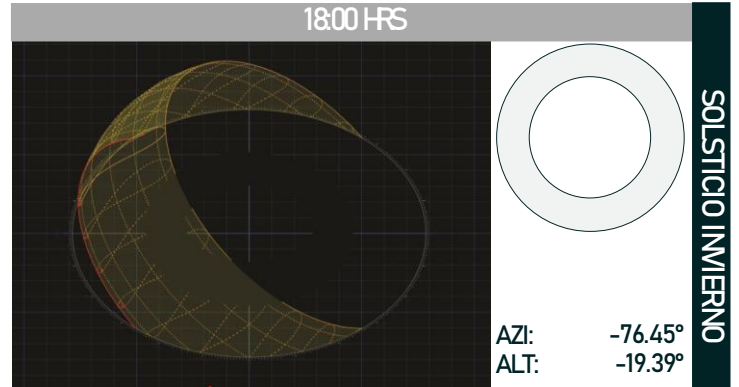
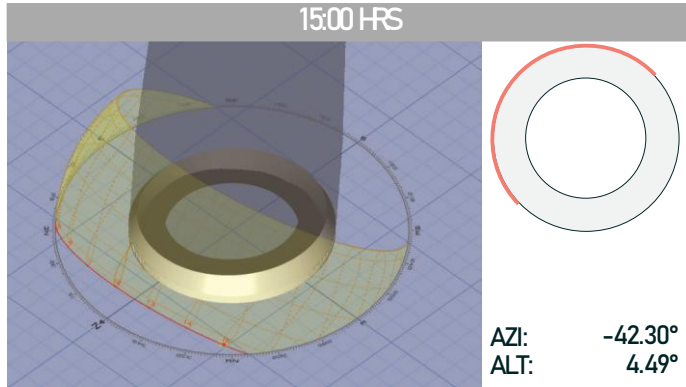
SOLSTICIO VERANO



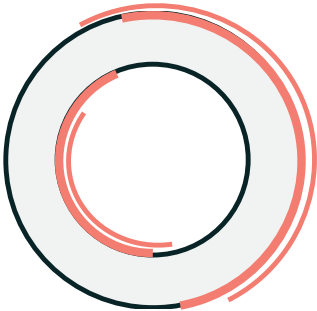
AZI: 79.26°
ALT: 38.46°



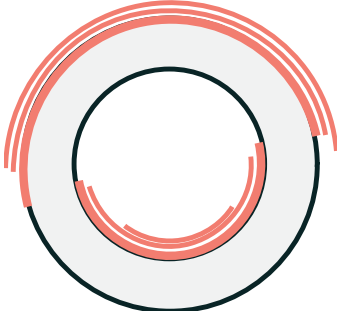
AZI: -5.78°
ALT: 61.62°



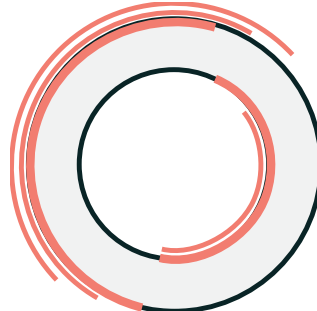
VOLUMETRÍA
EXPOSICIÓN SOLAR



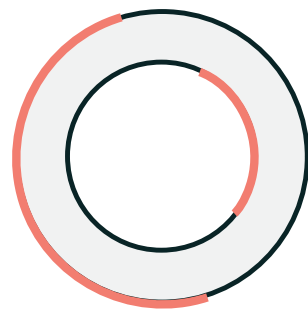
8:00 hrs



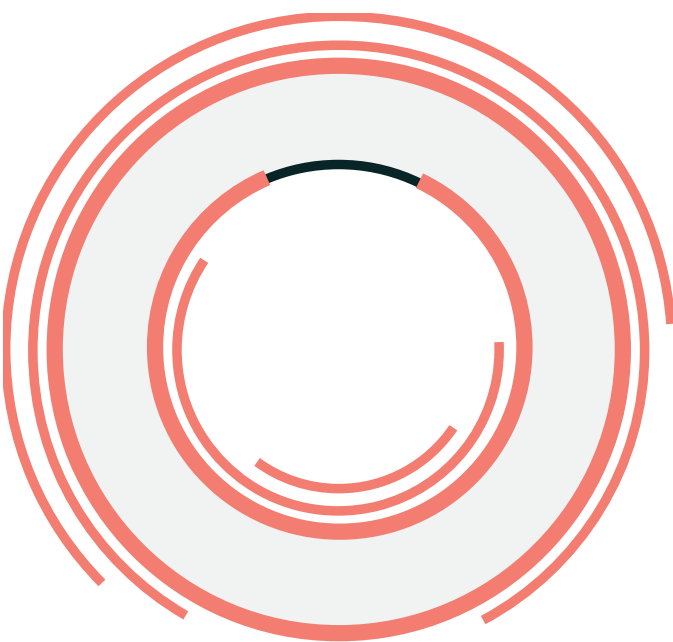
12:00 hrs



15:00 hrs



18:00 hrs



SOLSTICIO
VERANO

EQUINOCCIO

SOLSTICIO DE
INVIERNO

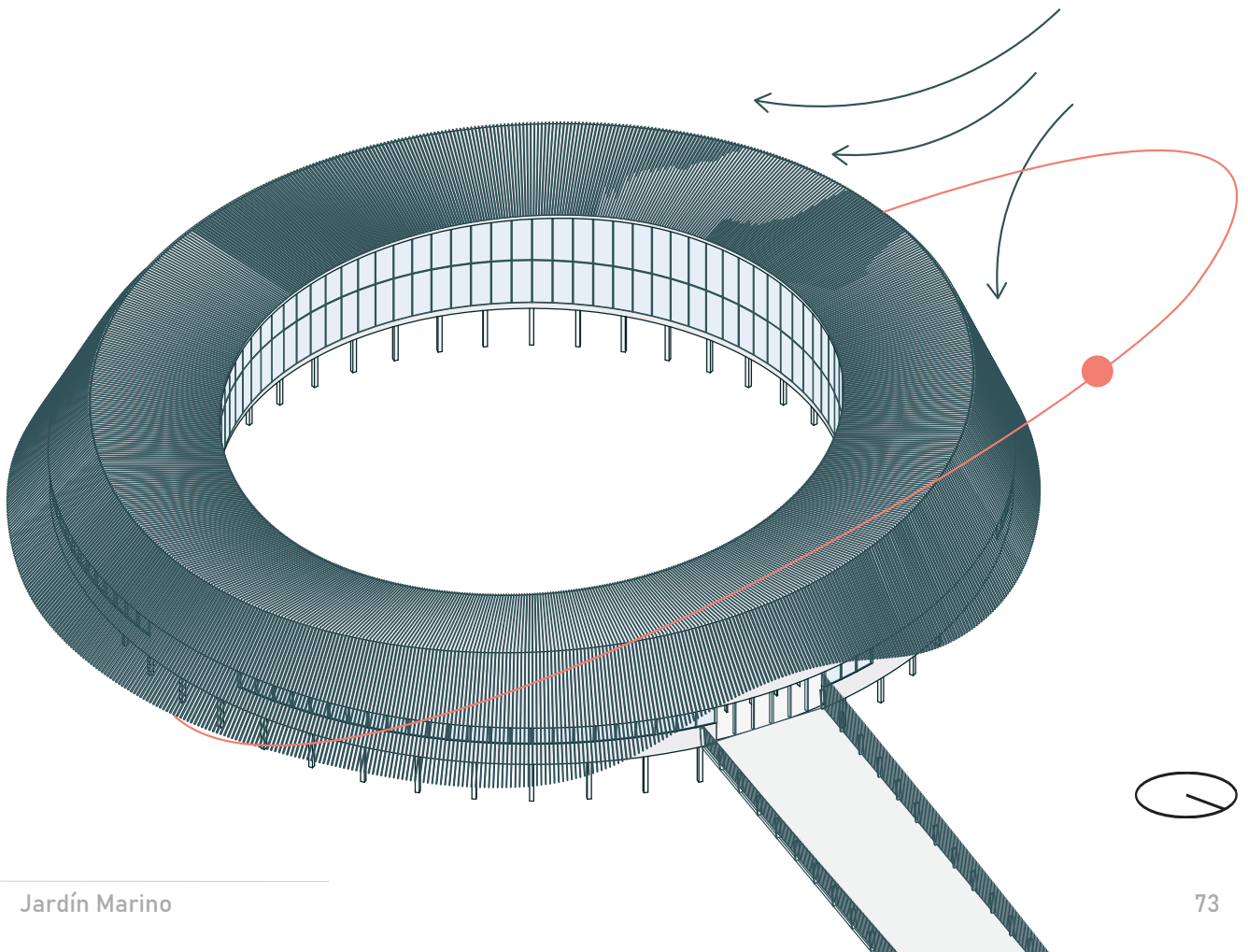


PROTECCIÓN DEL VIENTO

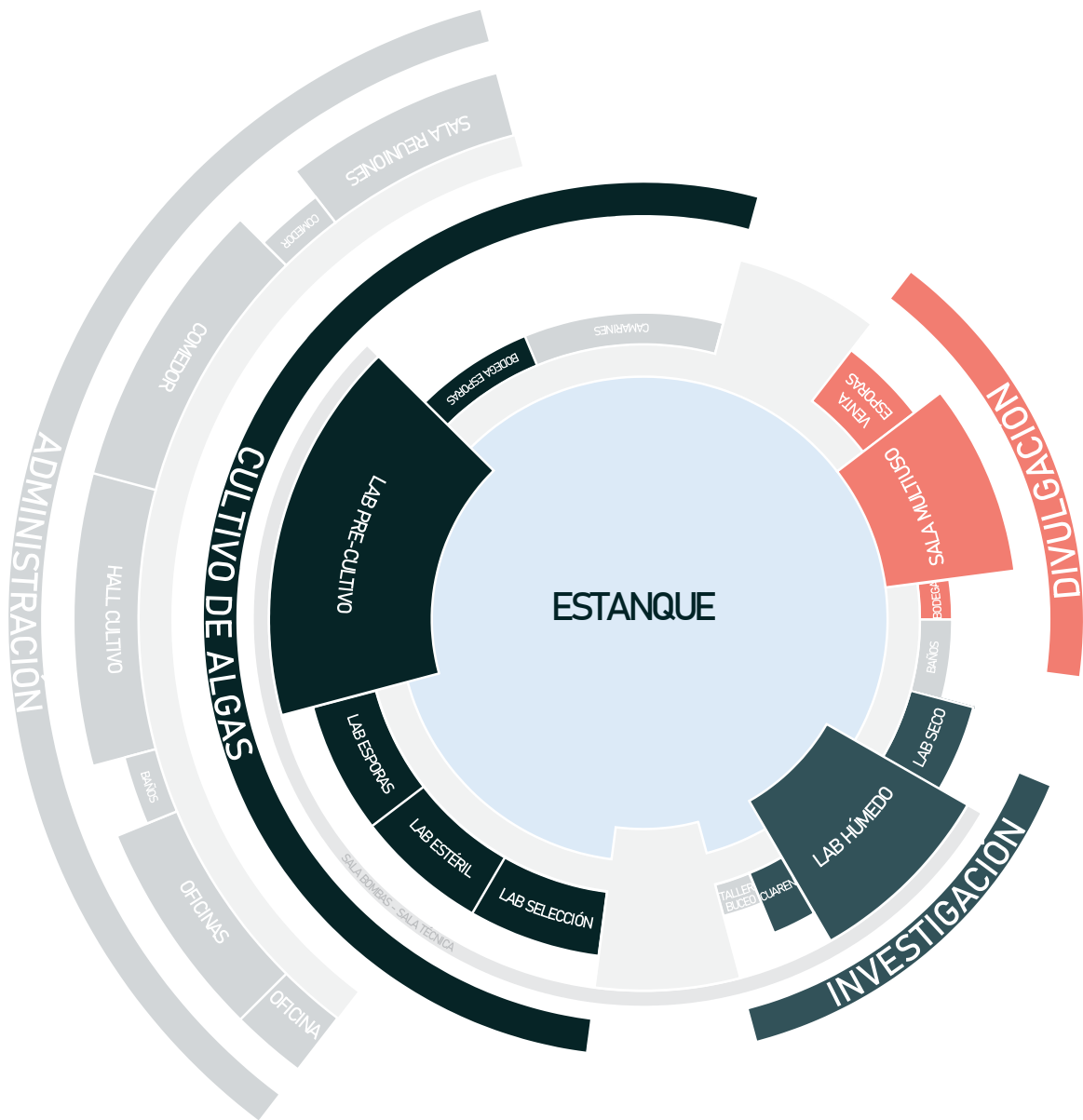
La fachada noroeste del edificio se eleva para que esta funcione como paraviento y así proteger el patio interior en donde se encuentra el estanque de cultivo.

APROVECHAMIENTO SOLAR

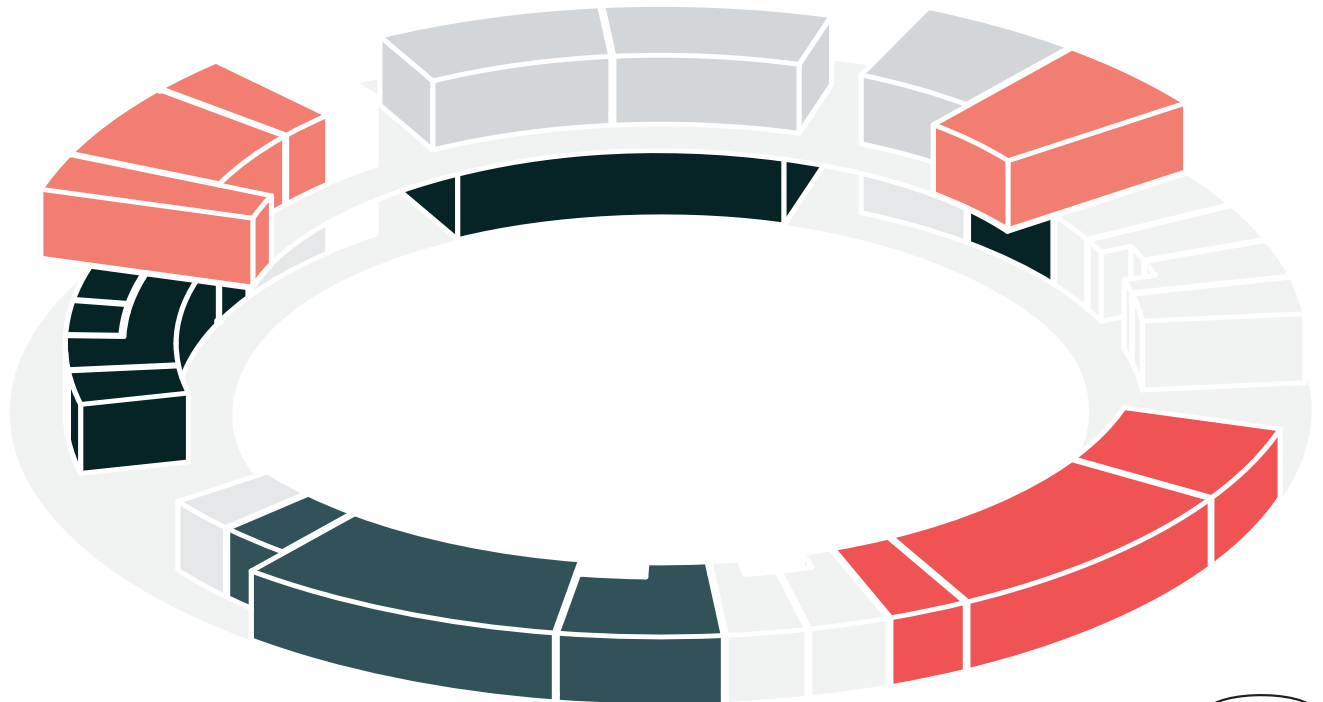
Se orienta el edificio de manera que se aproveche al máximo el recorrido solar, para ello se controlan las aperturas en la fachada y cubierta de manera de permitir el ingreso solar en recintos específicos.



PROGRAMA
DISTRIBUCIÓN DE LOS RECINTOS



PROGRAMA SUPERFICIES PROGRAMÁTICAS



ÁREA PRE CULTIVO

LABORATORIO PRE CULTIVO	81,05 m ²
LABORATORIO ESPORAS	9,30 m ²
LABORATORIO ESTÉRIL	38,78 m ²
LABORATORIO SELECCIÓN	9,30 m ²
BODEGA ESPORAS	29,42 m ²
BAÑOS/CAMARINES	56,24 m ²

ÁREA ADMIN

OFICINA DIRECTOR	16,74 m ²
OFICINAS	25,80 m ²
SALA DE REUNIONES	34,20 m ²
KITCHENETTE	25,80 m ²
BAÑOS	13,15 m ²

ÁREA INVESTIGACIÓN

LABORATORIO HÚMEDO	59,41 m ²
LABORATORIO SECO	26,88 m ²
SALA CUARENTENA	9,30 m ²

ÁREAS TÉCNICAS

SALA BOMBAS	19,01 m ²
SALA TÉCNICA	19,01 m ²
SALA BASURAS	4,77 m ²
TALLER BUCEO	9,30 m ²

ÁREA DIVULGACIÓN

SALA VENTAS	29,42 m ²
SALA MULTIUSO	74,86 m ²
BODEGA SALA MULTIUSO	14,42 m ²
BAÑOS	26,30 m ²

ÁREAS COMUNES

HALL RECEPCIÓN	39,69 m ²
ZONA MUELLE	47,09 m ²
COMEDOR	52,08 m ²
ESTACIONES DE TRABAJO	52,08 m ²
CIRCULACIONES	157,40 m ²

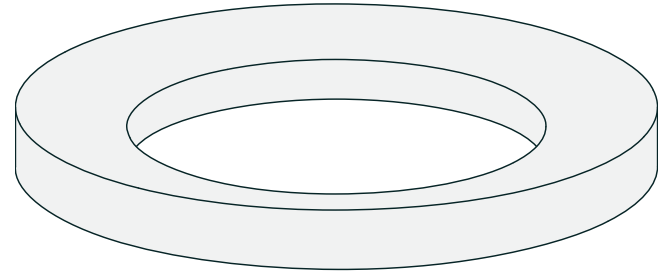
SUP TOTAL 1262,53 m²

PROGRAMA

FLEXIBILIDAD CONFIGURACIONES ESPACIALES:

INVESTIGACIÓN

La estructura dedicada a la investigación tendrá como función desarrollar estrategias de repoblamiento de áreas afectadas por la industria, especialmente las áreas con algún grado de protección, en donde se van a preservar y monitorear los ecosistemas marinos. Se proyecta como una estructura flotante para poder trasladarse entre puntos estratégicos.



1. ACCESO ÚNICO

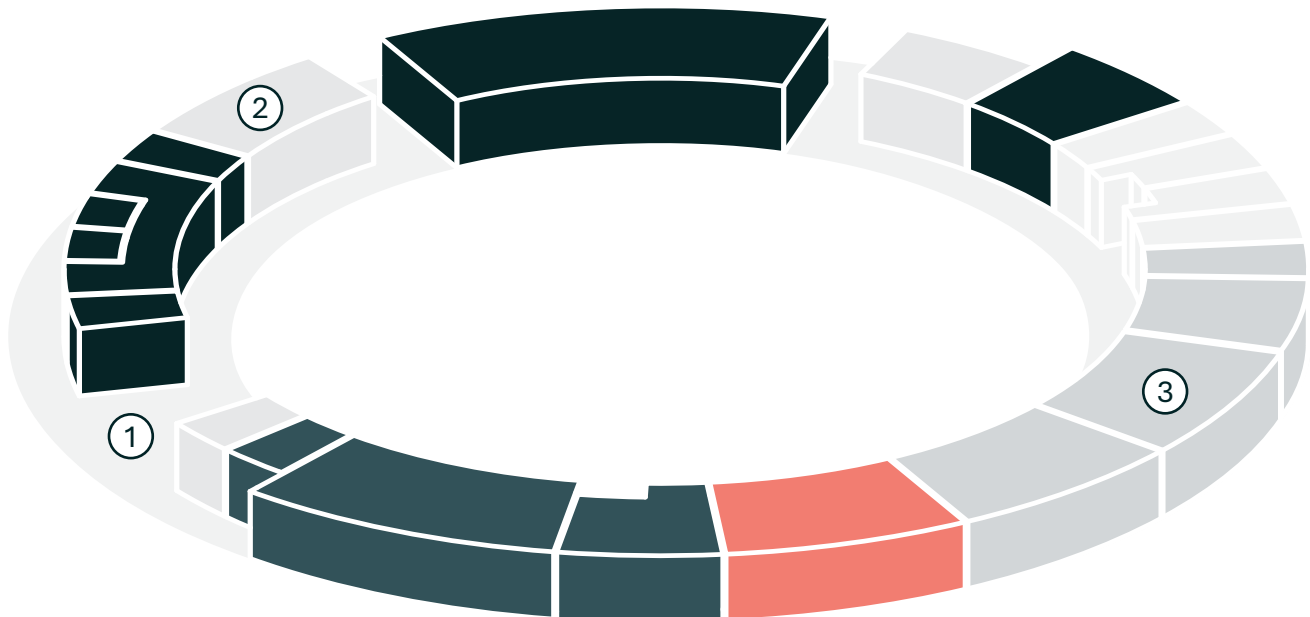
Se establece el ingreso al edificio por el muelle como acceso único, ya que al ser una estructura flotante será el único punto por donde se necesita conectar el interior con el exterior del edificio.

2. AUMENTO SALA TÉCNICA

Debido a que la estructura se emplazará en el mar es necesario contar con una mayor cantidad de equipos técnicos, tanto para el funcionamiento como el abastecimiento del proyecto.

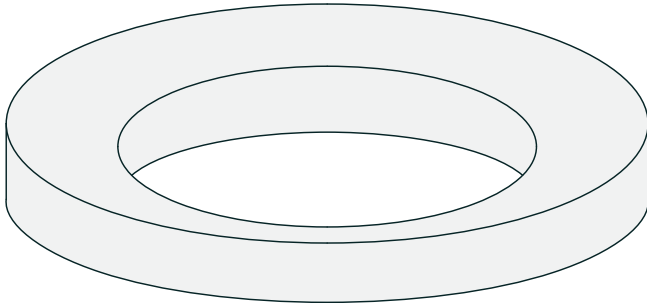
3. ÁREAS COMUNES

Se agregan módulos habitacionales para actividades de repoblamiento que requieran navegaciones extensas, así investigadores podrán permanecer en el edificio sin necesidad de hospedaje externo.



PROGRAMA

FLEXIBILIDAD CONFIGURACIONES ESPACIALES: CULTIVO



Las estructuras dedicadas al cultivo tendrán como objetivo desarrollar técnicas de cultivo menos invasivas con los ecosistemas. Además, al estar emplazadas en ciudades productivas el área de pre-cultivo se ampliará, aumentando la capacidad de producción el centro y así responder a la demanda de algas y esporas.

1. AUMENTO ÁREA PRE-CULTIVO

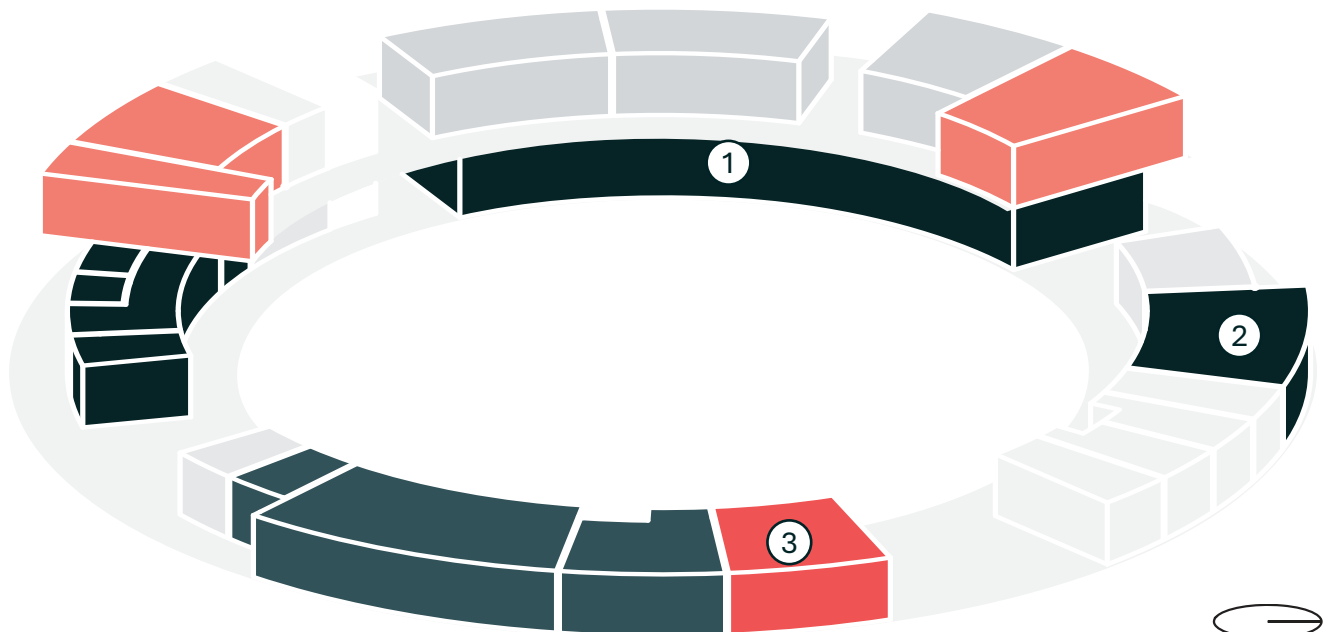
Los módulos de cultivo tienen como objetivo colaborar con la industria salmonera, para ello se aumenta la capacidad productiva al doble y así responder a la demanda de las empresas.

2. AUMENTO BODEGA ESPORAS

Ya que la capacidad productiva se duplica, debe aumentarse el área de almacenaje de la biomasa producida.

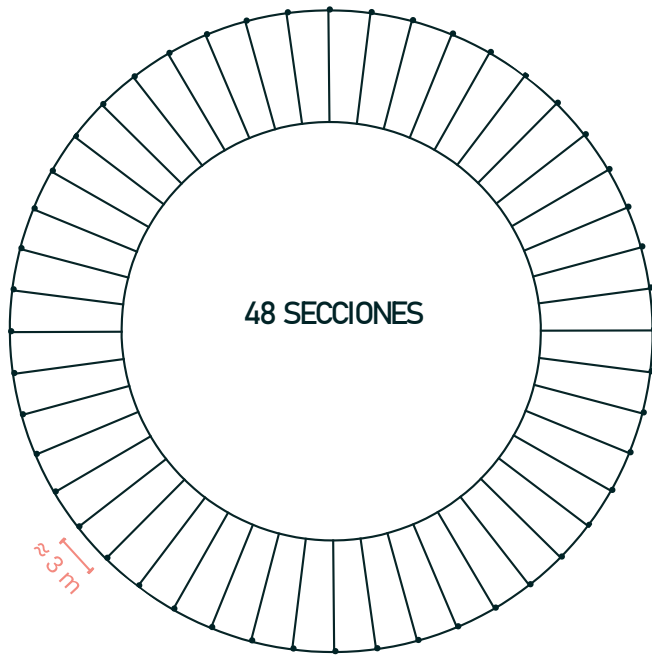
3. DIVULGACIÓN CON ENFOQUE COMERCIAL

Al haber un mayor énfasis en la producción, el módulo dedicado al cultivo más que divulgar funciona como un proveedor para la demanda de algas y/o esporas.

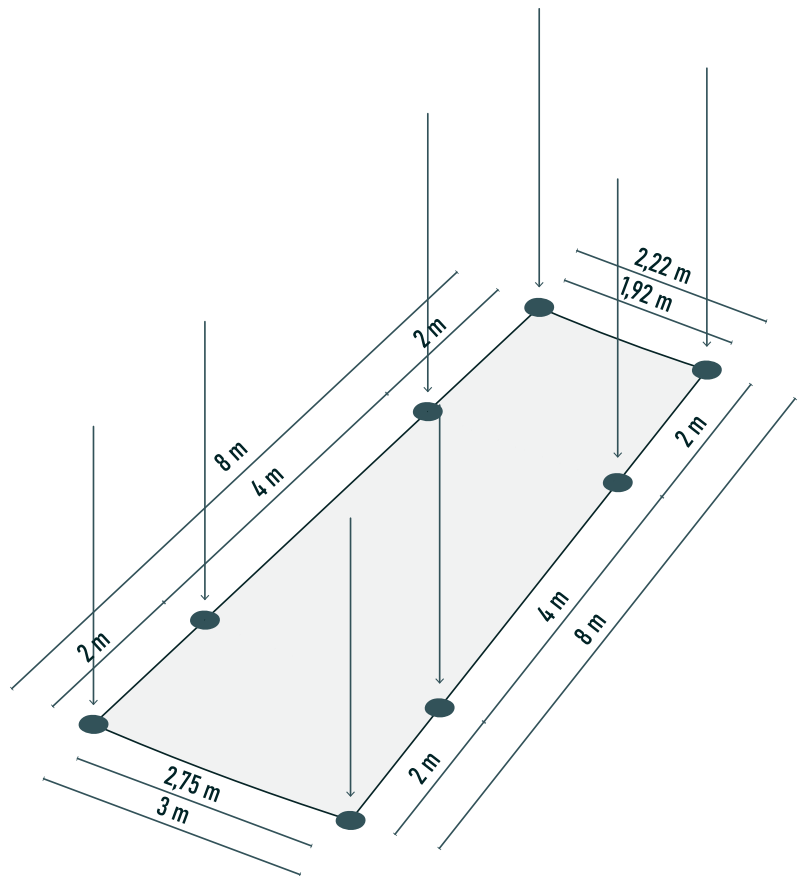


SISTEMA ESTRUCTURAL

DIVISIÓN DEL MÓDULO



Se divide la circunferencia exterior de manera que la distancia entre los ejes sea de aproximadamente 3 metros con el fin de no perder estabilidad estructural producto de grandes luces entre marcos. De esta manera el edificio queda dividido en 48 módulos.

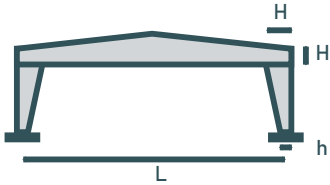


SISTEMA ESTRUCTURAL

PREDIMENSIONAMIENTO DE MARCOS



Para el predimensionamiento de los elementos de los marcos de madera se utilizó como referencia el libro “Fundamentos del Diseño y la Construcción con Madera” de Pablo Guindos, en él se establecen parámetros para establecer dimensiones de los componentes estructurales.

SISTEMA ESTRUCTURAL	% °SEXAG.	SEPARACIÓN	LUCES	PRE DIMENSIONADO
	0-5	5-10	10-20	$h = L/45$ $H = L/20$
				
				

SISTEMA ESTRUCTURAL

MÓDULO ESTRUCTURAL

FUNDACION

LOZA COLABORANTE APOYADA SOBRE PILOTES HINCADOS DE HORMIGÓN QUE PERMITEN UN ARMADO RÁPIDO MANTENIENDO SOPORTE ESTRUCTURAL Y PERMITIENDO LA MANTENCIÓN DE ESTOS ELEMENTOS.

LOSA COLABORANTE

PLACA ACERO CORTEN

PILOTES HINCADOS

MARCOS DE MADERA

EJE ESTRUCTURAL PRINCIPAL COMPUESTO POR ELEMENTOS DE MADERA LAMINADA, ESTO PARA PERMITIR UN ARMADO EFICIENTE CON UN MATERIAL QUE NO GENERE PUENTES TÉRMICOS.

PILARES

VIGAS DOBLES

VIGAS ENTRE MARCOS

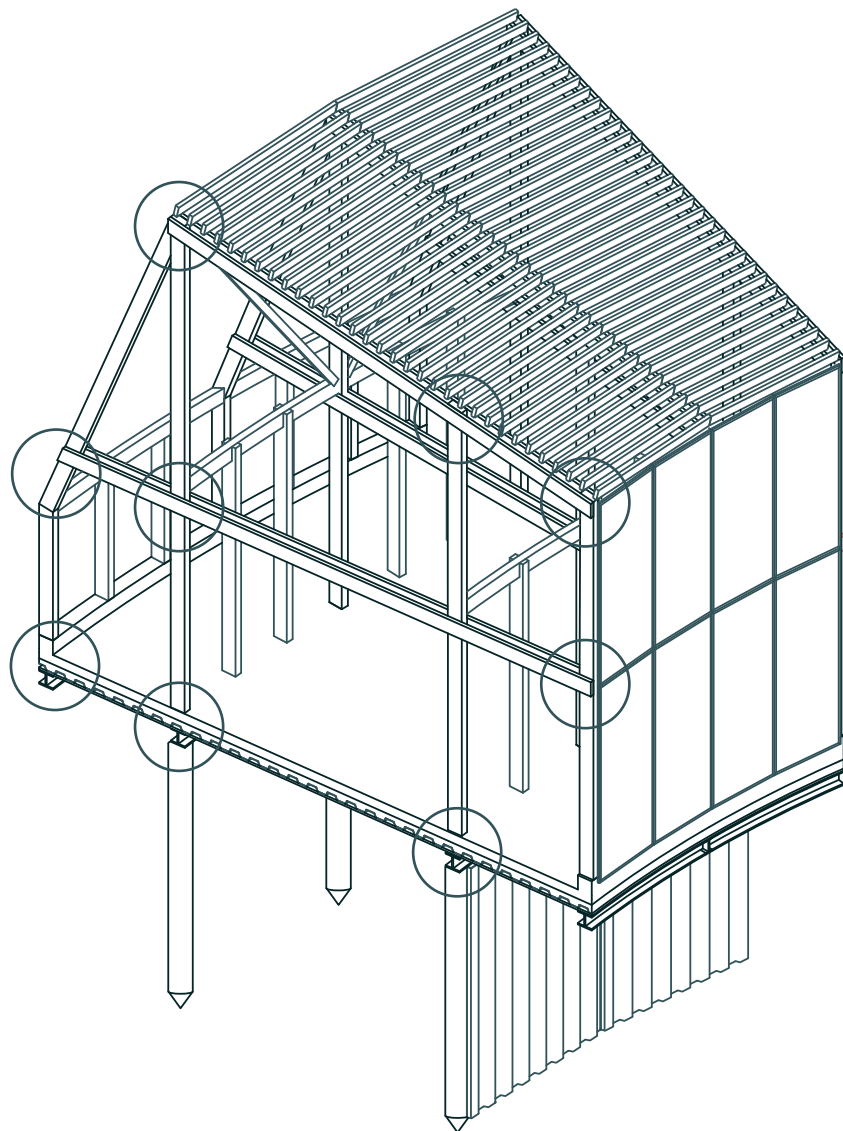
ELEMENTOS ARRIOSTRANTES

COMPONENTES CONECTORES ENTRE MARCOS QUE OTORGAN ESTABILIDAD ESTRUCTURAL EN EL EJE PERPENDICULAR AL DE LOS MARCOS.

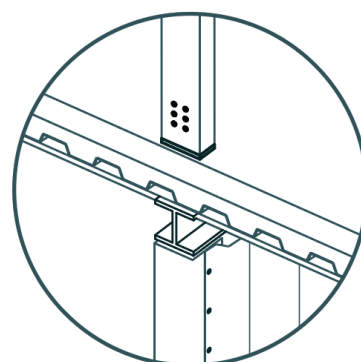
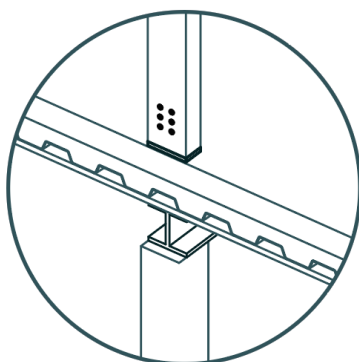
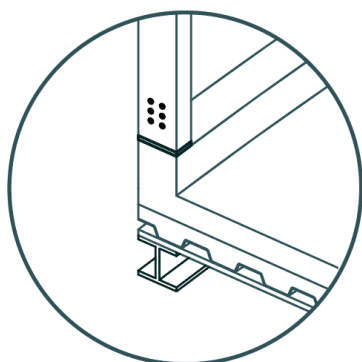
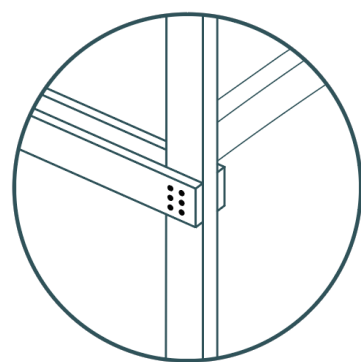
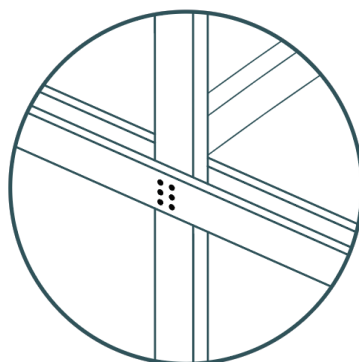
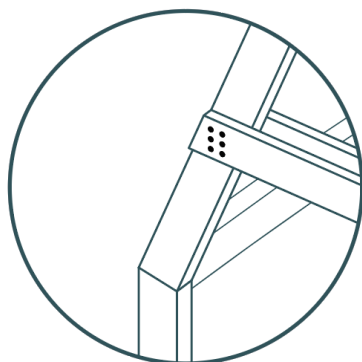
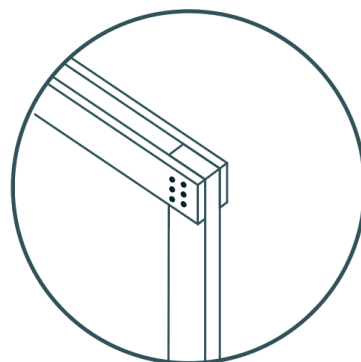
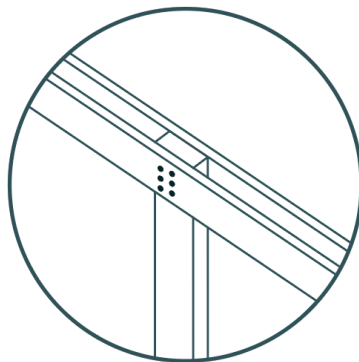
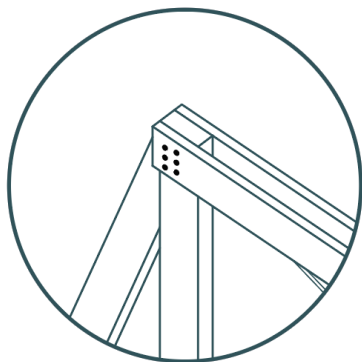
ENTRAMADO TECHO

DIAGONALES

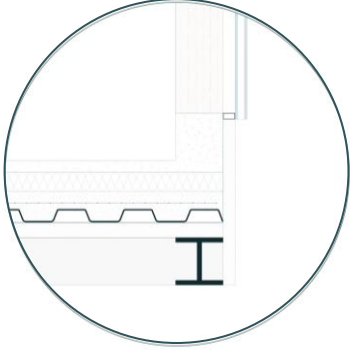
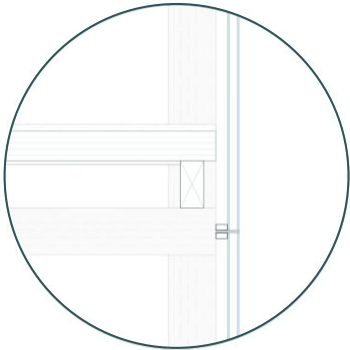
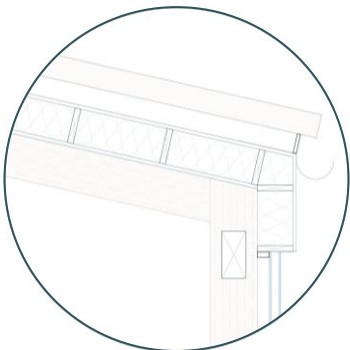
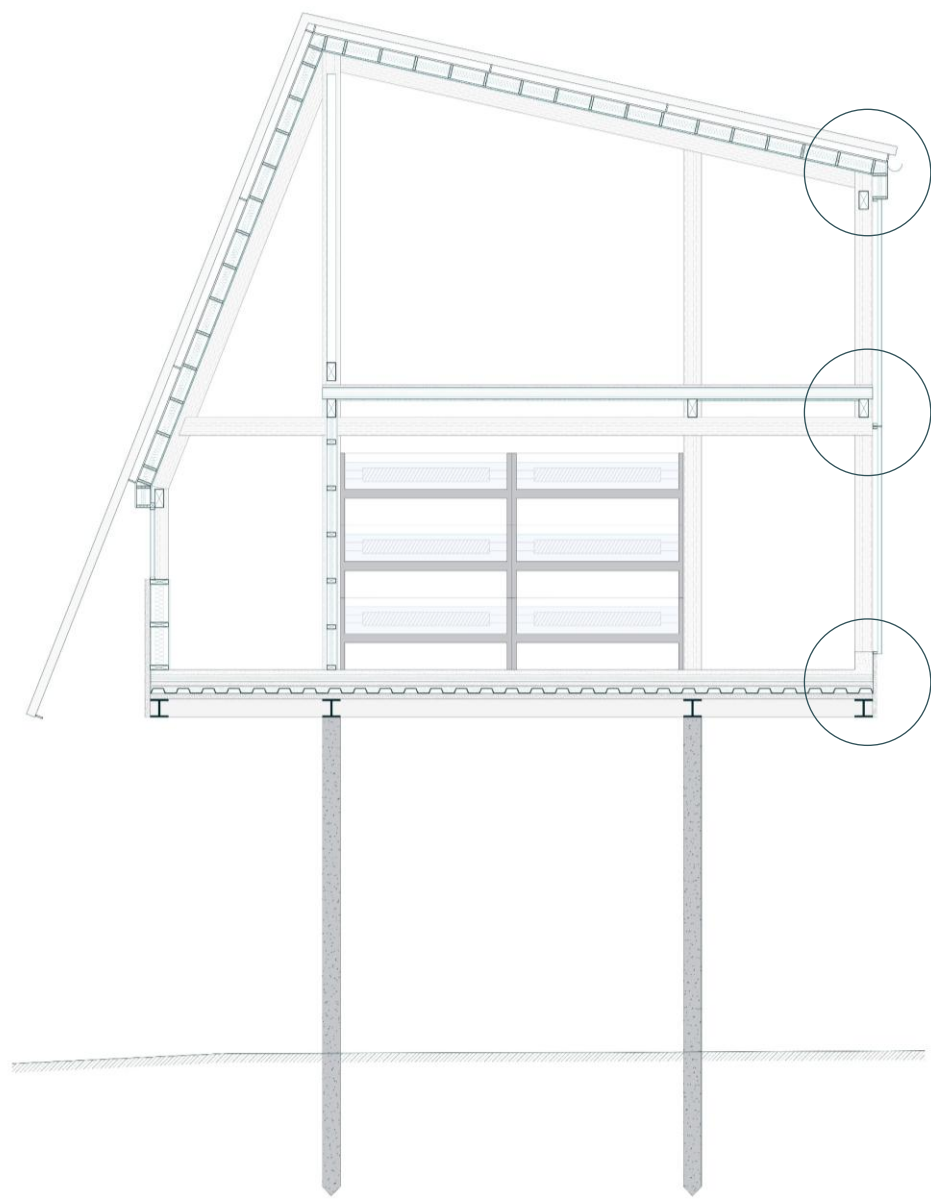
VIGAS ENTRE MARCOS



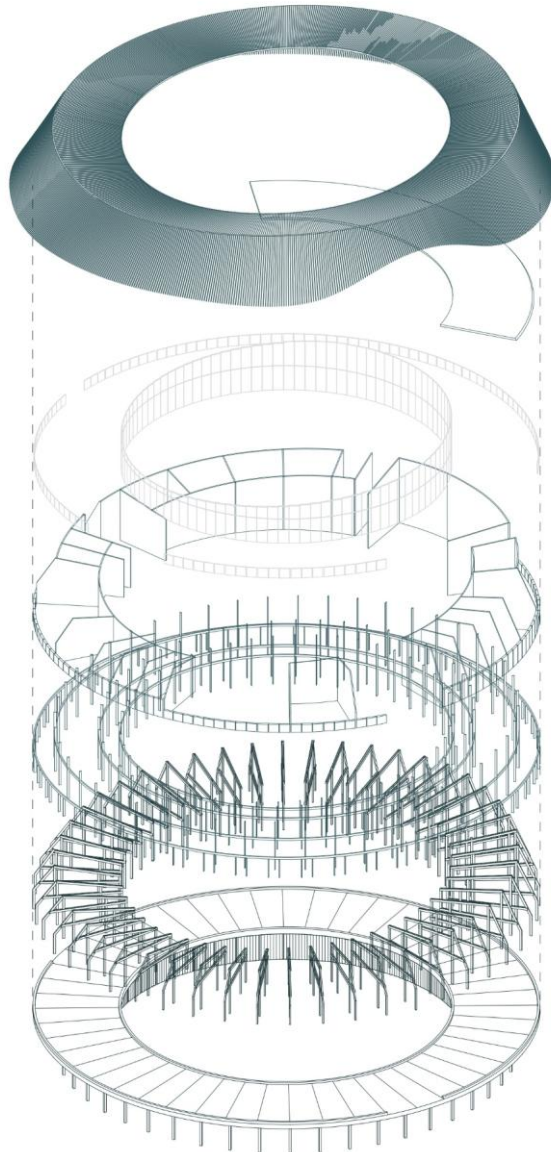
SISTEMA ESTRUCTURAL
UNIONES DE MARCOS



SISTEMA ESTRUCTURAL
ESCANTILLÓN MARCO DE MAYOR ALTURA



SISTEMA ESTRUCTURAL ISOMÉTRICA EXPLOTADA



ESTRUCTURA CUBIERTA

Celosía listones de WPC (Wood Plastic Composite) de dimensiones 1x2" el cual se apoya sobre perfil OSB de 8 de espesor que a su vez esta sobre un entramado de madera de perfiles 1x4 mm.

ESTRUCTURA ENTREPISO

Paneles de CLT de 14 cm de espesor apoyados sobre vigas inferiores de los marcos de madera.

CERRAMIENTO EXTERIOR

Termopanel 24 mm de espesor (6/12/6) instalado por el exterior de manera que proteja la estructura de madera a las condiciones de humedad exterior.

MUROS TABIQUERÍA

Entramado de madera con aislación con lana de oveja 150 mm.

ESTRUCTURA SECUNDARIA

Entramado de madera con listones de 1x4" ubicados entre ejes estructurales. Uniones entre marcos con listones de 1x4" en la unión viga-pilar inferior de los marcos.

MARCOS DE MADERA

Marcos de madera laminada de dimensiones 4x8".

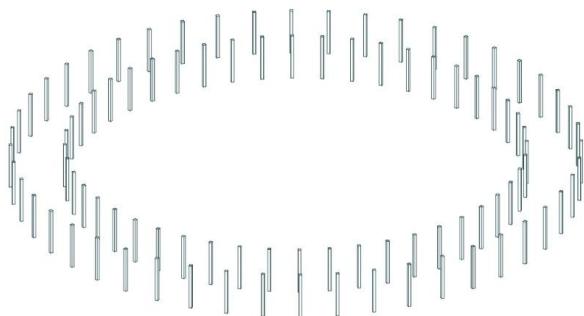
ESTRUCTURA FUNDACIÓN

Losa colaborante sobre pilotes de acero galvanizado de 600 mm de diámetro. En el anillo interior de pilotes se instala la placa de acero corten para el estanque.

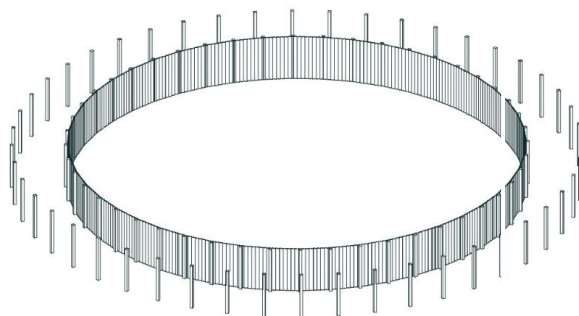
SISTEMA ESTRUCTURAL

SECUENCIA DE ARMADO

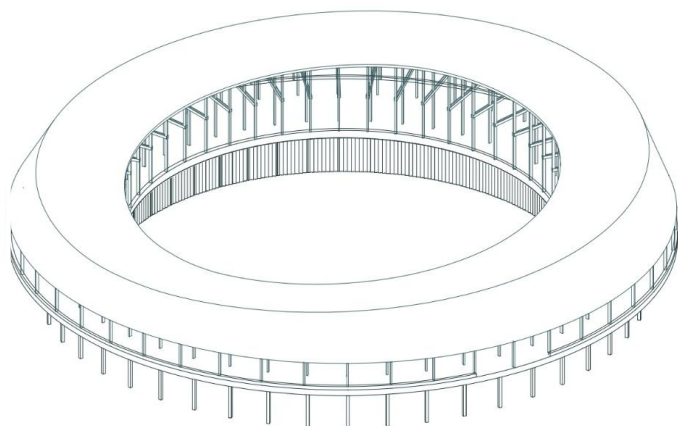
1. HINCADO DE PILOTES



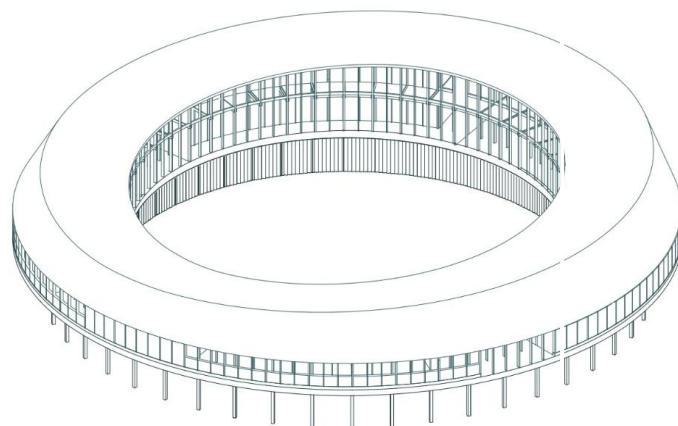
2. HINCADO PLACAS DE ACERO CORTEN



5. ESTRUCTURA SECUNDARIA DE MARCOS



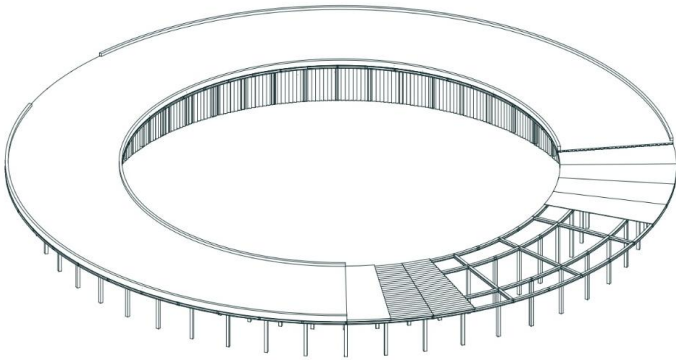
6. TABIQUERÍA Y ENTREPISO



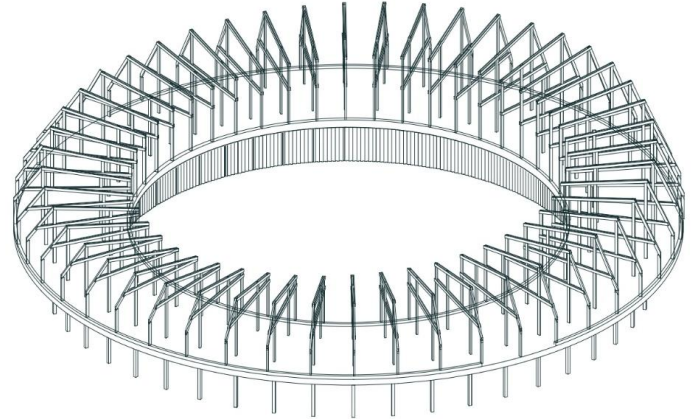
SISTEMA ESTRUCTURAL

SECUENCIA DE ARMADO

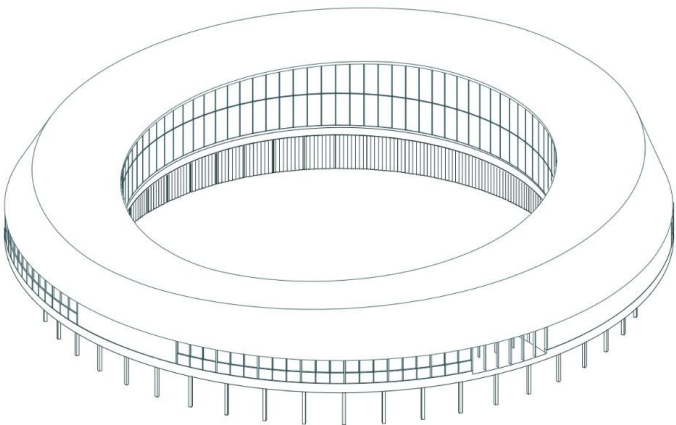
3. INSTALACIÓN LOSA COLABORANTE



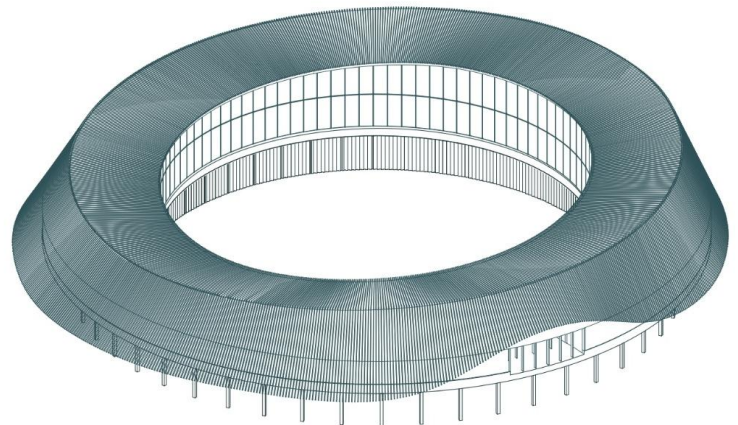
4. ARMADO DE MARCOS DE MADERA



7. CERRAMIENTO EXTERIOR

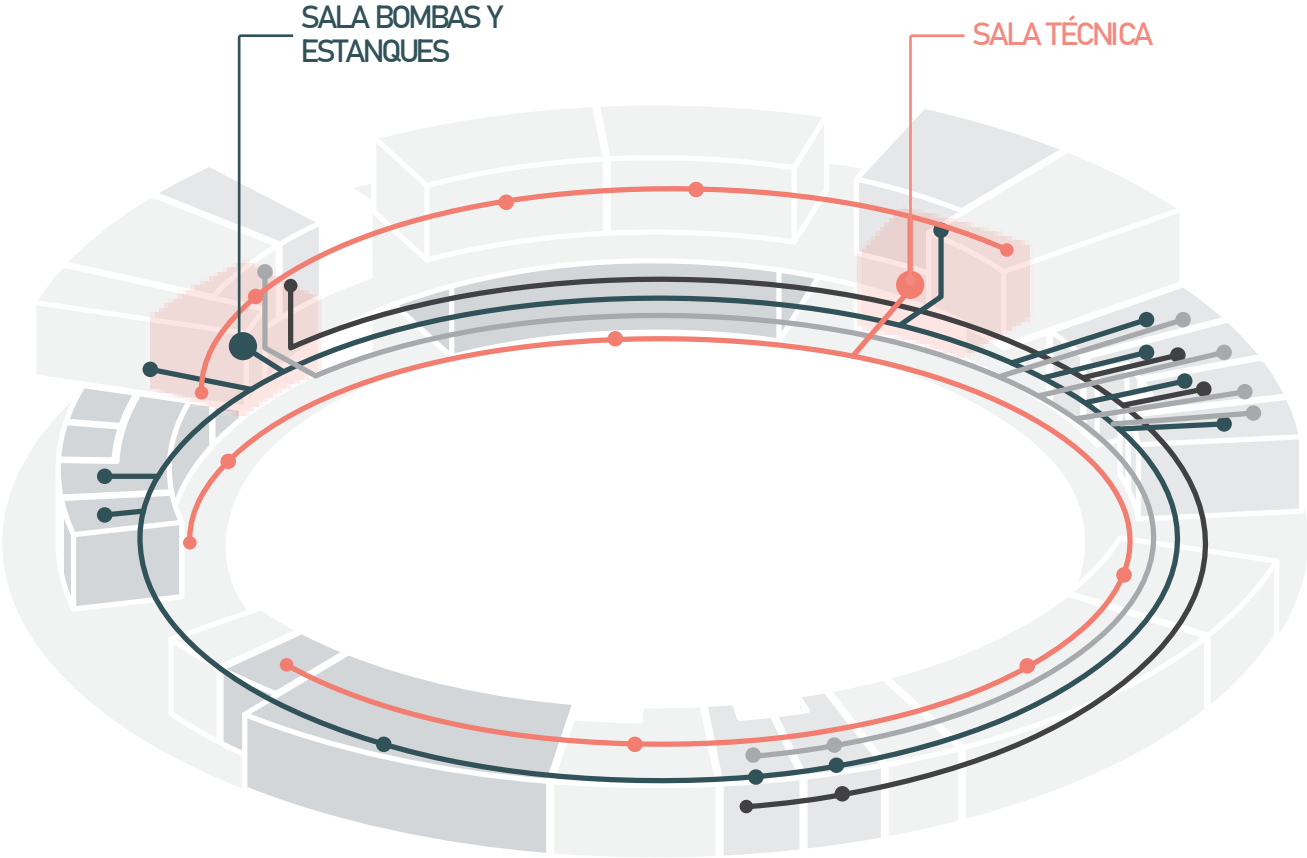


8. CELOSÍA CUBIERTA



INSTALACIONES

SISTEMAS Y EQUIPAMIENTO



● RED HÚMEDA ● AGUAS NEGRAS ● CALEFACCIÓN ● AGUAS GRISES



● RED HÚMEDA

El suministro de agua se hace a través de bombas desalinizadoras que abastecen de agua los laboratorios y áreas sanitarias. Además, la sala de bombas cuenta con filtración UV de agua para su esterilización y posterior uso en el cultivo.

● AGUAS NEGRAS

Las aguas negras son recolectadas en el acceso del edificio donde son transportadas por debajo del muelle al sistema de desagua.

● CALEFACCIÓN

Para calefaccionar el edificio se utiliza una bomba de calor. En el primer piso se utilizan radiadores mientras que en el segundo nivel losa radiante.

● AGUAS GRISES

Las aguas grises de baños y camarines son tratadas mediante el sistema Hydraloop, el cual consiste en un equipo moderno de tratamiento y reciclaje de aguas grises, con un diseño compacto, permitiendo reutilizar el agua para los inodoros.

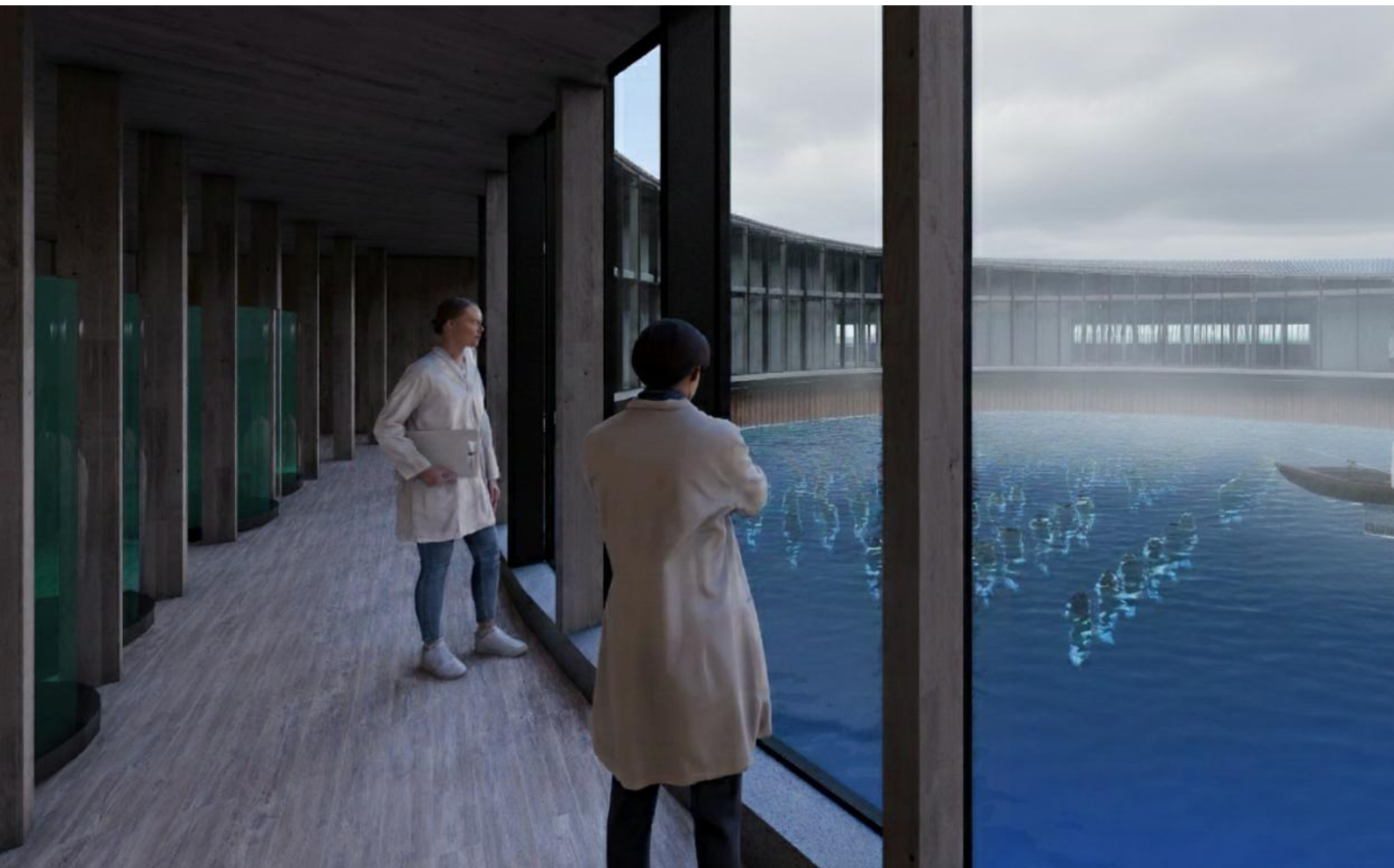
CAPÍTULO V

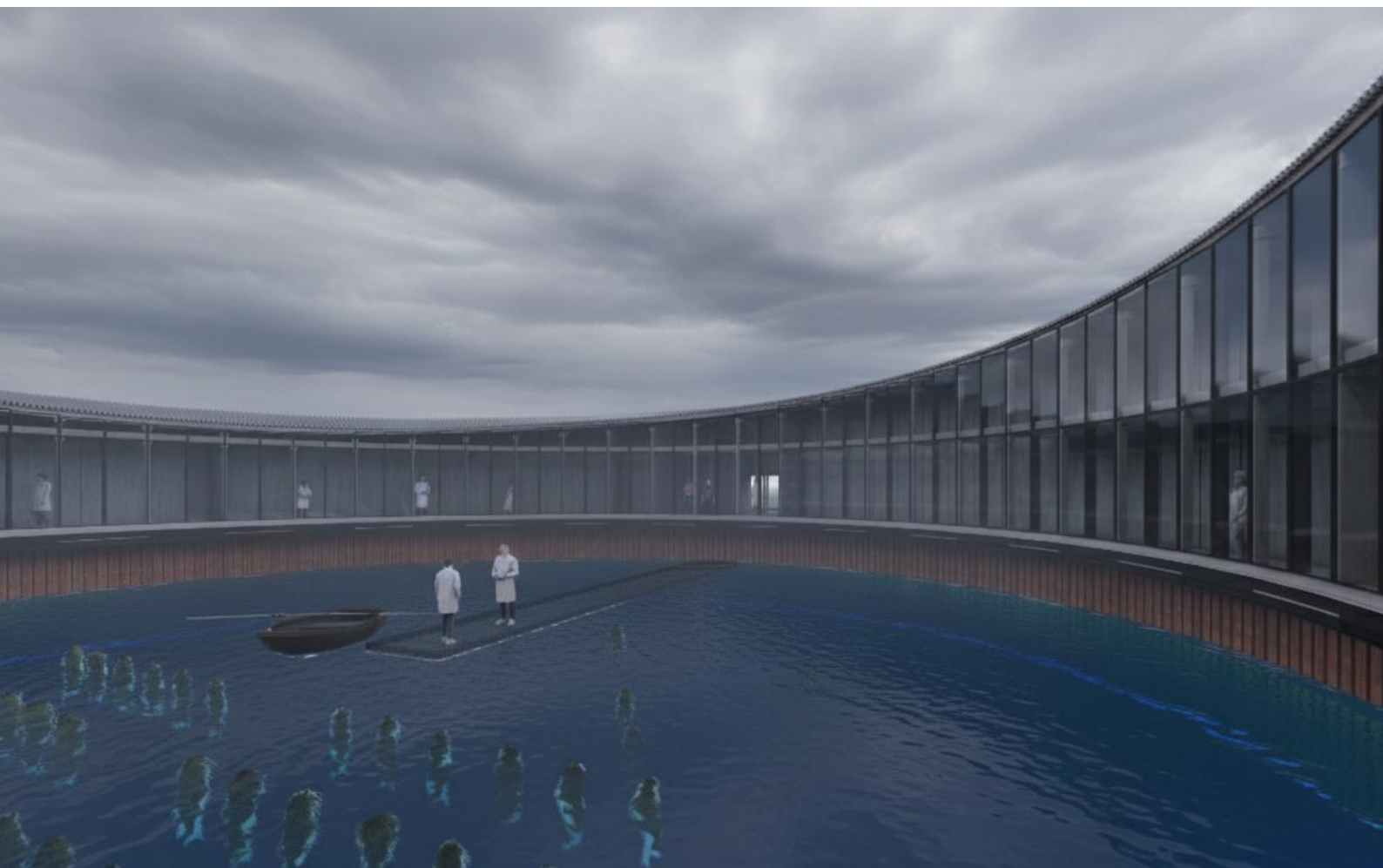
PROYECTO DE ARQUITECTURA

Jardín Marino, centro de cultivo de algas y divulgación ambiental







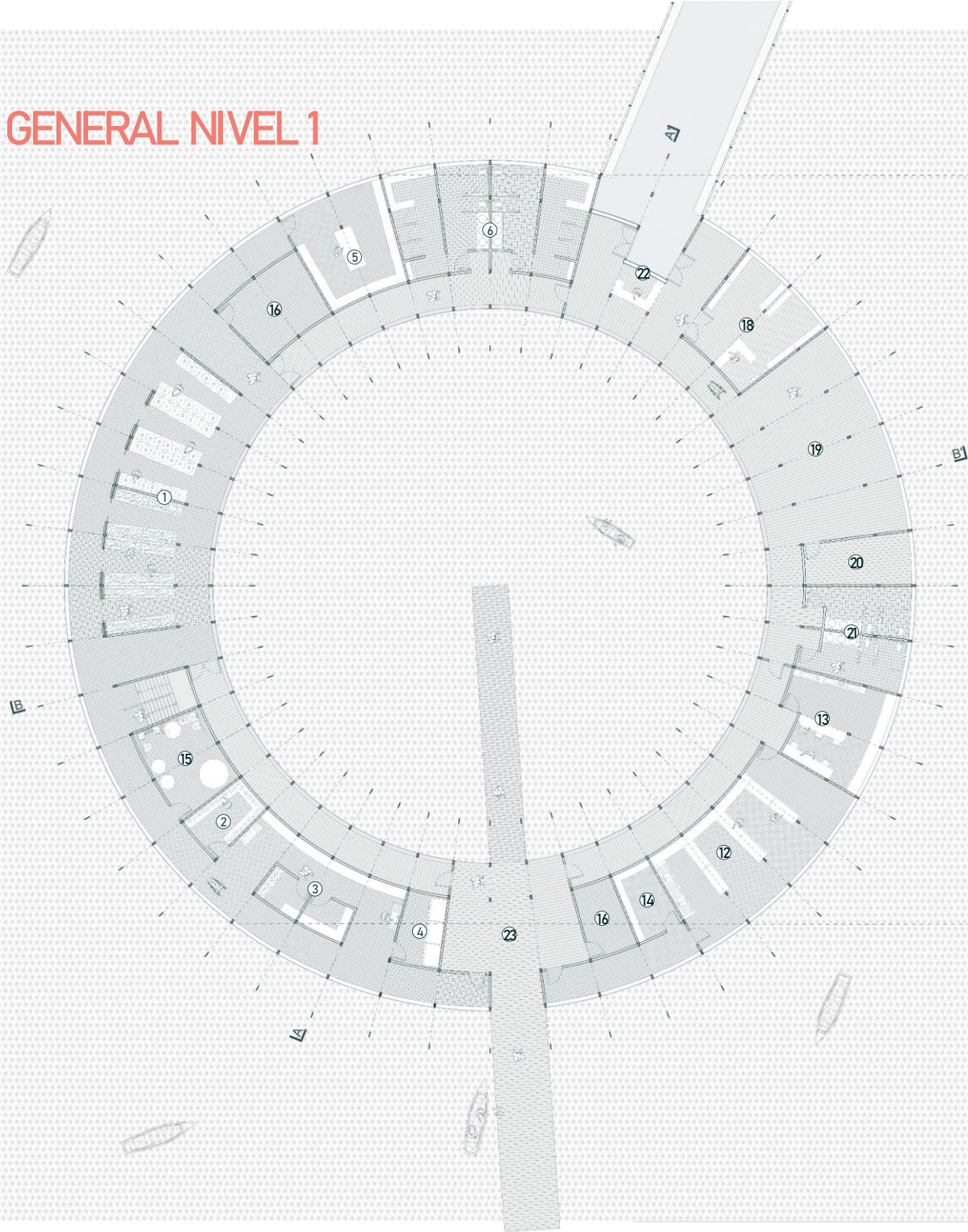




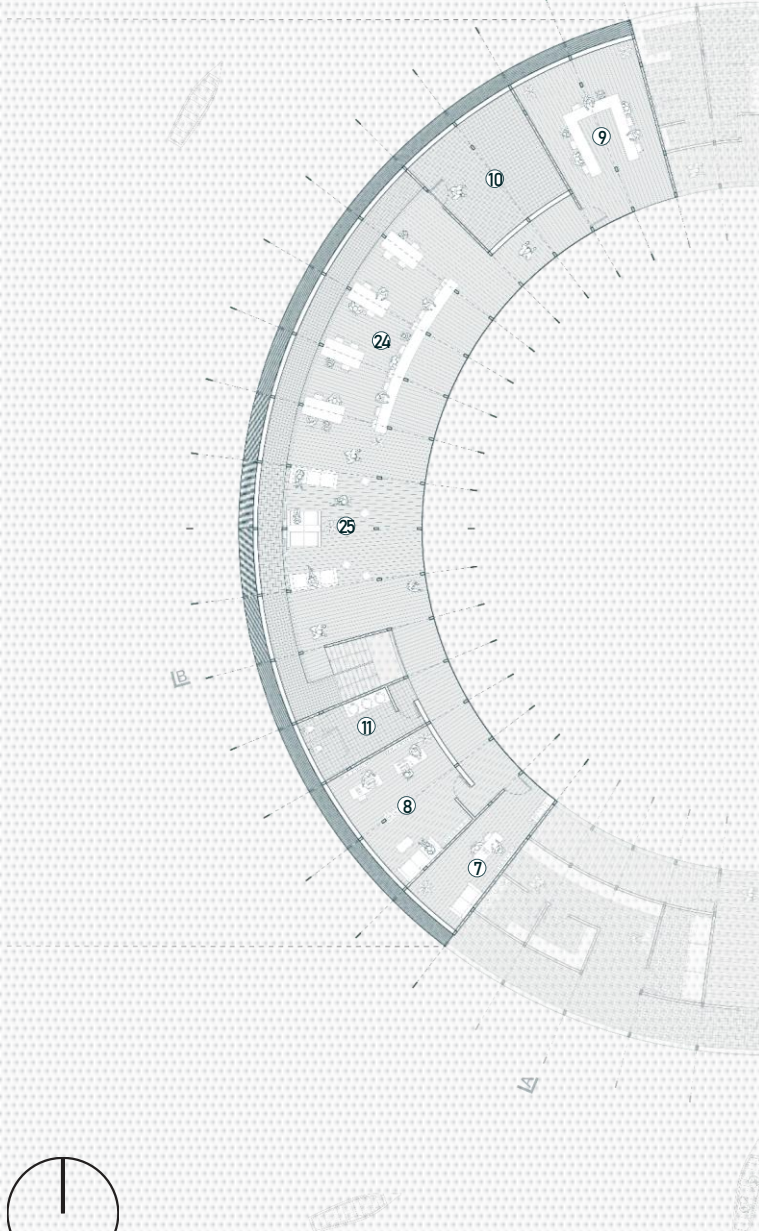
PLANO EMPLAZAMIENTO



PLANTA GENERAL NIVEL 1



PLANTA NIVEL 2



ÁREA PRE CULTIVO

1. LABORATORIO PRE
2. CULTIVO
3. LABORATORIO ESPORAS
4. LABORATORIO ESTÉRIL
5. LABORATORIO
6. SELECCIÓN
- BODEGA ESPORAS
- BAÑOS/CAMARINES

ÁREA ADMIN

7. OFICINA DIRECTOR
8. OFICINAS
9. SALA DE REUNIONES
10. KITCHENETTE
11. BAÑOS

ÁREA INVESTIGACIÓN

12. LABORATORIO HÚMEDO
13. LABORATORIO SECO
14. SALA CUARENTENA

ÁREAS TÉCNICAS

15. SALA BOMBAS
16. SALA TÉCNICA
17. TALLER BUCEO

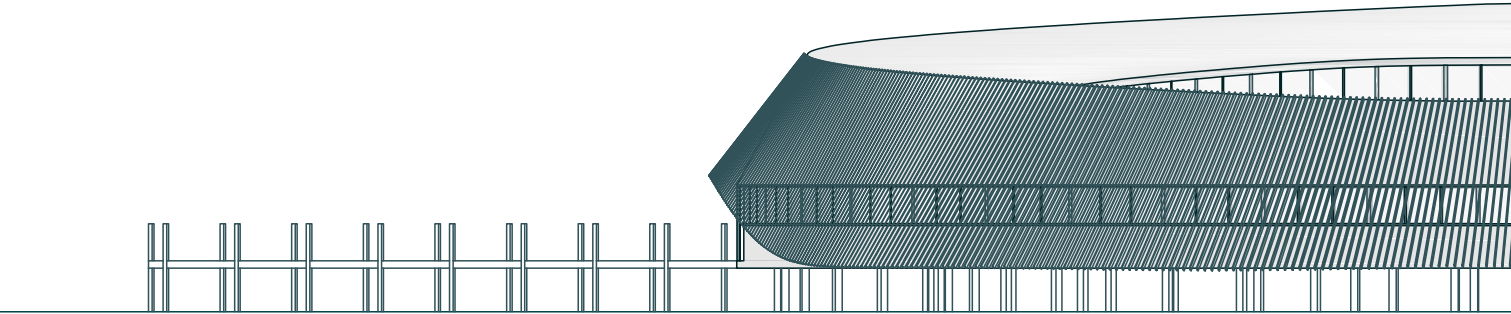
ÁREA DIVULGACIÓN

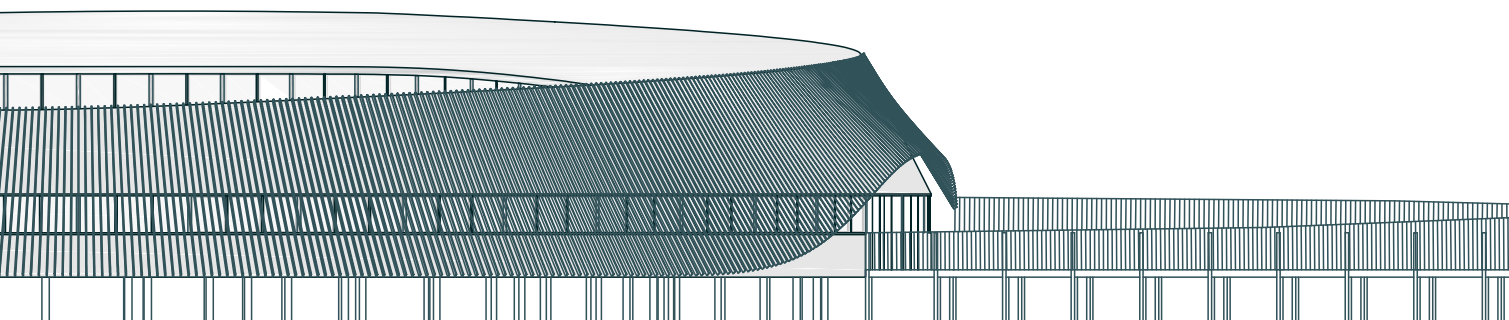
18. SALA VENTAS
19. SALA MULTIUSO
20. BODEGA SALA MULTIUSO
21. BAÑOS

ÁREAS COMUNES

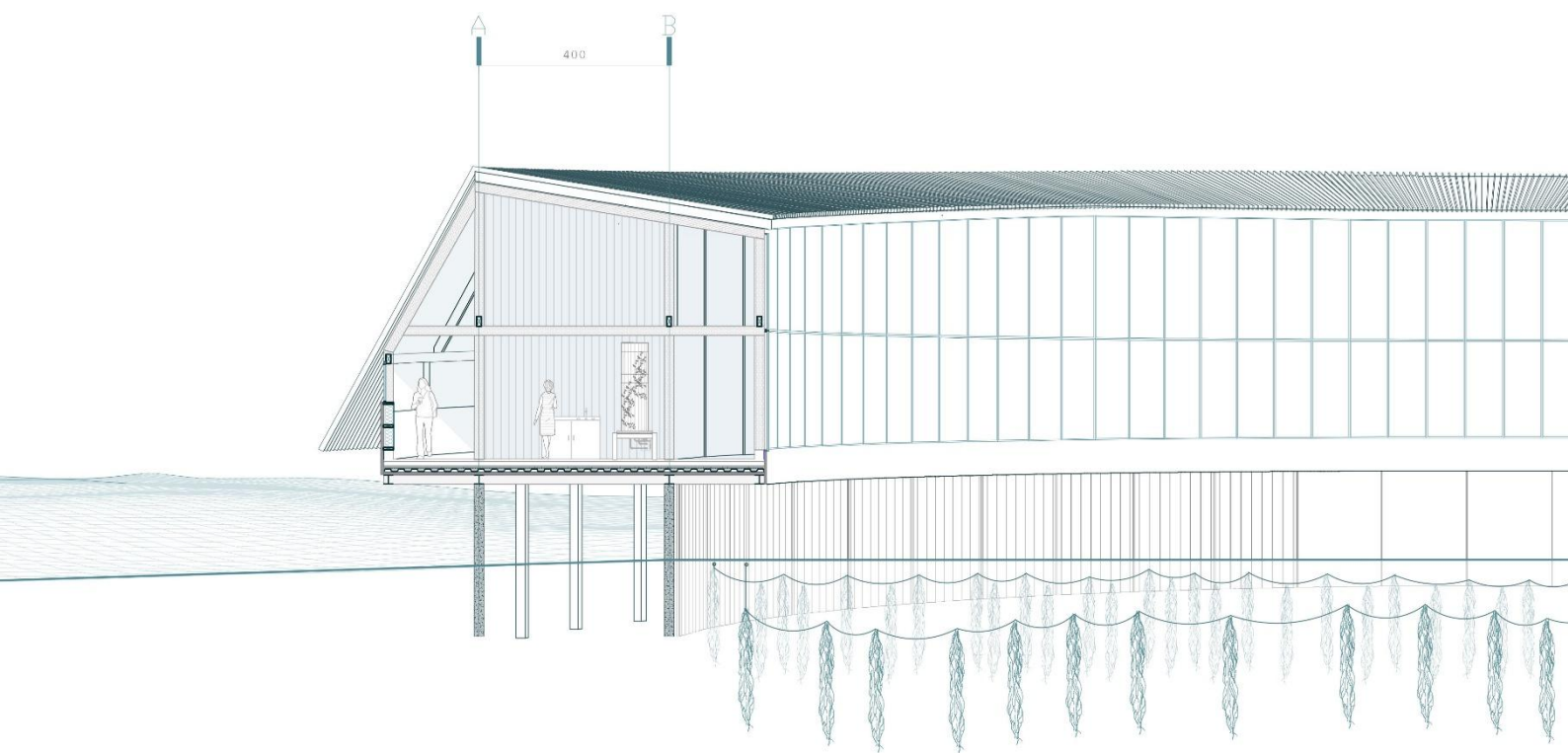
22. HALL RECEPCIÓN
23. ZONA MUELLE
24. COMEDOR
25. ESTACIONES DE TRABAJO

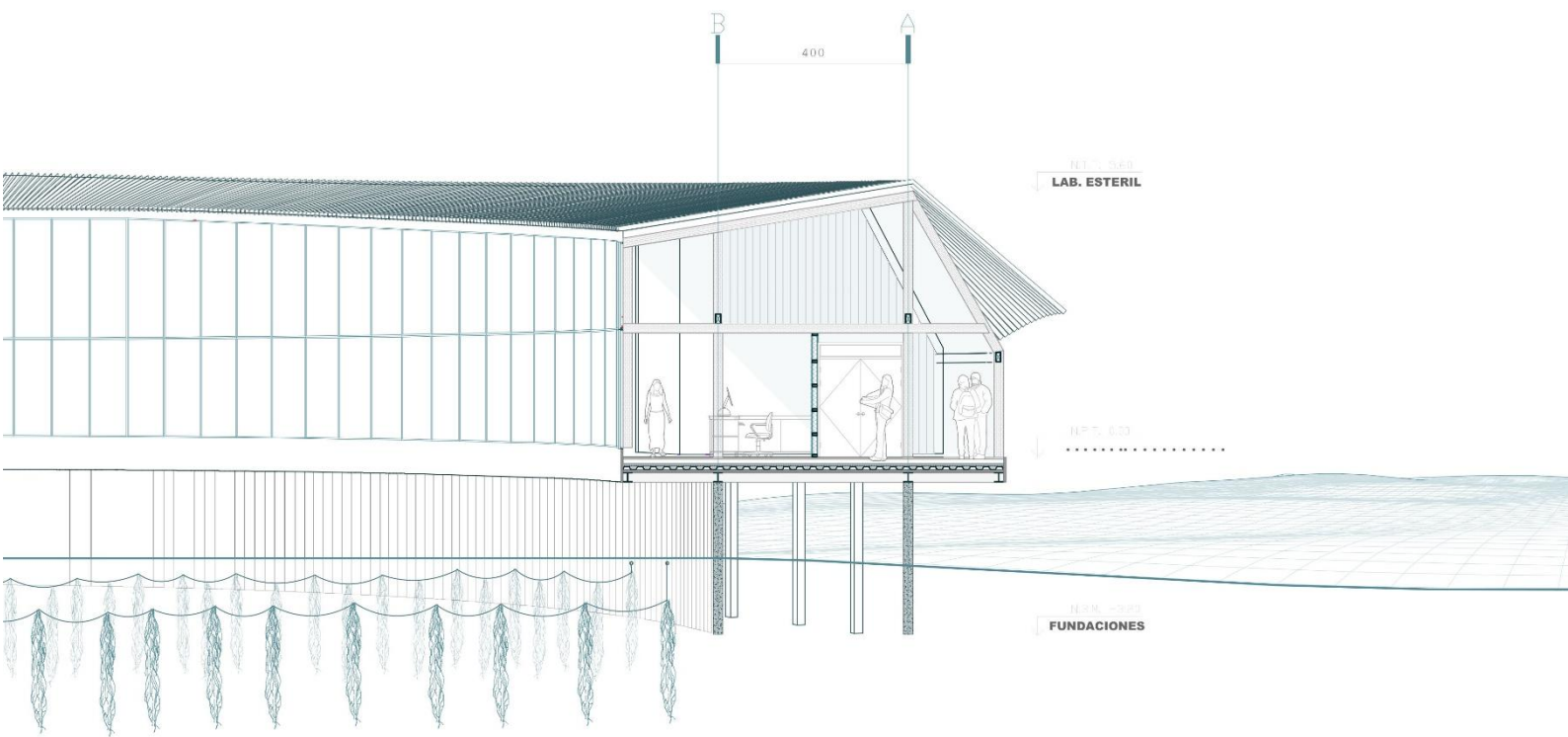
ELEVACIÓN ESTE



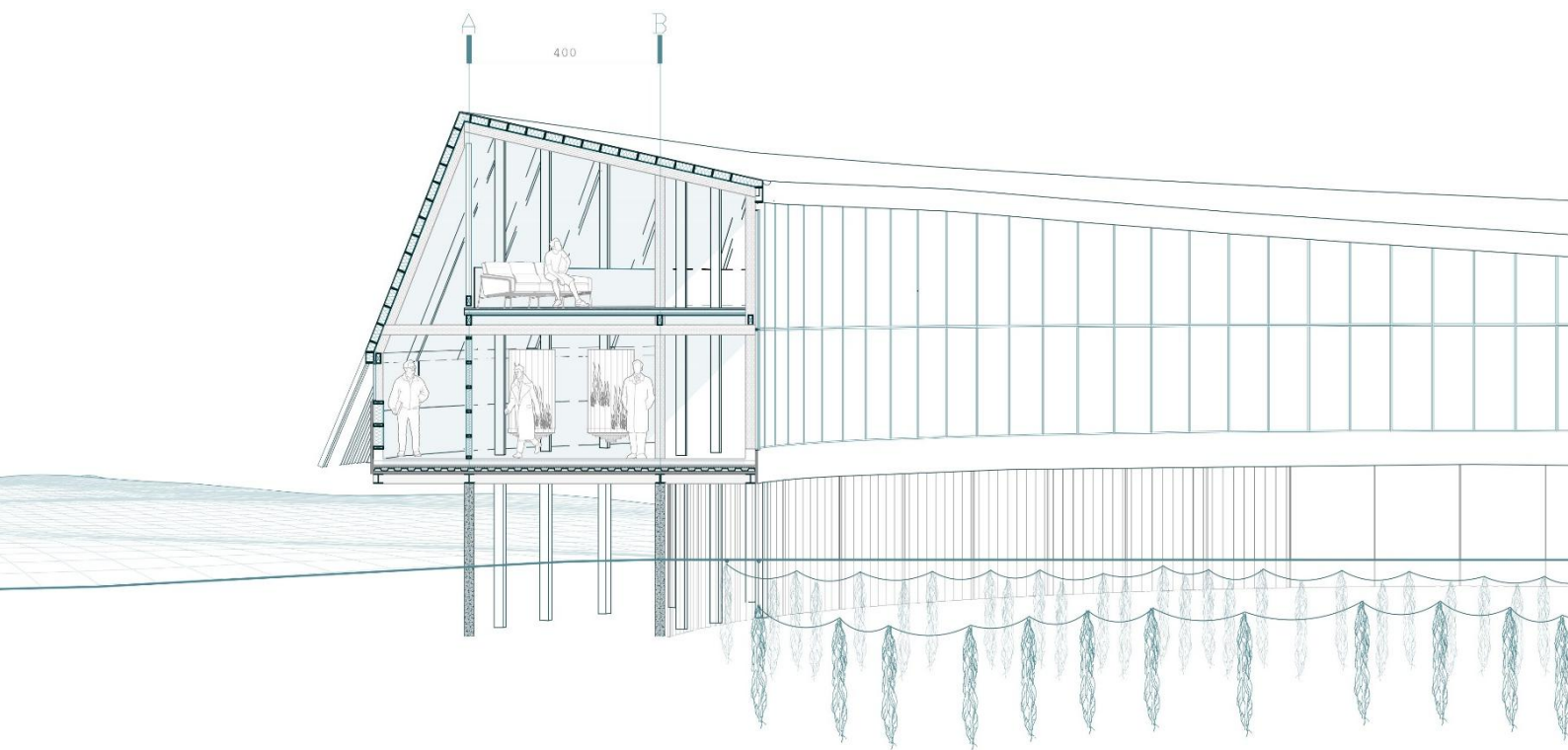


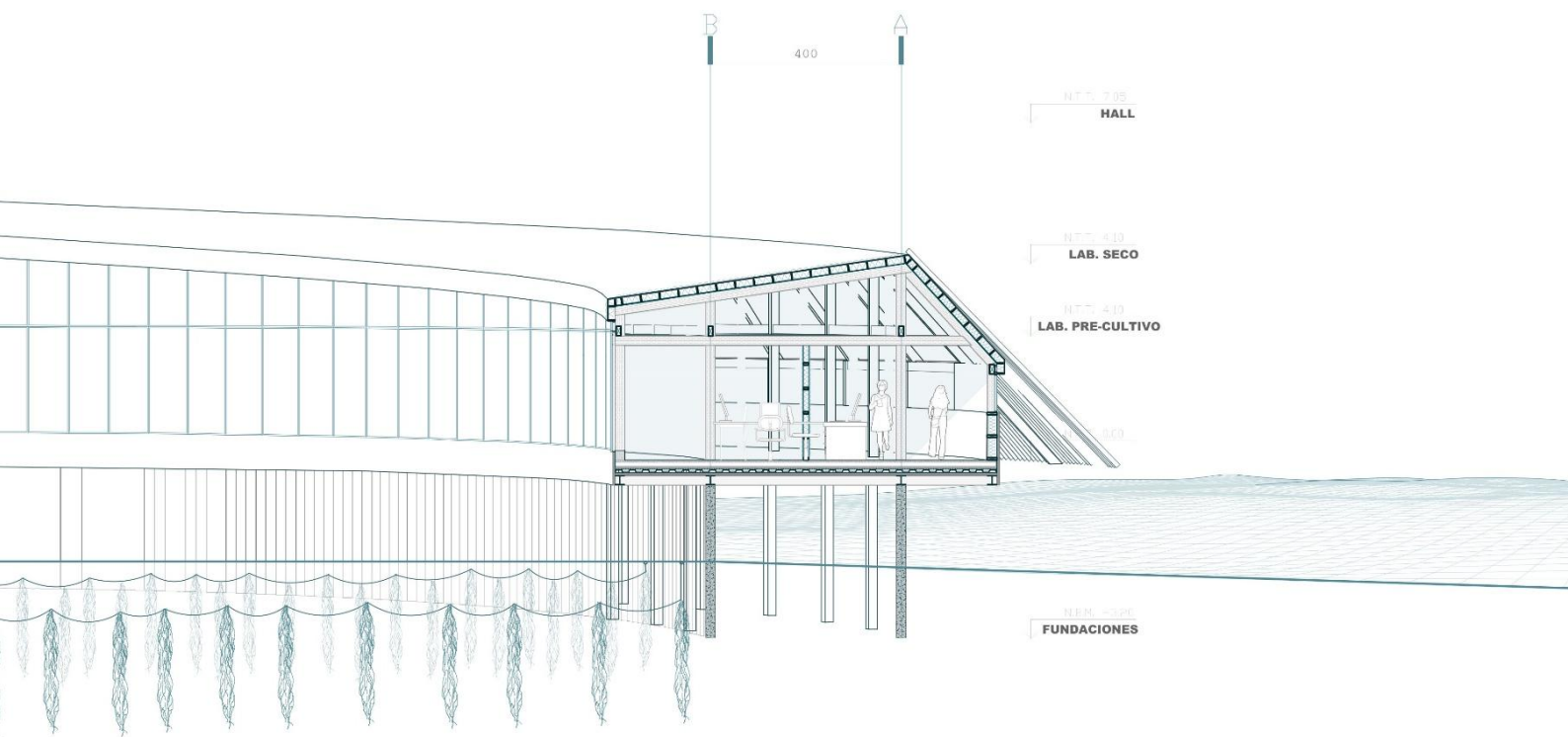
CORTE A – A'





CORTE B – B'





BIBLIOGRAFÍA

- **Armada de Chile – Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante.** (2019, 4 de junio). *C.P. Puerto Natales Ord. N.º 12.600/819/VRS: Habilita muelle de Puerto Natales y terminal de transbordadores.*
- **Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.** (s. f.). *Impacto ambiental de la salmonicultura: sombra bajo las aguas y salmones escapados.*
- **Consejo del Salmón.** (2023, agosto). *Informe del Consejo del Salmón.*
- **Dorte Mandrup.** (s. f.). *Dorte Mandrup.*
- **Food and Agriculture Organization of the United Nations.** (s. f.). *The state of world fisheries and aquaculture 2000: Aquaculture and the environment.*
- **FIMA Chile.** (2023). *Informe de incompatibilidad ambiental.*
- **Guindos, P.** (2019). *Fundamentos del diseño y la construcción con madera.* Ediciones UC.
- **Helm, M. M., Bourne, N., & Lovatelli, A. (Eds.).** (2006). *Cultivo de bivalvos en criadero: Un manual práctico* (FAO Documento Técnico de Pesca y Acuicultura No. 471). Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- **Instituto de Fomento Pesquero.** (2013). *Protocolo de cultivo de luga negra y luga roja.*
- **Instituto de Fomento Pesquero.** (s. f.). *Cultivo de macroalgas.*
- **Hurtado Arquitectos.** (s. f.). *Estación Costera de Investigaciones Marinas PUC.*
- **McAslan + Partners.** (s. f.). *McAslan + Partners.*
- **Meteoblue.** (s. f.). *Datos climáticos y meteorológicos históricos simulados para Puerto Natales, Chile* (Puerto-Natales_chile_3874958).
- **Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.** (s. f.). *Plan nacional de centros de excelencia (versión 2).*
- **Ministerio de Vivienda y Urbanismo.** (2019). *DDU-332: De la arquitectura – Condiciones de habitabilidad.*

- **Ministerio de Vivienda y Urbanismo.** (2024). *Modificación del artículo 4.1.10 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones: Reglamentación térmica.*
- **Municipalidad de Natales.** (s. f.). *Anteproyecto del Plan Regulador Comunal de Natales: Ordenanza* (versión preliminar). Municipalidad de Natales.
- **Municipalidad de Natales.** (2020). *Plan de Desarrollo Comunal de Natales 2017–2025: Informe ejecutivo (PLADECO).* Municipalidad de Natales.
- **Municipalidad de Natales.** (s. f.). *Informe Ambiental Estratégico: Plan Regulador Comunal de Natales (IAC).* Municipalidad de Natales.
- **Patagon Journal.** (s. f.). *Los bosques de macroalgas de Chile y las amenazas de la salmonicultura: Entrevista a María José Martínez Harms.*
- **Pure Ocean Algae.** (s. f.). *Página principal.*
- **Ruta de los Parques.** (2019). *Mapa rutero Ruta de los Parques.*
- **SalmonChile.** (s. f.). *Salmón chileno: principal exportación no minera.*
- **SalmonChile.** (2024). *Libro salmón digital.*
- **SalmonExpert.** (s. f.). *Productor busca cultivar macroalgas en seno Skyring como alternativa a los salmónidos.*
- **Salvemos la Patagonia.** (s. f.). *Campaña “Salvemos la Patagonia” publica catastro sobre concesiones salmoneras en áreas protegidas.*
- **Snøhetta.** (s. f.). *Snøhetta.*
- **Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.** (s. f.). *Documento técnico sobre concesiones acuícolas.*
- **Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.** (s. f.). *Documento técnico sobre regulación pesquera y acuícola.*
- **Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.** (s. f.). *Por diez años: Subpesca renueva la veda extractiva para proteger los bosques de huiro flotador en Magallanes.*

