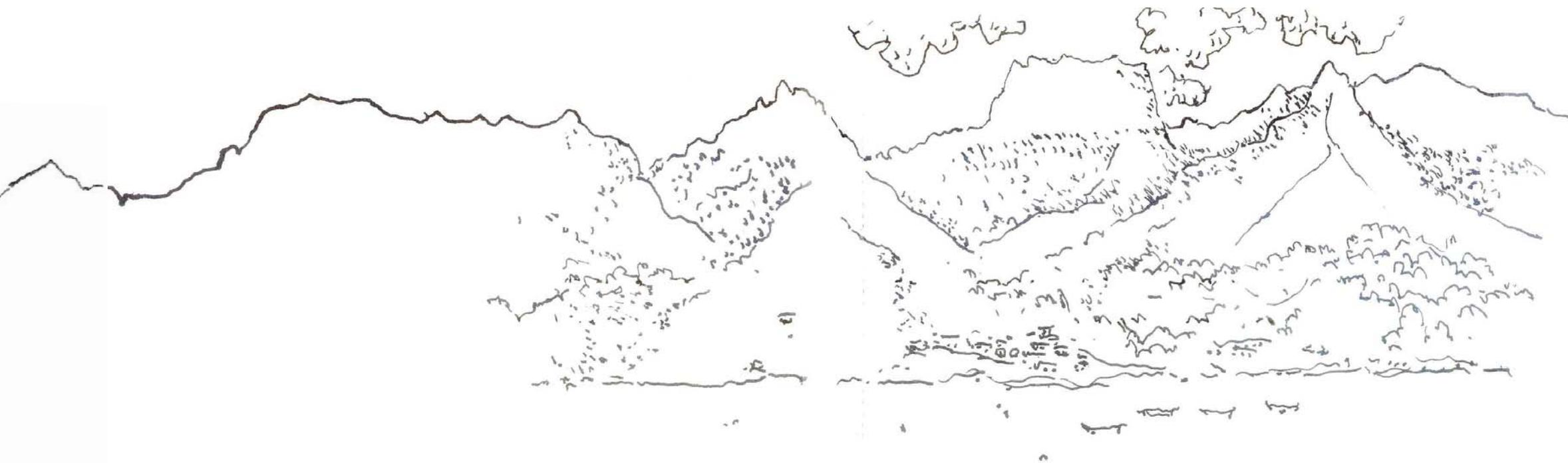


PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATOLICA
DE VALPARAISO

e[ad]

Escuela de Arquitectura y Diseño
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso



Edificio flotante estable ante oleaje y vientos severos Refugio científico en el Archipiélago de Juan Fernández

Tesis para optar al grado de Magíster en Arquitectura y Diseño, mención Náutico y Marítimo
e.[ad] Escuela de Arquitectura y Diseño de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Candidato a Magíster: Óscar Andrade Castro

Director de Tesis: Rodrigo Saavedra Venegas

Asesor y guía: Edison Segura Arias

Valparaíso, marzo 2011

Índice.

	pág		pág
Prólogo.	3	4. Elevación de la estructura sobre la superficie.	125
Abstract	5	5. Tecnología de la liviandad en materiales.	127
Capítulo I. Presentación de la Tesis.	7	6. Estudio de tecnología para la energía.	135
A. Resumen	7	7. Teoría de modelos.	141
B. Encargo.	9	Capítulo III. Hipótesis.	145
C. Objetivos.	11	Capítulo IV. Metodología.	146
Capítulo II. Fundamentos de la tesis.	12	A. Espiral de diseño y requerimientos de alto nivel.	147
A. Fundamento teórico.	13	1. Requerimientos de alto nivel y Espiral de diseño.	147
1. El Archipiélago como magnitud territorial.	14	B. Demostración estructural de funcionamiento de la obra.	148
2. Caso Arquitectónico.	59	1. Planteamiento inicial del sistema náutico.	148
3. Relacionarse con la profundidad marina como clave para adquirir la calma en la superficie.	63	2. Modelos estructurales para comprobar la relación de pesos y sistema de lastre.	154
4. Plegabilidad y mecanismos cinemáticos.	65	3. Modelos estructurales para integrar el espacio habitable a la estructura plegable.	162
B. Fundamento creativo.	67	4. Modelo estructural de envolvente.	166
1. Observación arquitectónica.	67	5. Modelo estructural final.	172
2. El Acto Arquitectónico.	72	C. Demostración de la estabilidad estática.	173
3. Campo de abstracción.	75	1. Conceptos generales y cálculo de flotabilidad.	174
C. Fundamento técnico.	79	2. Cálculo de las Curvas hidrostáticas.	181
1. Oleaje y viento.	79	3. Cálculo de las Curvas cruzadas.	187
2. Habitabilidad en climas extremos.	94	4. Experimento de inclinación.	188
3. Sistemas náuticos sumergibles.	109		

	pág		pág
D. Demostración del comportamiento de un artefacto flotante ante el viento y las olas.	189	F. Definición de la materialidad.	254
1. Pruebas de oleaje.	189	G. Planimetría.	256
2. Pruebas aerodinámicas.	191	Capítulo VI. Conclusiones.	273
E. Estudio energético.	196	Capítulo VII. Referencias.	275
1. Análisis funcional destinado a la evaluación de las necesidades energéticas.	196	A. Citas.	276
2. Posibilidades de producción y acumulación de energía.	205	B. Glosario.	277
F. Definición de la materialidad.	208	C. Índice de imágenes y tablas.	281
G. Demostraciones geométrica acotadas de calce y funcionamiento de las partes y total.	209	D. Bibliografía.	287
1. Maquetas de estudio formal.	209	Capítulo VIII. Anexos.	291
2. Maquetas programáticas.	210	A. Relato del Padre García.	292
3. Maquetas virtual.	213	B. Recuento sobre el estudio de las Islas Oceánicas en la Escuela de Arquitectura y Diseño de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.	294
Capítulo V. Resultados.	216	C. Tsunami en Juan Fernández. Faenas de limpieza submarina en la Bahía Cumberland.	307
A. Requerimientos de alto nivel y Espiral de diseño.	217	D. Participación en la investigación de magíster del puerto Aconcagua. Primer Semestre.	313
B. Pruebas de funcionamiento estructural.	243	Capítulo IX. Colofón.	323
C. Cálculos de estabilidad estática.	244		
D. Demostración del comportamiento ante viento y oleaje.	245		
E. Estudio energético.	250		

Prólogo.

La presente Tesis de Magíster en Arquitectura y Diseño, mención Náutico y marítimo, muestra de un modo exhaustivo el proyecto, en todas sus etapas, de un refugio científico para el archipiélago de Juan Fernández destinado a la actividad científica de monitoreo de la flora y fauna tanto terrestre como marina. Actualmente sostener este monitoreo es de gran dificultad, pues el acceso a los hábitats de las especies se realiza enfrentado la escarpada geografía de la islas bajo condiciones climáticas adversas, lo cual implica acciones demorosas y peligrosas, por ello Oscar Andrade visualiza la posibilidad de realizar plenamente las labores de control de estas especies desde un borde construido en el mar.

Su proposición es que el suelo para acceder sea un refugio flotante, y lo fundamental es que sea un edificio flotante estable en un medio marítimo adverso, lo que se consigue estudiando muy bien las variables energéticas, estructurales y aerodinámicas que lo llevan a plantear un sistema náutico semi-sumergible, para lo cual estudia y propone un sistema plegable accionado por contrapesos.

Se trata de una investigación náutica en lo que respecta al artefacto naval propuesto, y a la vez a un estudio marítimo y arquitectónico en cuanto al modo de abordar el territorio insular desde la construcción de un borde científico. Es interesante ver, en el desarrollo del proyecto, como las soluciones técnicas aparecen desde los estudios y pruebas mediante modelos a escala sometidos a las condiciones marítimas de oleajes y vientos del Archipiélago. Su investigación hace posible que pueda existir un refugio científico flotante para que los guardaparques y científicos puedan llegar a las orillas de las islas y el fondo marino. Su proyecto aporta un enclave móvil al espacio marítimo entre islas, lo cual es un aporte al concepto de maritorio.

Rodrigo Saavedra Venegas.

Abstract.

Esta tesis aborda el océano Pacífico desde su interior, esto es, ocupándose de sus islas. Se toma el caso de desarrollo de infraestructura para la isla Robinson Crusoe, proponiendo un artefacto naval para la investigación científica y apoyo al trabajo en terreno de CONAF en pos de la restauración y conservación del medio ambiente insular, severamente deteriorado debido a una serie plagas y la dificultad de enfrentarlas producto de la falta de recursos, el aislamiento y el duro clima marítimo. La pregunta sustancial del caso es como abordar el viento y el oleaje de modo de permitir un interior apto para la investigación, para lo cual se aventura una hipótesis cuyo principio fundamental es buscar la paz de la hondura, donde el viento y el oleaje no existen. Siguiendo esta intuición la obra es diseñada desde parámetros propios la isla, calculada para la isla, verificando por medio de modelos físicos su comportamiento ante el viento y el oleaje. Por lo que el gran esfuerzo de esta tesis consistió en la realización de modelos estructurales para demostrar la hipótesis, así como un estudio aerodinámico y de consumo energético.

La dimensión arquitectónica se encuentra en el vinculo entre la obra y el lugar, otorgado por el acto arquitectónico, el cual hace realidad esta vinculación de pertenencia, nombrando algo que reside en la condición humana y es el origen de la obra. El acto es la vigilia, el hombre vive en la búsqueda constante de la vigilia; y en la relación del hombre y la isla existe una relación de vigilia con el borde. Pero el borde acantilado arremetido por el oleaje no permite su construcción, por eso se construye un borde científico, que no está en la isla, está en el agua. Y es un borde porque vigila.

Abstract

This thesis deals with the Pacific Ocean from his inside, namely, taking charge of his islands. The case is addressed to develop infrastructure at Robinson Crusoe island, offering a naval craft for scientific research and field work support for CONAF in favor of the restoration and conservation of the insular environment, severely damaged due to pests and the difficult to deal with them because of the lack of resources, isolation and the harsh maritime climate. The substantial question of the case is how to face the wind and waves so as to allow an interior suitable for research, for which the hypothesis is to seek peace from the depths, where the wind and waves doesn't exist. Following this insight the work is designed from the island's own parameters, calculated for the island, checking through physical models the reaction to wind and waves in order to verify the hypothesis. As the great effort of this thesis consisted in the realization of a structural model to demonstrate the proposed nautical system, as well as an aerodynamic and energy consumption studies.

The architectural dimension is found in the link between the work and the place, given by the architectural act, which makes real this relationship of the work belonging to the place, naming something that resides in the human condition, wondering about the origin of the work. The act is the vigil, the humanity lives in constant search of the vigil, and in the relationship between man and the island, there is a vigil with the border. But the borders of this island are cliffs lashed by the waves that don't allow its construction, so we build a scientific border, which is not on the island, but in the water. And it is a border because he watch.

Presentación de la Tesis.

A. Resumen

1. Título

Edificio flotante estable ante oleaje y vientos severos.

Refugio científico en el archipiélago de Juan Fernández.

2. Encargo

a). Origen

Surge de una convocatoria de la PUCV para realizar proyectos I+D en el territorio insular oceánico nacional.

b). Actualidad

Se plantean los edificios flotantes como innovador modo de hacer partícipes del desarrollo nacional a los territorios extremos con vocación marítima.

c). Importancia

El Archipiélago es Parque Nacional y reserva mundial de la biosfera siendo vital su protección y conservación, labor realizada por CONAF, que con la introducción de infraestructura especializada para el trabajo en terreno optimizará sus capacidades operativas.

3. Objetivos

a). General

Diseño de un edificio flotante operativo en condiciones climáticas adversas.

b). Específicos

(a). Dar habitabilidad a 4 personas en un programa arquitectónico de uso científico.

(b). Cualidad remolcable del edificio para su fondeo en la costa.

(c). Diseñar un sistema náutico que vuelva al edificio transparente al oleaje y viento.

(d). Contar con autonomía energética utilizando las energías del medio.

4. Fundamento

a). Creativo

Se propone dar cabida a los oficios en el mar convirtiéndolo en un territorio hópito por medio de un interior cuyo acto arquitectónico es la calma.

b). Teórico

(a). Abarcar el archipiélago como magnitud territorial.

(b). Referencias como el “Edificio Flotante para generar habitabilidad náutica.”

(c). Relacionarse con la profundidad marina como clave para adquirir la calma en la superficie.

(d). Plegabilidad de la estructural para su permanencia o remolque.

b). Técnico

(a). Sistemas náuticos que sumergen sus boyantes (submarinos y torres petroleras), disipando la energía en climas adversos.

(b). Tecnología de la liviandad, usando materiales ligeros respondiendo a condiciones de peso y durabilidad.

5. Hipótesis

Lograr la estabilidad de un edificio aero e hidrodinámico, sostenido por pilotes-bielas sobre tres pontones flotantes, disipando la acción del oleaje y el viento mediante un contrapeso de boyantes variable que acciona el despliegue de la estructura, sumergiendo el flotador central, extendiendo sus pontones laterales y elevando el espacio habitable sobre la superficie marina.

6. Metodología

- a). Espiral de diseño y requerimientos de alto nivel.
- b). Demostraciones estructurales del funcionamiento de la obra.
- c). Demostración de la estabilidad estática.
- d). Demostración aerodinámica.
- e). Estudio de consumo energético.
- f). Demostraciones geométricas.

7. Resultados

- a). Artefacto naval con desplazamiento variable de 30/45 ton.
- b). Demostración estructural del sistema de plegabilidad y relación de pesos: la inmersión del flotador central 3,7 m. lastrado con 15 ton., acciona el despliegue de la estructura y pasa a ser un contrapeso con mínima influencia del oleaje. Elevando el espacio habitable de la superficie marina 3,5 m. y ampliando la manga en 5 m.

- c). Curvas Cruzadas, de Estabilidad y modelo a escala.
- d). Análisis aerodinámico en túnel de viento.
- e). Análisis de consumo energético.
- f). Planta, elevaciones, cortes, isométricas, vistas, modelo 3D, maquetas.

8. Conclusiones

Se dio respuesta al estudio energético, estructura y aerodinámica. Faltando demostrar los efectos de la corriente y la hidrodinámica, así como someter el diseño a los requerimientos legales. La tesis aporta al magíster abriendo estudios sobre sistemas sumergibles, incorporar el agua como un elemento de la obra.

9. Palabras clave

Archipiélago de Juan Fernández

Arquitectura de Zonas Extremas

Refugio científico

Estabilidad náutica

Flotabilidad variable.

B. Encargo

1. Origen del encargo.

Esta tesis surge de una convocatoria de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, para realizar proyectos multidisciplinarios de investigación y desarrollo (I+D) en el territorio insular oceánico nacional.

En este caso, la investigación está orientada a plantear soluciones por medio de la innovación en el campo de la arquitectura y el diseño a un criterio de desarrollo específico del Archipiélago de Juan Fernández. Dicho criterio ha sido propuesto como un auto encargo luego de viajar al archipiélago para analizar el campo de intervención y sus necesidades.

2. Actualidad.

El Archipiélago de Juan Fernández es Parque Nacional y reserva mundial de la biosfera. Pese a esto, su actual situación ambiental es grave; principalmente por la presencia de diversas plagas, el estado del bosque nativo y la sobre explotación de algunas especies marinas.

CONAF, una de las instituciones encargadas de la administración medioambiental de este territorio, no puede realizar plenamente las labores de control y objetivos del plan de manejo, debido a las difíciles condiciones climáticas y geográficas del Archipiélago.

3. Importancia.

Por ello se plantean los edificios flotantes como innovador modo de hacer participes del desarrollo nacional a los territorios marítimos aislados del país, como lo son las islas Oceánicas y los Archipiélagos de la Patagonia Occidental.

El territorio marítimo Chileno y las islas oceánicas, son una unidad territorial clave para la comprensión del Pacífico y la proyección oceánica de Chile y Latino América.

Dentro del extenso y complejo camino hacia el desarrollo del espacio marino-costero Chileno, un aspecto fundamental, es conectar e incorporar al desarrollo nacional las zonas aisladas de nuestro territorio. Para ello se deben tomar en cuenta las singularidades territoriales, proponiendo infraestructura especializada que ayude a la realización del destino de cada lugar.

El criterio de desarrollo propuesto persigue mejorar las capacidades operativas de CONAF para lograr resguardar la biodiversidad del archipiélago. surgiendo como una necesidad de vital importancia su protección y conservación.

C. Objetivos

1. Objetivo general.

Diseño de un edificio flotante para operar en condiciones climáticas adversas, planteando la habitabilidad en edificios flotantes como un innovador modo de fundar en territorios inhóspitos.

2. Objetivos específicos.

- a). Dar habitabilidad a 4 personas en un programa arquitectónico de tipo científico.
- b). Calidad remolcable del edificio para su fondeo en la costa.
- c). Diseño de un sistema náutico que vuelva al edificio transparente al oleaje y viento.
- d). Contar con autonomía energética utilizando las energías del medio.

Capítulo II. Fundamentos de la tesis.

A. Fundamento teórico.

1. El Archipiélago como magnitud territorial.
2. Caso Arquitectónico.
3. Relacionarse con la profundidad marina como clave para adquirir la calma en la superficie.
4. Plegabilidad y mecanismos cinemáticos.

B. Fundamento creativo.

1. Observación arquitectónica.
2. El Acto Arquitectónico.
3. Campo de abstracción.

C. Fundamento técnico.

1. Oleaje y viento.
2. Habitabilidad en climas extremos.
3. Sistemas náuticos sumergibles.
4. Elevación de la estructura sobre la superficie marina.
5. Tecnología de la liviandad en materiales.
6. Teoría de modelos.

A. Fundamento teórico.

El fundamento teórico parte desde la pregunta substancial de esta investigación:

¿Como se habita en un archipiélago?

Podemos matizar esta pregunta, avanzando hacia la singularidad del caso:

¿Como ha de habitarse un archipiélago del Pacífico frente al litoral de América del sur?

Claramente, esta pregunta lleva a más preguntas antes que a su propia respuesta. Pero, más que contestarla, el fin de esta tesis es permanecer en ella para abrir un campo de estudio e investigación muy poco desarrollado en nuestro país dentro de la arquitectura y el urbanismo.

Por ello este estudio debe aceptar partir de preguntas generales que permitan orientar y conformar un rumbo. Es así como se despliega un primer campo de estudio que nos deja ante tres preguntas fundamentales:

¿Cual es la relación entre el mar y la humanidad?

¿Cual es la relación entre el Océano Pacífico y el continente Americano?

¿Que es un archipiélago?

Estas preguntas conforman la singladura del fundamento teórico, y construyen la base para comenzar un estudio del papel de la arquitectura en el desarrollo de los territorios insulares, y dentro de ello, específicamente el programa arquitectónico de uso científico dado por el encargo de esta tesis.

1. El archipiélago como magnitud territorial.

a). Extensión Oceánica.

¿Dónde están sus monumentos, sus batallas, sus mártires?
¿Dónde su memoria tribal? Señores,
en esa bóveda gris. El mar. El mar
los ha aprisionado. El mar es la Historia.

(Walcott, , 1996, p. 68)¹

(a). El mar y el devenir humano.

El hombre ha hecho del mar un camino rumbo a hechos históricos de tal magnitud, que han cambiado la concepción del mundo. El mar ha sido uno de los medios por el cual el hombre ha abierto el mundo transformando los límites del conocimiento, tanto territoriales como tecnológicos.

En la historia del hombre, la navegación marítima ha in-

fluído en aspectos tan relevantes como las migraciones ultramarinas y el paso del cazador-recolector al sedentarismo, que en litorales de gran abundancia alimenticia posibilitó el desarrollo de pueblos marinos e incluso pueblos que hicieron de sus embarcaciones su hogar. Esto sitúa a la navegación dentro de las tecnologías más antiguas, aquellas asociadas a la obtención de alimentos, equivalente a los procesos de desarrollo agrario que llevarían al desarrollo de la agricultura en el Neolítico.

Este papel protagónico del mar en el devenir de la historia humana, y su rol como agente de transformación o apertura, tiene residencia en condiciones propias de la extensión oceánica. Ellas son: la libertad territorial del mar y la aventura del desconocido.



Imagen 1. Grupo de Chonos en una Dalca. Este pueblo nómada del mar, habitó las islas y canales entre Chiloé y la península de Taitao.



Imagen 2. Familia Kaweskar. Nómadas canoeros que recorrían los canales de la Patagonia chilena. La canoa, utilizada como vivienda familiar flotante, era fabricada con cortezas de coigüe, de longitud entre 8 a 9 metros.



Imagen 3. Niño Inuit con Kayac, embarcación desarrollada por los nativos de Alaska para la caza y pesca en las regiones próximas al polo norte, fundamental para la vida en este territorio.

i). Libertad territorial del mar.

La evolución de las visiones sobre la territorialidad marítima ha sido producto de un complejo sistema de relaciones entre el avance tecnológico de la navegación y el derecho del mar. El avance tecnológico actúa como detonante a nuevas épocas y polos de desarrollo, del mismo modo que un objetivo por alcanzar hace desarrollar nuevas tecnologías. En ambos sentidos se trata de la superación de los límites. Claros referente de esto es el actual desarrollo tecnológico para la exploración y explotación minera submarina.

Se puede visualizar fácilmente este vínculo entre tecnología, derecho y territorialidad; con el ejemplo de la evolución tecnológica de los medios de propulsión naval (pértiga, remo, vela, maquina a vapor, hélice, motor de combustión interna, reactores nucleares, etc.) que posibilitó el recorrido de las rutas comerciales que llevaron

a los hallazgos geográficos, así como la capacidad de carga y tamaño de las naves, que a su vez repercute en las dimensiones portuarias y los tamaños de la ciudad.

Una de las primeras legislaciones que construyó los fundamentos del derecho de mar fue la “Ley de Rodas”, formulada por los fenicios en los orígenes del comercio y la pesca comercial del mar mediterráneo. Esta ley agrupaba una serie de reglamentaciones y costumbres de mar, y fue incorporada al código Justiniano de los Romanos, así como también serían incorporados los principios que guardan relación a la propiedad del océano y sus recursos (*res communis / res nullius*). El control de gran parte del mediterráneo por parte del imperio romano, los hizo llamarlo *mare nostrum*, incorporando una idea de territorialidad y propiedad a esta extensión.



Imagen 4. Planisferio de Cantino. Mapamundi que muestra los descubrimientos portugueses del siglo XV. La costa de Brasil aparece parcialmente trazada, y atravesada por el meridiano designado en el tratado de Tordesillas (1494).



La información contenida en el mapa tenía entonces un gran valor, y tuvo un gran impacto en las relaciones comerciales de Italia con Portugal en la época.

Tanto los fenicios como los romanos innovaron en los sistemas de propulsión y de defensa naval, así como en técnicas de navegación, marcando un punto de inflexión en la historia de la tecnología naval.

En la edad media, ocurre un hito importante en cuanto a la legislación marítima con el surgimiento de las repúblicas marítimas como Amalfi, Pisa, Génova y Venecia; entre los siglos X y XIII. Estas alcanzaron una importante autonomía política conformándose como gobiernos autónomos republicanos, cuyo poder residía en su capacidad mercantil y financiera como ciudades puerto. Cabe destacar la creación de la “Tavola di Amalfi”, reflejo del poder de estas ciudades, dichas tablas reunían las políticas de Derecho marítimo, y fueron válidas durante toda la Edad Media. Junto con el perfeccionamiento naval de

las galeras realizado por constructores de Génova y Venecia, reafirmando la relación evolutiva entre la innovación tecnológica y el derecho marítimo que da forma a su territorialidad.

En el siglo XV se llevó a cabo la división de los océanos por los imperios de la península ibérica con el Tratado de Tordesillas. De este modo España y Portugal pasan a defender una política territorial de dominio marítimo, exigiendo absoluta exclusividad de las rutas y riquezas producto de los descubrimientos.

El choque con los países en desacuerdo con esta política como Francia, Inglaterra y Holanda; llevaría a tres siglos de presión al tráfico marítimo por medio de la piratería, con sucesivos ataques de corsarios y bucaneros a los territorios de ultramar y rutas españolas, la cual se organi-

-zó defensivamente por medio de un sistema de flotas y fortificaciones. Esta capacidad de proyección oceánica del siglo XV, fue posible gracias a la invención portuguesa de la carabela. Logro técnico en cuanto a una embarcación de condiciones marineras que podía navegar en las aguas abiertas del Atlántico.

En el siglo XVII, aparecen dos obras que reflejarán los principios dominantes frente a la territorialidad del mar. La primera es el libro del jurista holandés Hugo Grocio, *Mare Liberum* (1609). Piedra angular del futuro desarrollo del derecho internacional del mar, cuya postura defiende que el uso del mar es común a todos, ya que los mares no pueden ser sujetos a apropiación, por que no son susceptibles de ocupación como las tierras y donde la libertad del mar es una condición esencial para el desarrollo del comercio.

Como contra argumento aparece la obra del portugués Serafim de Freitas, *De Iusto Imperio Lusitanorum Asiático*, junto con la del Ingles John Selden, *Mare Clausum* (1635), en la que se señala “el mar, por mandato de las naciones no es común a todos los hombres, sino susceptible del dominio privado o propiedad particular, como lo es la tierra”.²

Durante el siglo XVIII, este conflicto y las demandas marítimas de las naciones que hicieron aparecer estrictas normas nacionales, se moderó y logró unificar en parte siguiendo un principio propuesto por Cornelius Bynkershoek, en su *De dominio maris* (1702), restringiendo la soberanía marítima a la distancia efectiva de protección y control que el estado puede ejercer sobre la franja marítima adyacente a sus costas. Esto permitió el surgimiento de la norma de las tres millas marinas, basada en la tesis de la “bala de cañón”.

En el siglo XX, se plantea la necesidad de extender el mar territorial para la adecuada protección de los recursos marítimos, así como el control y fiscalización de la contaminación del mar, reconociéndose internacionalmente una zona contigua de 12 millas marinas. La necesidad de plantear estas iniciativas de resguardo responde al vertiginoso desarrollo de la pesca industrializada con la aparición del motor.

Posteriormente los países latinoamericanos tuvieron un rol fundamental, al realizar una serie de declaraciones en la década del 40, declarando la soberanía y preocupación sobre los recursos del mar, que hizo surgir la tesis de una zona económica exclusiva de 200 millas marinas, reconocida en 1982 en la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CNUDM), considerada como uno de los tratados multilaterales más importantes de la historia.

Podemos afirmar sobre esta relación entre la territorialidad del mar y la técnica, que el mar es una extensión de suyo libre, abierta, sin límites y común a la humanidad. Y como tal, el hombre se interna en ella por medio de la técnica, entendida como poiesis. Es decir, la técnica es un producir poético cuando tiene un fin, una causa finalis, cuando sigue el sentido de la obra. Si bien hoy existe un consenso sobre la territorialidad marítima que va más allá de la capacidad tecnológica de las naciones, es esta misma capacidad la que posibilita hacer uso de los recursos y acceder a las riquezas que el océano guarda.

Es de particular importancia comprender las condiciones territoriales que tienen los territorios insulares, en el caso de esta tesis, las islas oceánicas Chilenas. Y como las tecnologías desarrolladas en ellas pueden entregar claves del modo en que han de habitarse.

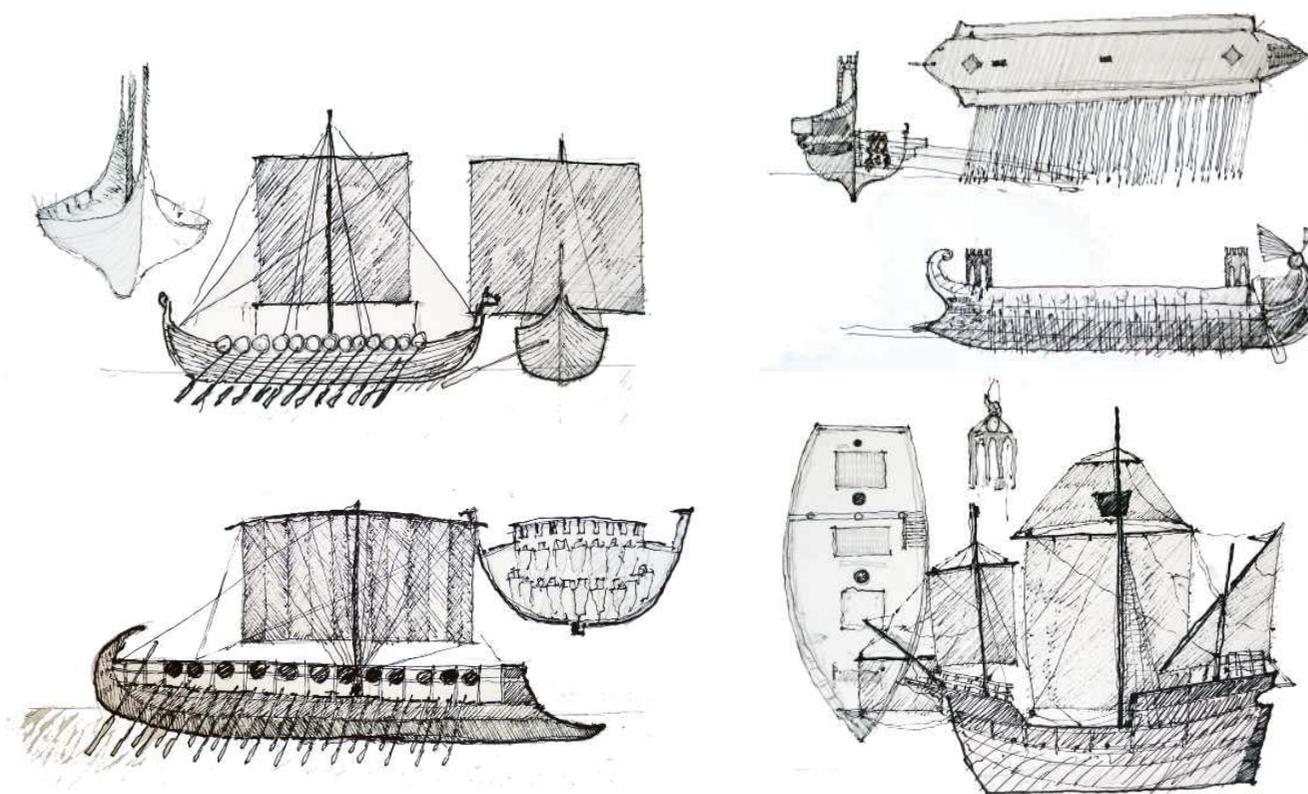


Imagen 5. Dibujo comparativo de avances tecnológicos en la náutica de diversos imperios. Las naves fenicias y vikingas dominando los respectivos mares mediterráneos y nórdicos con relaciones comerciales entre ambos, llegando a la carabela, embarcación capaz de salir a alta mar y dar la vuelta al globo. Estos avances en la náutica están acompañados de los instrumentos de orientación basados en la trayectoria solar y las estrellas.

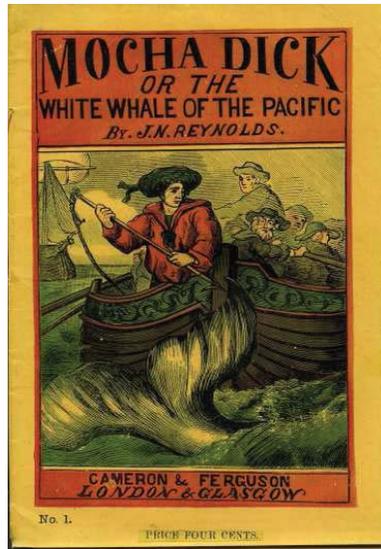


Imagen 6. Portada de “Mocha Dick: o la ballena blanca del pacífico”. Relato de un cachalote macho que vivió en la cercanías de la Isla Mocha, a principios del siglo XIX. Era albino y muy temido entre los arponeros por su agresividad, con la cual sobrevivió a muchas cazas dejando a su paso grandes pérdidas. Junto con el naufragio del Essex, producto de la embestida de un cachalote en el Océano Pacífico, Mocha Dick sirvió de inspiración para la novela Moby-Dick de Herman Melville.

ii). La aventura del desconocido.

Así como encontramos en la interacción de la tecnología de navegación y el derecho del mar, ciertas claves para la comprensión de la evolución de la territorialidad marítima. Podemos encontrar en la relación entre los recursos naturales y la aventura de su exploración y explotación, claves sobre lo desconocido.

“El mundo como naturaleza es inagotable. Al hombre le ha sido dado desocultar su misterio. Mientras exista mundo es y así será, desde el origen mismo del hombre él ha sido un perpetuo desocultador. A esto también se le llamará progreso, avance, invención descubrimiento, vanguardia, etc.” (Ivelic, 2005, p.12)³

Para el hombre lo desconocido es un horizonte inagotable, el cual esta llamado a desocultar, es un perpetuo estar

yendo, un ir hacia, es un rumbo. Y en la extensión que nos convoca, el mar, pareciera que está condición de desconocido adquiere un carácter gravitatorio. Los descubrimientos, las migraciones, la búsqueda de rutas comerciales, la búsqueda de recursos; todos pasan por la aventura del mar y este se presenta siempre como una extensión que posibilidad la apertura del mundo, o acaso la apertura del mundo, irremediamente, deba pasar por el mar.

Uno de los mejores referentes para comprender la importancia de lo desconocido en las empresas marítimas es Moby Dick; la Ballena Blanca que representa para Ajab, el fin último, la muerte encarnada. La caza ballenera y lopera fue una empresa que llevó a los hombres a lugares y hechos extraordinarios, construyendo un legado histó-

rico que logró constituirse como épico.

Actualmente dentro de los recursos marítimos encontramos tres grandes familias: los alimentarios, referidos a la pesca y el cultivo; los energéticos, de los que sobresalen los combustibles fósiles como el petróleo y el gas natural, dejando en segundo plano las aun poco desarrolladas tecnologías para obtener energía de las olas, mareas y corrientes. Y en tercer lugar tenemos la presencia de recursos minerales en forma de yacimientos que se encuentran en los fondos submarinos.

Sulfuros polimetálicos, campos de nódulos polimetálicos y cortezas de ferromanganeso ricas en cobalto, son tres grandes tipos de depósitos minerales con interés económico que se encuentran en zonas marítimas internacionales que corresponden al patrimonio común de la

humanidad. La formulación del código minero para explotar dichos recursos es dirigida por la Autoridad Internacional para los Fondos Marinos (AIFM). Moderando el debate entorno a los derechos de explotación por parte de los países interesados, dentro de los cuales podemos nombrar la actual aprobación (2010) de la fase de exploración por parte de China de los yacimientos de metales preciosos próximos a las chimeneas hidrotermales del fondo oceánico Índico.

Lo desconocido, como inagotable, sigue presentándose en la actualidad como una aventura antes las empresas marítimas, sigue siendo un llamado: vocación marítima de un territorio o pueblo. Posibilidad de proyección oceánica, que se presenta siempre como una aventura.



Imagen 7. Indus 8 con 5 cachalotes. En cubierta marineros trabajando para liberar la caza. Al cabrestante de proa el contraмаestre Oscar Mendieta, en la borda de babor colgando el marino Oscar Pavié.

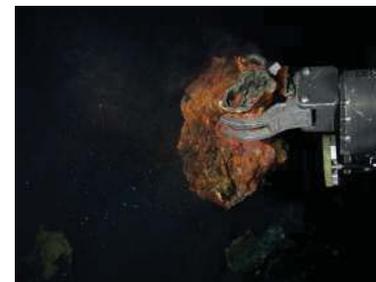


Imagen 8. Cortezas de ferromanganeso ricas en cobalto, nódulos polimetálicos y sulfuros polimetálicos son los tres tipos de yacimientos.



Imagen 9. Prospección y exploración de yacimientos ricos en minerales que rodean las chimeneas hidrotermales en el fondo del océano Índico llevadas a cabo por China.

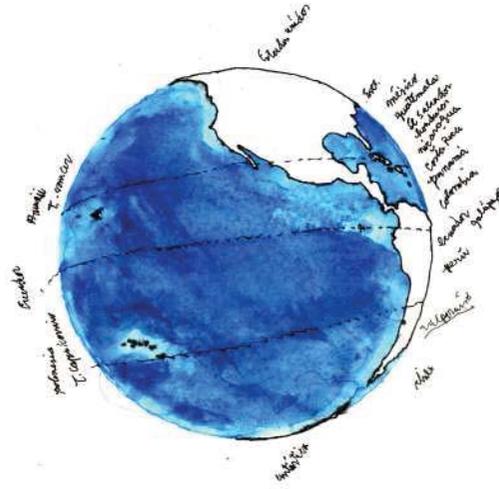


Imagen 10. La orilla oriental del Pacífico dibujada por el continente Americano.

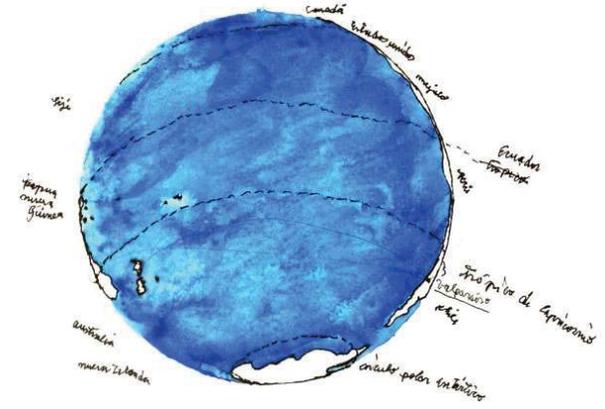


Imagen 11. La orilla sur conformada por el continente Antártico conectando al continente Americano con Nueva Zelanda y Australia.

b). Proyección Oceánica.

“Y un buen día (hoy mismo, ¿por qué no?) como aparece el alba en la ventana y con ella la habitación recibe el imperio de sus afueras, así en el vidrio oscuro de su costa Chile verá aparecer, dulcemente, el mar. Apagaremos nuestras lámparas pues una luz desconocida las tornará inútiles. Iluminados por el mar no nos reconoceremos ni a nosotros mismos ni a la tierra que habitamos. Y asomados veremos extenderse su día y el nuestro.” (Balcells, 1988)⁴

La proyección oceánica se refiere a la capacidad de un país o continente para comprender y adherir su mar adyacente dentro de su extensión. Es lo que sustenta la posibilidad de que el continente influya en el océano, y viceversa, conformando una apertura al mundo como totalidad.

Para el caso latinoamericano esta tarea va de la mano con la consolidación de una continentalidad. La consolidación del interior americano, la integración de los territorios extremos al desarrollo de las naciones (ver tesis

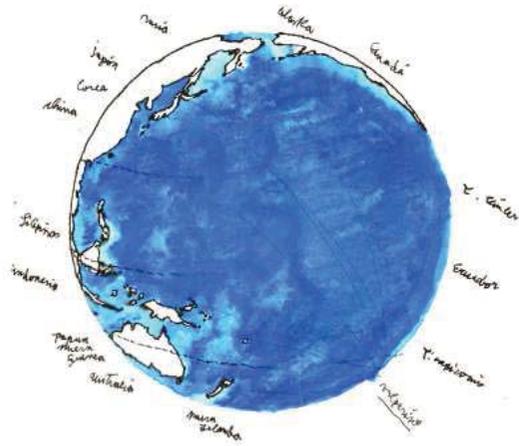


Imagen 12. Surgencia de Asia y Oceanía en la orilla occidental del Pacífico.

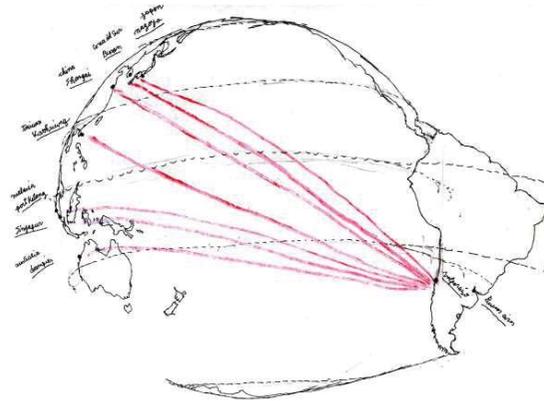


Imagen 13. La ciudad-puerto de Valparaíso y su situación geográfica ante océano Pacífico sur, y ante el mar interior latinoamericano.

del mar interior y del maritorio en anexos), el desarrollo del borde litoral, la conectividad continental; son aspectos claves para que América sea parte de la cuenca del Pacífico como polo de desarrollo actual en el mundo.

Las implicancias que esto tiene en nuestro país son múltiples, el territorio debe orientar el desarrollo de las distintas unidades territoriales según su vocación. Dentro de ellas Chile austral deberá mirar el continente Antártico como el horizonte de un nuevo polo de desarro-

llo, consolidando los vínculos de conectividad con el continente Australiano, Nueva Zelanda y el sur de Asia. Por otro lado la consolidación de un eje meridional central constituido por la cuenca del Río Aconcagua y la del Río de la Plata, puede llegar a situar nuestro continente en un rol definido con respecto al Océano.

En este ámbito las islas oceánicas construyen la trama oceánica de Chile, un conjunto de mares con distintos alcances geopolíticos que enlazan distintas áreas de desarro-

llo. La articulación de este conjunto de mares es el umbral para conectar y ligar otros polos que participan en la cuenca.

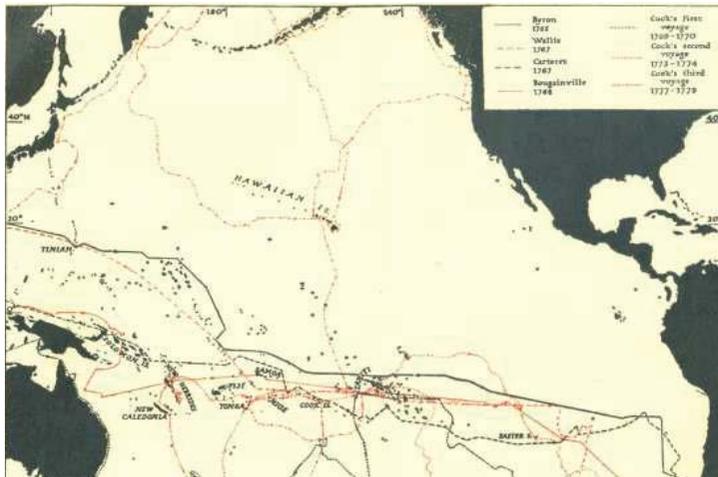


Imagen 14. Exploración del Pacífico desde Byron a Cook.

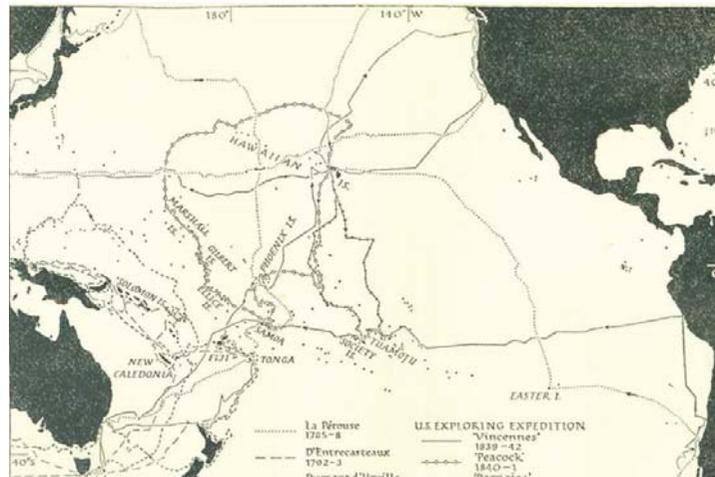


Imagen 15. Exploración del Pacífico después de Cook entre 1780 y 1850.

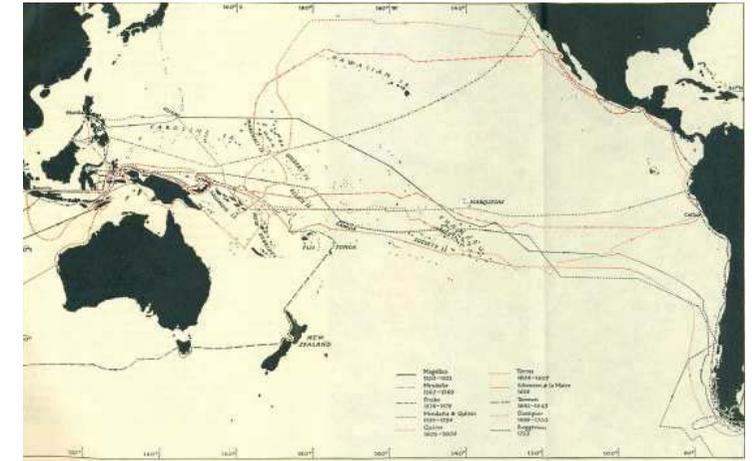


Imagen 16. Exploración del Pacífico desde Magallanes a Roggveen.

(a) Comprender el Pacífico.

Comprender el dinamismo del océano en cuanto a la totalidad del mundo es fundamental para plantar una visión oceánica continental y nacional. Al igual que el sistema de masas de aire y corrientes que definió por siglos las

rutas de navegación en el Pacífico, el sistema insular del Pacífico sur ha permanecido como una trama rígida de elementos o unidades discretas que reciben a esta trama dinámica, cambiante según polos de interés mundial,

Imagen 17. Soberanía y control político del Pacífico en 1914.

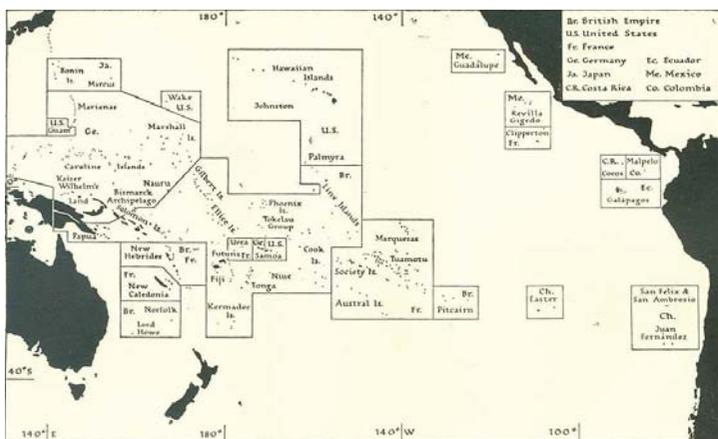


Imagen 18. Control político de las islas oceánicas del Pacífico.

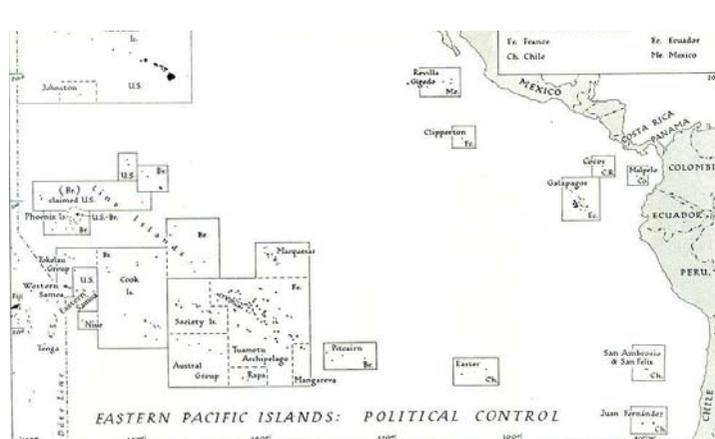


Imagen 19. Visión alemana del control político del Pacífico en 1859.



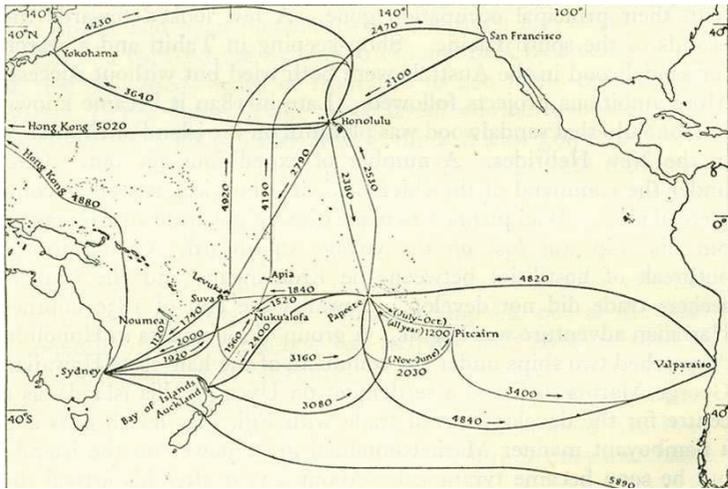


Imagen 20. Rutas de navegación en el Pacífico. El dibujo muestra como los vientos dominantes afectan las rutas cambiando muchas veces los trayectos de idas y vueltas.

Desde la insularidad el mar puede ser pensado como un continente o trama rígida base de toda fundación marítima. Tal cual como lo percibió Alexander Darlympe en su tesis sobre la existencia de un continente austral (1767)

Imagen 23. Desarrollo del comercio en el Pacífico durante el siglo XIX.

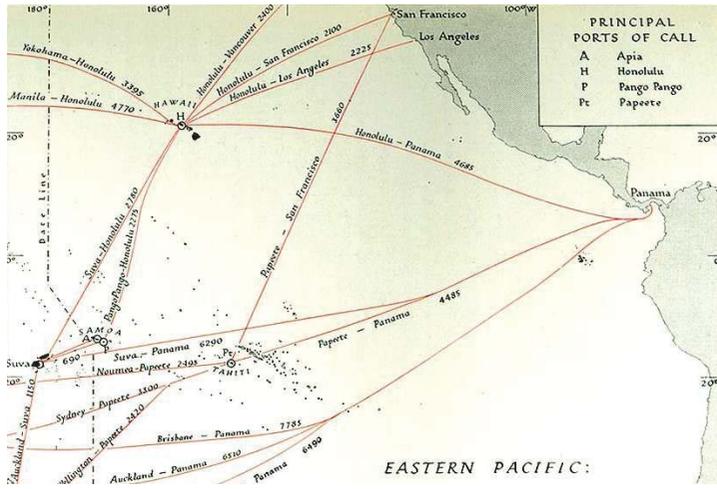


Imagen 21. Principales rutas de navegación en el Pacífico occidental.

conformado por una línea de costa continua constituida por los descubrimientos aislados en el Pacífico Sur. Comprender esta orilla virtual es un modo de situarse desde otro punto de vista ante el océano, es hacerse cargo

Imagen 24. Desarrollo del comercio en el Pacífico durante el siglo XIX.

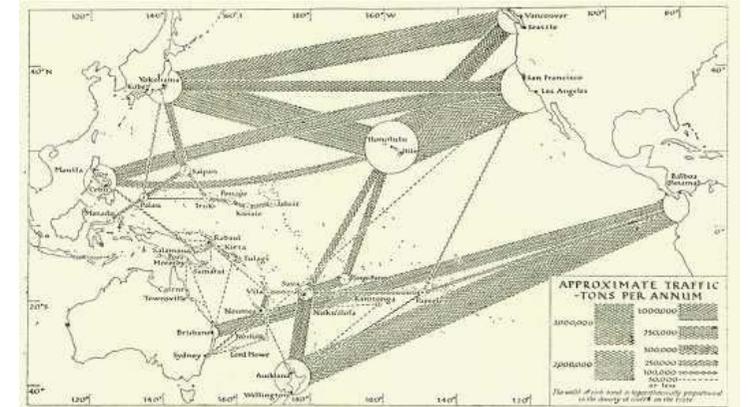
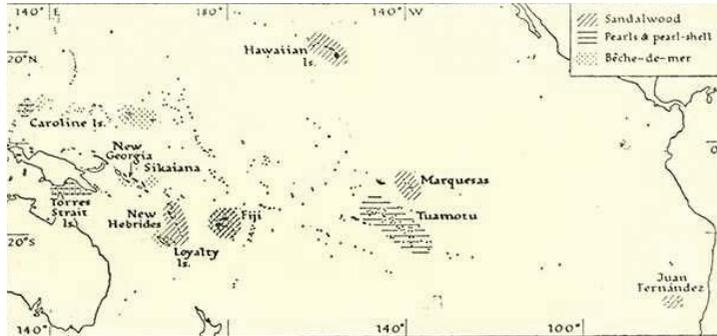
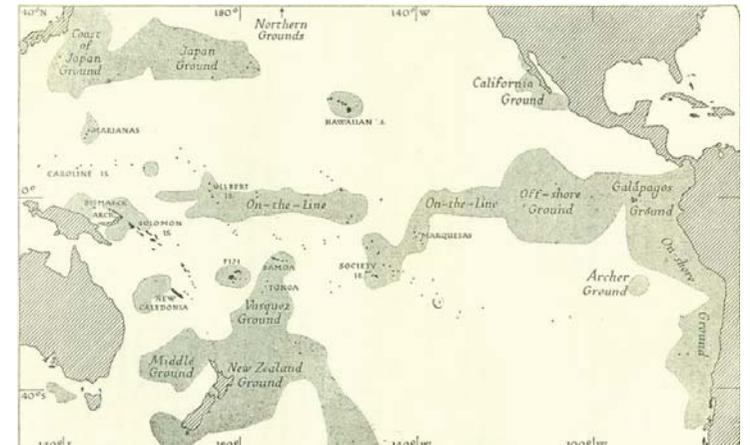


Imagen 22. Densidad de tráfico en las rutas de navegación del Pacífico en 1938.

de su interior haciéndolo una extensión abarcable.

Imagen 25. Áreas de caza ballenera en el Pacífico durante el siglo XIX.



c). Territorio insular Chileno.

El territorio insular oceánico de Chile está conformado por: Rapa Nui, Archipiélago de Juan Fernández (islas Robinson Crusoe, Santa Clara y Alejandro Selkirk), Salas y Gómez e islas Desventuradas (islas San Félix y San Ambrosio). La suma de su superficie es de 224 Km², equivalente al 0.03% de la superficie total del país, sin embargo, la superficie oceánica que generan es mayor que la resultante de la proyección oceánica de toda la costa de Chile continental.

El conocimiento, desarrollo, uso y administración de esta extensión, aun siguen fuertemente ligadas al continente, haciéndola absolutamente dependientes de este, adoptando figuras que no responden a sus requerimientos y olvidando muchas veces su condición especial y vocación marítima.

(a). Situación político administrativa de las islas.

El mar Chileno está absolutamente definido por la relación del litoral continental y las islas oceánicas, de este modo el océano Pacífico influye en nuestro territorio en múltiples dimensiones (climáticas, económicas y de conectividad por nombrar tres fundamentales), determinándolo como un país altamente marítimo. Esto ha tenido resultados en ámbitos tan importantes como el régimen jurídico de las 200 millas, tesis formulada por Chile, Perú y Ecuador como figura de protección de los recursos renovables y no renovables de su suelo y subsuelo, que hoy rige en todo el mundo al haber sido incorporada a la CONVEMAR.

La configuración territorial que posibilitan las islas oceánicas tiene una extraordinaria y potente presencia Oceánica que le otorga al país una serie de herramientas para comprender su mar. Por ejemplo la zona económica ex-

clusiva de 200 millas náuticas del Archipiélago genera una superficie de 500.000 km², y se conecta con la zona generada por el litoral central obteniendo como resultado una importante área de uso exclusivo para el país. Un brazo hacia el mar dado por el dominio de este cordón submarino que sustenta la posibilidad de que nuestro país extienda a 350 millas náuticas su dominio de la plataforma continental, planteando un importante puente capaz generar el impulso necesario para proyectarse a través del océano.

Dadas estas características, es factible pensar en el territorio insular como una unidad de carácter especial, que debiese considerar una figura territorial de administración y desarrollo de acorde a su condición.

Zona	Millas náuticas	Km ²
Mar territorial de Chile continental y oceánico	12	120.827
Mar territorial de Chile continental	12	106.707
Mar territorial de Chile oceánico	12	14.120
Zona contigua	24	131.669
Plataforma Continental	350	1.934.433
Zona económica exclusiva	200	3.150.739
Mar presencial	-	17.751.361

Tabla 1. Magnitudes de las zonas marítimas Chilenas.

Imagen 26. El territorio marítimo Chileno.



i). Estatutos especiales.

La propuesta de los Estatutos Especiales de gobierno y administración responde a la necesidad de adaptación de las políticas centrales a las características de estos territorios, así como a la presencia de servicios públicos actualmente centralizados en el continente.

Con ellos se busca lograr mayores atribuciones en vistas a una Gobernación de carácter insular distinto al resto del país, para hacer más eficiente la administración y prestación de los servicios públicos a la comunidad, mejorando aspectos claves para los habitantes del territorio insular como lo es el alto costo de la vida asociado al flete marítimo y aéreo, el mejoramiento de los servicios de salud y educación, así como la regulación de la migración continente-isla, la preservación del patrimonio arqueológico y la demanda histórica sobre la propiedad de la tierra.

Para implementar los Estatutos Especiales mediante los cuales se administraría Isla de Pascua y Juan Fernández, se requirió efectuar una reforma Constitucional, donde ambos territorios pasarán a constituir una división político-administrativa distinta a la que actualmente establece la Carta fundamental (regiones, provincias y comunas), y ya no dependerían de la V Región de Valparaíso.

En el caso de Rapa Nui, administrativamente, forma junto a la deshabitada isla Sala y Gómez la comuna de Isla de Pascua, que forma la provincia de Isla de Pascua perteneciente a la V Región de Valparaíso. Con la reforma constitucional se establece la isla como un territorio especial, cuyo gobierno y administración serán regidos por un estatuto especial, contemplado en la ley orgánica constitucional.

En rasgos generales se trata de la desvinculación con la región de Valparaíso por medio de una nueva modalidad de Gobierno Insular interior. Se establece un Consejo Insular que asegura una participación mayoritaria de representantes de la etnia rapa nui, y que tiene capacidad de resolver y priorizar inversión en la isla. Se respetan asimismo sus instituciones ancestrales, reconociendo el rol del Consejo de Ancianos como órgano asesor en materia de cultura y patrimonio, incorporándolo al Consejo Insular. Asimismo se crea un Comité de Tierras, ente integrado mayoritariamente por representantes de la etnia, quienes decidirán las materias referidas a los procesos de restitución, dejando al Estado como garante de la disponibilidad de tal recurso en exclusividad para la etnia rapa nui, como lo establece la Ley Indígena.



Imagen 27. Plano de Isla de Pascua, levantado en Abril de 1786 a bordo de la fragata Francesa la Boussole y l'Astrolabe. Jean-Francois de Galaup, comte de La Perouse.



Imagen 28. Plano de la Bahía de Cook, situada al costado occidental de la Isla de Pascua. Jean-Francois de Galaup, comte de La Perouse.

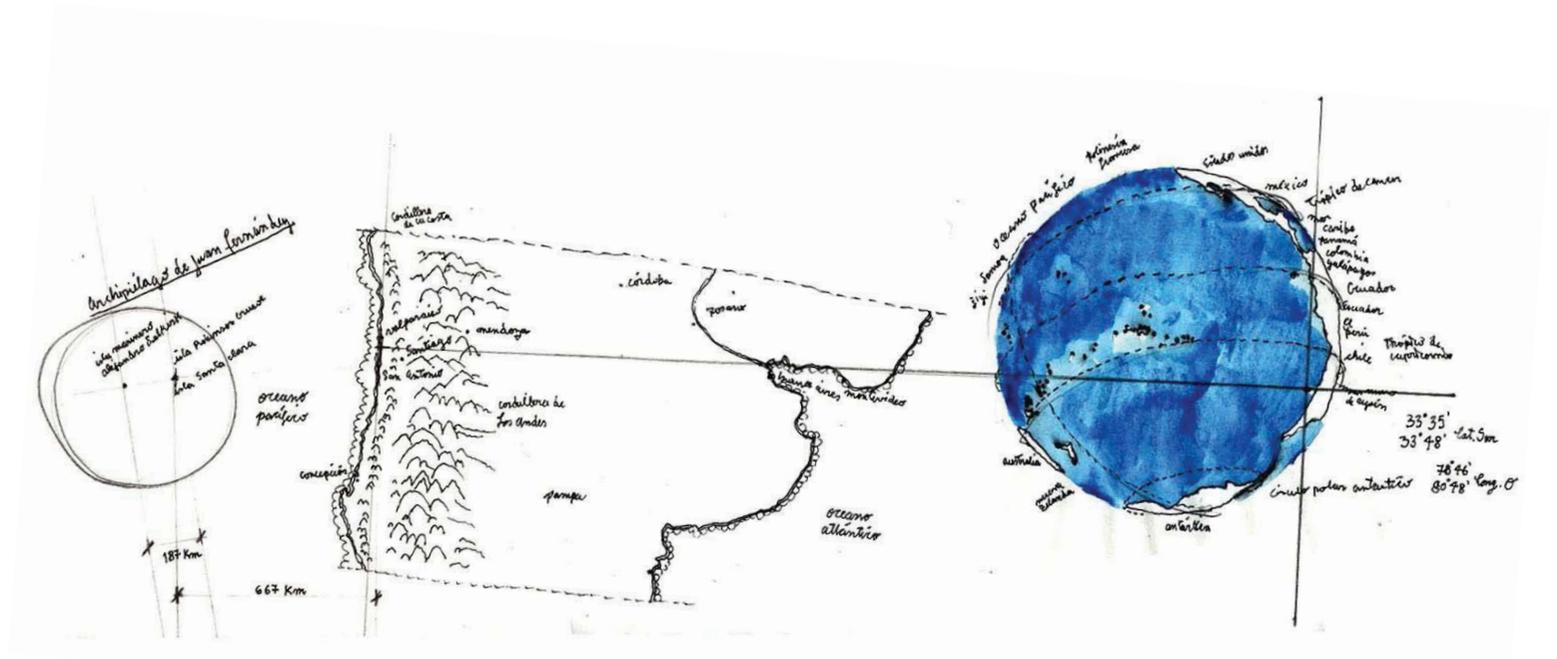


Imagen 29. Esquema de ubicación del Archipiélago de Juan Fernández en el Océano Pacífico y su situación frente al continente Americano.

d). Archipiélago de Juan Fernández.

(a). Antecedentes geográficos.

El Archipiélago de Juan Fernández se ubica en el Océano Pacífico, frente al puerto de San Antonio, en la Región de Valparaíso, entre los 33° 35' y los 33° 48' latitud Sur, y desde los 78° 46' hasta los 80° 48' longitud Oeste. Está conformado por tres islas: Robinson Crusoe, con 93 km² (ex Masatierra), a 667 km. de San Antonio; Santa Clara con 5 km², a 1,5 km de la primera ; y Marinero Alejandro Selkirk, (ex Masafuera), a 187 km. al poniente de Robinson Crusoe y con una superficie de 85 km².

El sistema insular es de origen es volcánico, y sus islas corresponden a montes emergidos de un relieve submarino volcánico ubicado en la Dorsal de Juan Fernández producto de los procesos tectónicos de la Placa de Nazca. Este cordón responde a un proceso volcánico de formación por sucesivas erupciones de un punto caliente o “hotspot”, donde las islas se generaron producto de la acumulación de material ígneo que formó los montes emergidos.

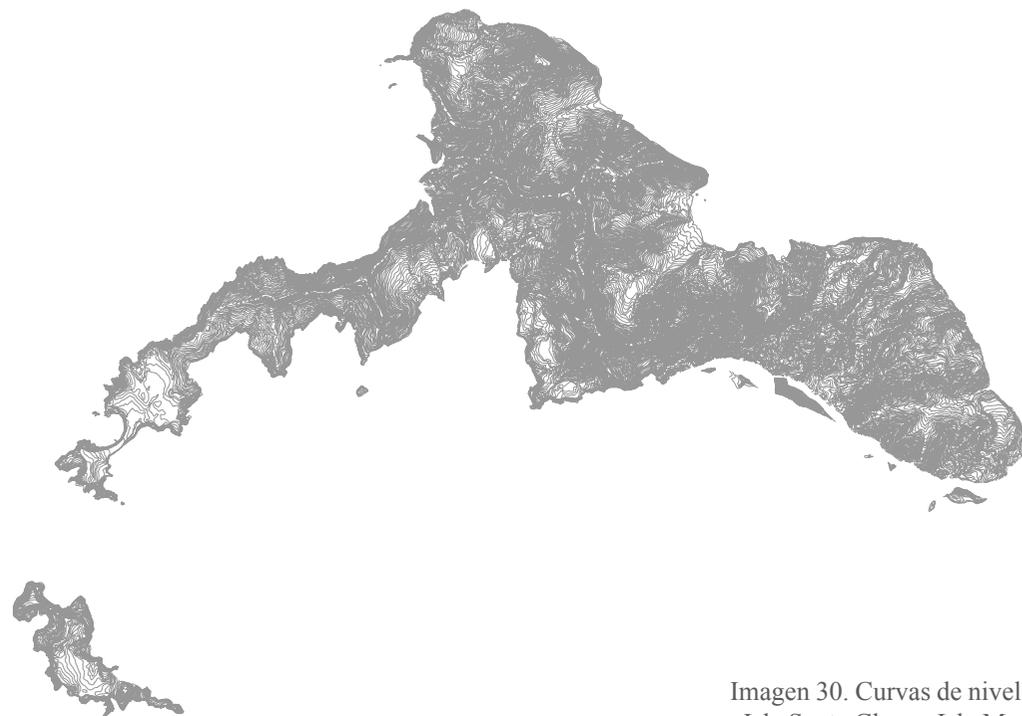


Imagen 30. Curvas de nivel de la Isla Robinson Crusoe (Masatierra), Isla Santa Clara e Isla Mariner Alejandro Selkirk (Masafuera).

Estos montes se van desplazando hacia el continente sobre la placa de Nazca que se va hundiendo en la fosa Perú-Chile a una velocidad promedio de 8,5 cm año⁻¹. De acuerdo a esto la Isla de Robinson Crusoe (5 millones de años) corresponde a un evento volcánico más antiguo que el de la joven isla mariner Alejandro Selkirk (2,5 millones de años). Sometida actualmente a fuertes procesos de erosión la topografía de la isla está definida por una verticalidad

constituida por una costa de grandes acantilados rocosos y altas cumbres, la mayor corresponde al cerro el yunque (916 m snm). Esta es una geografía extrema desde el punto de vista del habitar humano: aluviones, fuertes condiciones marítimas y acantilados son factores determinantes del territorio. El frágil ecosistema queda referido al comportamiento y las dinámicas geográficas como un componente cardinal de la existencia en el archipiélago.

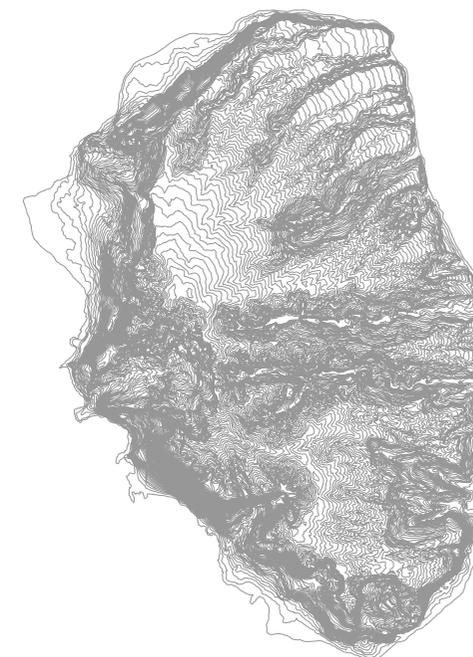


Imagen 31. Fotografía de la vista a Isla Santa Clara desde el mirador de Selkirk en Isla Robinson Crusoe.

(b). Antecedentes históricos.

Descubierto por el piloto Juan Fernández en 1574, el Archipiélago aparece cuando el marino buscaba una ruta marítima más rápida entre puerto del Callao y Valparaíso utilizando las corrientes de mar adentro, pasando a formar parte de las posesiones del imperio español en el Pacífico.

Pero lo inabarcable del Océano Pacífico hace que España no pueda dominar toda su extensión, que junto con el creciente movimiento comercial de la colonia, dan lugar durante los siglos XVII y XVIII a frecuentes ataques a

las costas americanas por parte de piratas y corsarios holandeses e ingleses, convirtiendo a las islas en su refugio, lo que llevó a la corona española al proceso de fortificación de su territorio.

En 1704 dos embarcaciones inglesas llegan a Masatierra, el Cinque Ports y el Saint George, en el cual venía Alejandro Selkirk, el cual permaneció en la isla durante 4 años y 4 meses, hasta ser rescatado por el corsario inglés Woodes Rogers.

Otro corsario inglés de gran protagonismo en los ataques a la corona española, y que usó la isla fue George Anson. Debido a los constantes ataques de Anson, el imperio español construyó el Fuerte Santa Barbara en la isla Más a Tierra defendido por 6 fortines con 16 cañones artillería, fundando el poblado de San Juan Bautista en 1750.

Entre mediados del siglo XVIII y mediados del siglo XIX, las islas fueron visitadas por innumerables balleneros y cazadores de lobos marinos empujados por el cre-

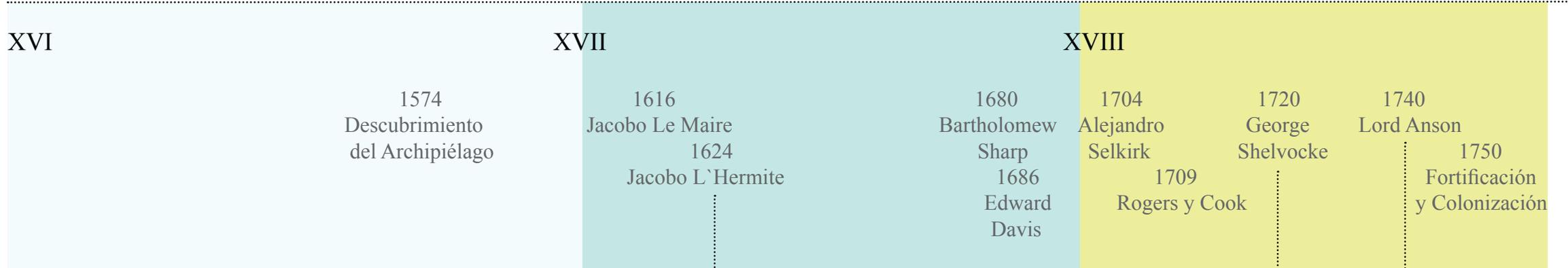


Imagen 32. L'Hermitte frente a Masatierra.



Imagen 33. Lobos registrados por Shelvocke



Imagen 34. Campamento levantado por Anson en la isla.

ciente comercio del aceite. 74 navíos Ingleses, franceses y norteamericanos exterminaron a mas de 5 millones de ejemplares de lobos marinos llevando la especie cerca de su extinción.

Desde la época de la colonia el Archipiélago fue lugar de sucesivos presidios, entre ellos destacan: el presidio de los criminales de la colonia, de los patriotas, de los carcerinos, de Manuel Bulnes, de Pedro Montt y la prisión Carlos Ibáñez. Luego de este último, el Archipiélago es

arrendado al suizo, comenzando lo que será la ocupación civil definitiva, con la conformación de los núcleos familiares de colonos que viven hasta el día de hoy.

En 1915, fondea en la bahía de Cumberland el crucero alemán Dresden, hundido por su tripulación al se alcanzado y rodeado por naves inglesas. Actualmente se encuentra sumergido en la Bahía a 65 m de profundidad y ha sido declarado Monumento Nacional.

En 1935 es declarado Parque Nacional, y luego en 1977

pasa a integrar la Red Mundial de Reservas de la Biosfera por la UNESCO, y en 1996, postulado como Patrimonio de la Humanidad. Pese a todo esto el Archipiélago pasa por una gran emergencia ecológica producto de las plaga que han desequilibrado de forma abismante su ecosistema, dejando varias especies endémicas al borde de la extinción.

Actualmente pasa por un periodo de reconstrucción producto del tsunami que afectara al poblado el 27 de febrero de 2010.

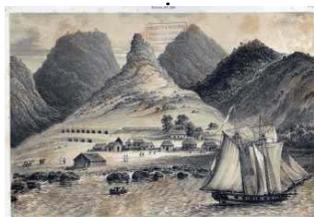
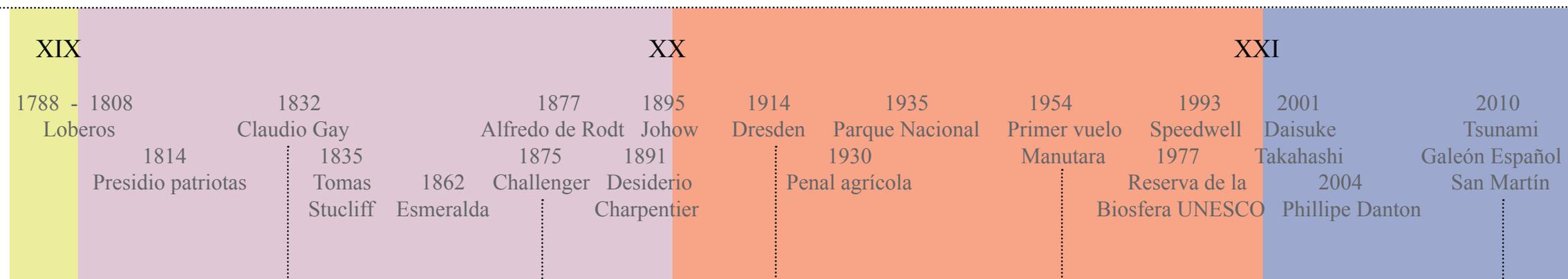


Imagen 35. Vista del presidio por Claudio Gay.



Imagen 36. El Challenger fondeado en Bahía Cumberland.



Imagen 37. El Dresden fondeado en Bahía Cumberland.



Imagen 38. El hidroavión Catalina "Manutara".



Imagen 39. Buzo en el naufragio del Galeón San Martín.



Imagen 40. Picaflor de Juan Fernández. Macho. (*Sephanooides fernandesis*).



Imagen 41. Rayadito de Masafuera.



Imagen 42. Lobo fino de Juan Fernández (*Arctocephalus philippi*).

(c). Antecedentes naturales.

Las Islas del Archipiélago se caracterizan por el poblamiento de plantas y animales de distintas procedencias, los cuales han evolucionado formando especies propias del archipiélago, llegando a presentar una de las tasas de endemismo más altas del mundo.

Existe una gran diversidad vegetal, albergando 423 especies de plantas vasculares nativas con un 11% de endemismo a nivel genérico y un 62% a nivel de especie, situando al archipiélago como un centro de interés botánico a nivel mundial.

Por otro lado, la fauna silvestre sólo cuenta con 11 especies de avifauna y un mamífero, el lobo fino de Juan Fernández, como especies endémicas. Las islas son escala obligada de aves marinas migratorias, así como residencia permanente de diversas especies terrestres.

Las aves marinas que se reproducen en el archipiélago son seis, presentándose en forma exclusiva en una o dos islas; de éstas, cinco son fardelas y una es golondrina de mar.

La flora y fauna marina cuenta con un gran número de especies endémicas, entre ellas variadas algas marinas, crustáceos, de los cuales destaca la langosta y el cangrejo dorado. Los peces constituyen parte importante de la fauna con más de 150 especies y constituyen junto con la langosta la base económica de la isla. Entre ellos se destacan: vidriolas, atunes, sierras, pampanitos, corvina, jerguilla, jurel, bacalao, breca, cabrilla y tollo y pez espada. Dentro de los mamíferos, existe presencia esporádica de ballenas, delfines y cachalotes. Pero de mayor importancia es el lobo fino de dos pelos, (*Arctocephalus philippii*) único mamífero endémico del archipiélago de Juan Fernández y las islas desventuradas.

(d). Antecedentes climáticos.

Al igual que las otras islas oceánicas, ubicadas en las zonas subtropicales, el archipiélago tiene un clima templado cálido con estación seca de cuatro a cinco meses. Las lluvias se concentran entre abril y octubre con un promedio anual de 1.041,5 mm. Y la temperatura tiene un promedio mínimo en invierno de 10°C y un máximo en verano de 22°C.

Los vientos tienen una predominancia SW, con velocidad promedio de 16km/hr. En condiciones de tormenta los vientos soplan del norte, con un promedio de 70 días al año con vientos que superan los 20 nudos.

El clima marítimo que rodea al archipiélago presenta condiciones determinadas por las masas de aguas que se encuentran en el territorio. Principalmente la masa de agua Subantártica (0 a 200 m) con una temperatura de 9

a 10 °C. Los flujos de agua presentes en el archipiélago son dos y tienen dirección opuesta, el primero corresponde a la Contracorriente Oceánica del Perú, que avanza hacia el sur entre los 78°W Y LOS 80°W, con una velocidad comprendida entre 6 y 8 cm seg-1. El segundo corresponde a una rama oceánica de la corriente de Humbolt entre los 75°W y los 78°W, con velocidades entre 11 y 27 cm seg -1.

En la zona costera de las islas las corrientes son altamente cambiantes en dirección y velocidad.

(e). Antecedentes administrativos.

Administrativamente el territorio del archipiélago está enmarcado en la Comuna de Juan Fernández, dependiente de la Provincia de Valparaíso. La zona que corresponde al municipio es el 7,9% del total del territorio de la isla Robinson Crusoe, correspondiente al Poblado de San Juan Bautista y al aeródromo en el extremo suroeste.

Hoy día esta situación podría cambiar de acuerdo al Estatuto Administrativo para Territorios Especiales. Este proceso se resume en los siguientes acontecimientos:

- (1) Comité Interministerial para el Desarrollo de Zonas Extremas y Especiales (CIDEZE) – 2002
- (2) La Gobernación de Valparaíso convoca a la formación del Comité Interinstitucional para el Desarrollo Local Sustentable (CIDELS) para el Archipiélago Juan Fernández.

(3) El CIDEZE es incorporado a la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE) - 2004
La propuesta de Estatuto Especial de Administración para el Territorio Especial del Archipiélago Juan Fernández, dependiente de la SUBDERE, está tramitándose en el Congreso Nacional.

i). Administración de su patrimonio natural.

Las especiales condiciones naturales hacen que casi la totalidad del territorio del archipiélago esté administrado por CONAF. El Archipiélago en su conjunto tiene una superficie total de 9.968 hectáreas. La isla Robinson Crusoe tiene una superficie de 4.397 hectáreas, la isla Marinero Alexander Selkirk una superficie total de 4.952 hectáreas, y por último la isla Santa Clara, la más pequeña, con 221 hectáreas. Gran parte de todas estas hectáreas se destinan como reserva natural, correspondiendo al 96% del total del territorio insular emergido, quedando desafectado solamente 397 hectáreas, que es el 4% restante, constituido en sector urbano y rural en donde se ubica el poblado de San Juan Bautista y el Aeródromo de Punta Isla, siendo estas las únicas áreas desafectadas del parque.

CONAF administra el Sistema Nacional de Áreas Sil-

vestres Protegidas del Estado (SNASPE). Creado por el ministerio de agricultura. Abarcando una superficie de más de 15 millones de hectáreas, en resumen un 19 % del territorio Nacional con las siguientes unidades: 31 Parques Nacionales, 48 Reservas nacionales, 15 Monumentos Naturales (Dependientes del Ministerio de Agricultura). Y 3 Santuarios de la Naturaleza (Dependientes del Ministerio de Educación).

El archipiélago fue Declarado Parque Nacional en 1936, integrado a la red mundial de Reservas de la Biosfera (UNESCO) en 1977, que tienen como objetivo la conservación de la naturaleza y la investigación científica al servicio del hombre, sirviendo como sistema de referencia para medir los impactos de la actividad antrópica sobre el ambiente. Por último fue postulada a Patrimonio de la humanidad en 1996.

Dentro de este marco cabe nombrar uno de los proyectos más grandes realizados en la isla, El proyecto de cooperación internacional Chile-Holanda “Conservación, Restauración y Desarrollo del Archipiélago de Juan Fernández”, establecido entre la Corporación Nacional Forestal de Chile (CONAF) y el Departamento de Cooperación Internacional del Ministerio de Agricultura de Holanda.

(f). Antecedentes socio culturales

i). Población.

La población del archipiélago tiene su origen en la llegada de sucesivos inmigrantes Chilenos y extranjeros que llegaron a las islas en busca de sus especiales recursos.

En un principio los recursos explotados correspondían a los bosques, cultivos y ganadería, luego el habitante de estas islas logró desarrollar la tecnología para aprovechar los recursos marítimos, que pasaron a ser hasta el día de hoy en la base fundamental de su economía, sociedad y cultura. Desde finales del siglo XIX se inicia formalmente el asentamiento humano de la mano de la explotación de los recursos pesqueros, centrándose principalmente en la Langosta y variedades de peces oceánicos.

Hoy la población llega a los 700 habitantes aproximadamente, es importante considerar que parte de la pobla-

ción se desplaza a la isla Alejandro Selkirk de octubre a mayo al comenzar la temporada de pesca, así como jóvenes que viajan al continente, normalmente a Valparaíso o Santiago por motivos de estudios. Durante el verano se produce la inversión de esta disminución anual con la llegada de los mismos estudiante en época de vacaciones así como la intensa llegada de turistas.

Importantes núcleos familiares de su población corresponden a apellidos como Gonzáles, Chamorro, Recabarren Paredes, López, Schiller, Arredondo, Contreras, De Rodt, etc. Debido al aislamiento existe una notable endogamia.

ii). Fiestas.

Las fiestas populares corresponden al 22 de noviembre de cada año, cuando se celebra el descubrimiento de las islas. Se realizan asados, competencias y se interpretan canciones isleñas. El día de San Pedro, es otra importante celebración, que se celebra con una procesión y una fiesta. También el 8 de diciembre, día de la virgen, es celebrado realizando una peregrinación hacia bahía de puerto ingles, a la gruta de la virgen maría. Una actividad que ha tendido a desaparecer debido al impacto ambiental que produce en la isla es el Rodeo de Villagra, que se ha ido transformando en un paseo de recreación con los años. En mayo, para la celebración del día del mar, se realiza la regata de chalupas pesqueras, realizando carreras a vela. El fútbol y el baloncesto son deportes que congregan a la comunidad los fines de semana.



Imagen 43. Año 1969, la embarcación “Piloto Juan Fernández”, rumbo a San Félix y San Ambrosio.



Imagen 44. Pescadores de Langosta, en el fondo el Cerro Yunque.



Imagen 45. Club Deportivo Lord Anson 1952.



Imagen 46. Ganaderos de Robinson Crusoe.



Imagen 47. Comunidad bajando una embarcación nueva al mar.



Imagen 48. Toda la comunidad fernandeziana reunida para un asado.

(1). La fiesta de la primavera.

Esta fiesta se realizaba para recibir la estación primaveral, en ella se realizaban asados, carros alegóricos, concursos y múltiples actividades. Toda la isla participaba.

“Flora De Rodt A: La vida en la isla antes era mucho mejor. En mis tiempos, en los setenta, se celebraba el día de la Primavera, el Festival de la Langosta y se hacían competencias por sectores. Por ejemplo La Pólvora preparaba un sketch, una obra de teatro o carros alegóricos. Salía muy lindo, cosas tan lindas que uno no se imaginaba que en la isla se podían haber hecho, no sé de dónde sacaban tanta creatividad. Los trajes que hacían eran preciosos, se conseguían de por aquí y por allá, y salían a la perfección, bonito, se disfrazaban y qué sé yo. Una vez hicieron un avión que traía unos pascuenses que bailaban sau sau. También un platillo volador, con luces, música y los tripulantes se bajaban con sus vestimentas Era una cosa tan preciosa, no me explico de dónde sacaban tanta creatividad, cosa que ahora se ha ido perdiendo en la isla. Todas estas cosas se hacían en el gimnasio.”

(Brinck, 2005, p.223)⁵

“Guillermo Martínez R: Eran fiestas súper lindas y participaban tres sectores: Lord Anson, Larraín Alcalde y La Pólvora. Eso se hacía con trabajo de mucha gente y eran representaciones muy hermosas. Por ejemplo, en Larraín Alcalde hicimos la Nefertiti, los de Lord Anson a Neptuno, el rey del mar.”

(Brinck, 2005, p.223)⁶

(2). El festival de la Langosta.

“Flora De Rodt A: “Se hacía el Festival de la Langosta, presentaban canciones y sketch. Al ganador obtenía una langosta de trofeo, era muy linda, la mandaban a hacer al continente y costaba carísimo. Era de bronce, sobre un pedestal y brillaba. Me acuerdo que se la ganó Guido Balbontín, cantó una canción de la isla que había escrito. En otra oportunidad el vencedor fue mi cuñado con “Vino Griego”, es una canción lírica, él tiene buena voz. La gente aplaudía y pedía su langosta. No era gaviota como en Viña. Al mejor sketch también le daban premio”

(Brinck, 2005, p.226)⁷

“Victorio Bertullo M: Todavía se hacen cosas bonitas, como la regata de los botes a vela. En el mar se pueden hacer tantas cosas. En el Mes del Mar tiene actividades desde el uno hasta el 31 de mayo, lo organiza la Capitanía de Puerto, con premios y es tradición. Hacen campeonatos de tiro al blanco de pesca en botes, quién saca el pez más grande, la mayor cantidad de piezas y el kilaje...”

(Brinck, 2005, p.227)⁸



Imagen 49. En una celebración la comunidad protagoniza la llegada de Lord Ason a la isla.



Imagen 50. Niños vestidos para bailar cueca.

iii). Actividad económica

La base económica del Archipiélago es la captura de la langosta, y en menor medida la del cangrejo dorado.

El turismo a comenzado a adquirir su espacio poco a poco, con pequeños puertos de artesanía, pero sobre todo se aprovecha la visita de turistas con negocios como la infraestructura de alojamiento y alimentación, así como los servicios de Buceo deportivo.

Aún existe un vinculo de dependencia entre el aislado territorio y el continente, sobre todo para el abastecimiento de víveres complementarios a la dieta marítima.

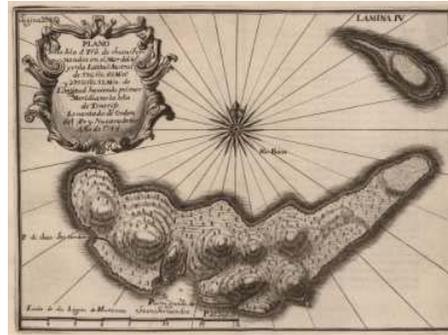


Imagen 51. Plano de la isla de Juan Fernández, 1744. JCB Archive of Early American Images.

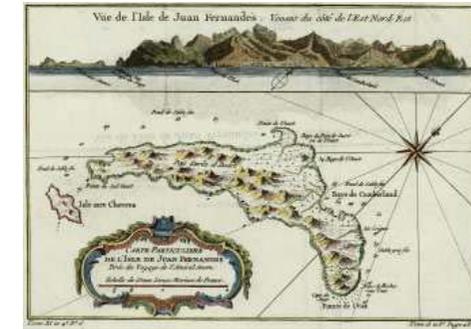


Imagen 52. Carte particuliere de l'isle de Juan Fernandez tirée du Voyage de l'Amiral Anson. 1747, Bellin, Jacques Nicolas ; Prévost, abbé. Institut Cartogràfic de Catalunya.

(g). Desarrollo del espacio insular.

i). Proceso de enclave en la extensión. Presencia.

Los procesos históricos que marcaron el desarrollo y ocupación del archipiélago fueron definiendo la situación de las islas en el contexto territorial de la costa occidental del Pacífico. El rol desempeñado por este territorio en respuesta a los sucesos continentales le otorgo una presencia en la extensión que se traduce en una situación espacial continental.

(1). Presencia extrarradio.

Desde el descubrimiento de las islas en 1574 hasta la construcción del fuerte Santa Barbara, la presencia espacial del Archipiélago, si bien estaba ubicado, era fuera de los límites abarcables por el imperio Español en cuanto a defensa y verdadera ocupación. La defensa de su territorio se debatía en las ciudades costeras como Valparaíso y La Serena, las cuales sufrieron ataques de diversos piratas y corsarios durante todo el siglo XVII, los cuales usaban la isla como estación y punto estratégico para aprovisionamiento en los viajes por el mar del sur.

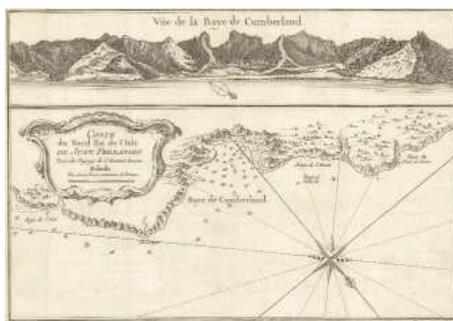


Imagen 53. Coste du Nord Est de l'Isle de Juan Fernández. 1752. Institut Cartogràfic de Catalunya.

(2). Presencia defensiva.

El reconocimiento de las islas como territorio estratégico lleva a realizar nuevos levantamientos y la fortificación de la bahía, evitando de este modo el desembarque de corsarios y piratas que paraban para abastecerse. En 1750 se emprende la colonización de la isla por parte de España. De este modo el archipiélago pasa a ser el límite en si mismo, el territorio donde se jugaba el control del mar y el borde americano del Pacífico Sur, es importante recalcar el hecho de que la Isla Robinson Crusoe, fue la única del pacífico sur occidental que tuvo un proceso de fortificación, lo que denota su fuerte rol estratégico en cuando al control del borde americano.

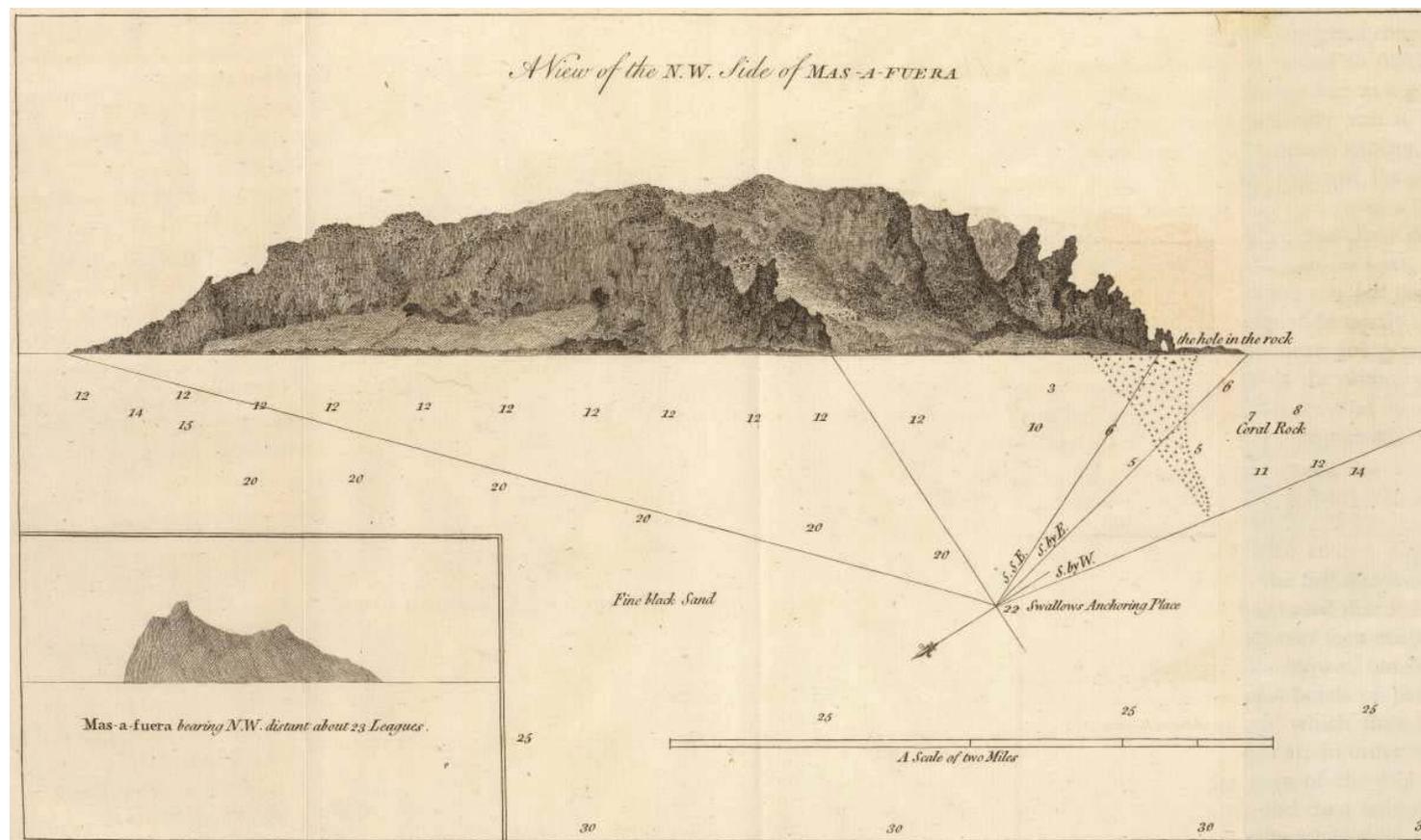


Imagen 54. A view of the N.W. side of Mas-a-fuera. Wallis's Islands. 1773, Carteret, Philip, d. David Rumsey Historical Map Collection.

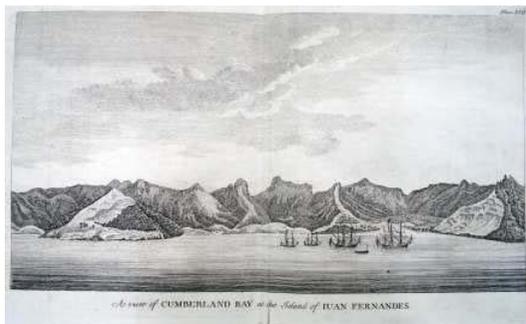


Imagen 55. Grabado de una vista de la Bahía de Cumberland con cuatro naves y un bote de desembarque. Por Richard William Seale en A voyage round the world in the years MDCCXL de George Anson.

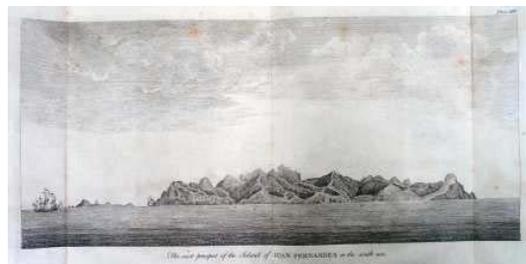


Imagen 56. Grabado de una vista de la costa este de la isla Robinson Crusoe. Por Richard William Seale en A voyage round the world in the years MDCCXL de George Anson.



Imagen 57. Grabado la vista nordeste de la Isla Marinero Alejandro Selkirk. Muestra un curso de agua (c), una nave mayor y un bote de desembarque. Por Richard William Seale en A voyage round the world in the years MDCCXL de George Anson.

(3). Presencia confinada.

Esta nueva situación del archipiélago da pie al desarrollo de un largo periodo en que el territorio fue utilizado como presidio, el aislamiento territorial como virtud en cuando a la necesidad de confinamiento. Comienza un proceso de interiorización, donde el territorio se cerrara sobre si mismo, se comienza una serie de presidios y abandonos, pasando por periodos deshabitada, otros con los muchos naufragos de distintas procedencias con estadías de distinta duración.

(4). Presencia de reconección.

A finales del siglo XVIII se comienza la explotación de lobo fino de dos pelos por parte de naves norteamericanas, uno de los primeros hechos que ubica a la isla en la esfera de territorios con riquezas económicas a nivel mundial, pasando a ser un punto importante en las rutas de los balleneros y loberos. También la extracción del Sándalo situó a la isla en una nueva ubicación con respecto a una visión económica y de utilización de sus recursos, dejándola dentro de las rutas marítimas.

(5). Presencia consolidada.

La activación en la isla de diversos rubros económicos, posibilitando la sustentabilidad de sus habitantes, el mayor intercambio económico que estabilizó la conectividad y la valorización de su recurso paisajístico que abrió una nueva etapa donde el territorio adquiere un sentido de desarrollo concordante con sus riquezas y generando una identidad cultural en sus habitantes lo que la consolida como un lugar con arraigo.



Imagen 58. Mapa original e inédito de la isla de Juan Fernández. Mapoteca de J.T. Medina.

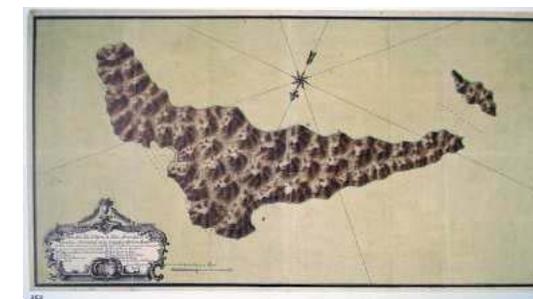


Imagen 59. Plano de la isla de Juan Fernández, 1744. JCB Archive of Early American Images.

ii). Desarrollo urbano de San Juan Bautista.

El origen urbano de San Juan Bautista está fuertemente referido al uso defensivo y de presidio que tuvo el archipiélago desde su colonización. Los primeros ejes que consolidaron la trama urbana se trazan en el proceso de fortificación, donde los elementos fundamentales fueron el Fuerte Santa Barbara, baterías de apoyo y el caserío con una iglesia parroquial. Así la bahía de Cumberland adquiere los primeros rasgos urbanos desde puntos estratégicos de defensa y visibilidad, ángulos y distancias de fuego para el dominio de su espacio marítimo.

Existe una similitud con la historia urbana de Valparaíso, y la herencia morfológica que recibe la trama desde los fuertes y puntos defensivos de la ciudad. Los principales rasgos son la altitud a la que se ubican las construcciones, su orientación con respecto a la bahía y la red vial trazada entre estas unidades. La conservación de estos espacios a través del tiempo, actúan como impronta en la trama urbana, desde la cual el desarrollo adopta lineamientos que responden ciega o conscientemente a un destino fundacional originario.

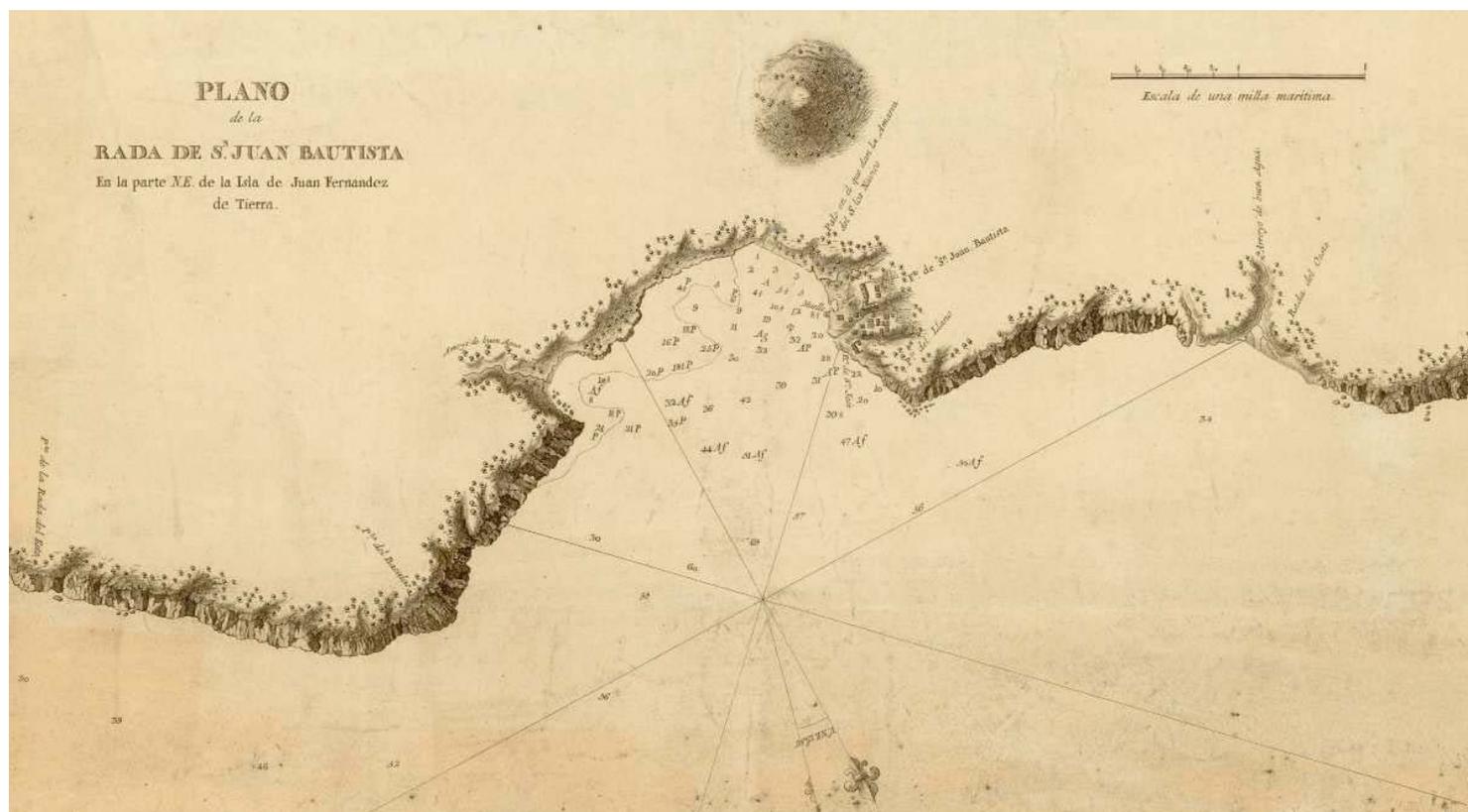


Imagen 60. Sn. Juan Bautista, Rade de. 1821, France. Depot-general de la Marine; Spain. Marina; Spain. Ministerio de la Guerra. David Rumsey Historical Map Collection.

(1). Fortificación y ejes originarios.

El año 1750 se emprende la misión de poblamiento y fortificación del archipiélago por parte de la corona española motivado por la presencia de George Anson en las islas y su asalto al galeón de manila. La Empresa se vio obstaculizada por el tsunami de 1751, que provocó la destrucción de gran parte del año de faenas, incluido el proyecto en construcción del fuerte a cargo del ingeniero Juan Francisco Sobrecasas. Una vez enviados los refuerzos para la reconstrucción tras la tragedia, se comienza la reconstrucción del Fuerte Santa Barbara a cargo del Ingeniero José Antonio Birt, junto con la capilla de San Antonio, instaurando los puntos fundacionales del poblado de San Juan Bautista. Se instalan también una serie de baterías de defensa entorno a Bahía Cumberland, Puerto inglés, Puerto Francés y Villagra.

El trazado de la fortificación siguió una figura similar a los fuertes de Niebla, Corral, Amargos y Valparaíso. Consistían en una única defensa de un gran muro de piedra, y perseguía el principal objetivo de evitar el desembarco enemigo. La finalización de las obras de fortifica-

ción fue a finales del siglo XVIII, la cual quedó estructurada por el fuerte Santa Barbara como cabezal de defensa, y siete baterías. La estrategia y planificación defensiva ante ataques marítimos se basaba en el protagonismo del fuerte, levantado a 40 m snm, dominando toda la bahía. La materialidad del fuerte es de piedra, barro, morteros de cal y ladrillos, siguiendo una estructura de terraplenes y muro de contención por gravedad. En el vértice del fuerte se construyó una garita para el centinela. Existió una barraca, parapetos, troneras y 15 cañones. La calle la pólvora al costado del fuerte conducía al polvorín donde se mantenían las municiones para la artillería.

Las otras siete baterías estaban dispuestas con distintas funciones para reafirmar o suplir puntos ciegos del fuerte u otras partes de la isla. Apoyando la acción defensiva del fuerte se encontraban tres baterías alrededor de la ba-

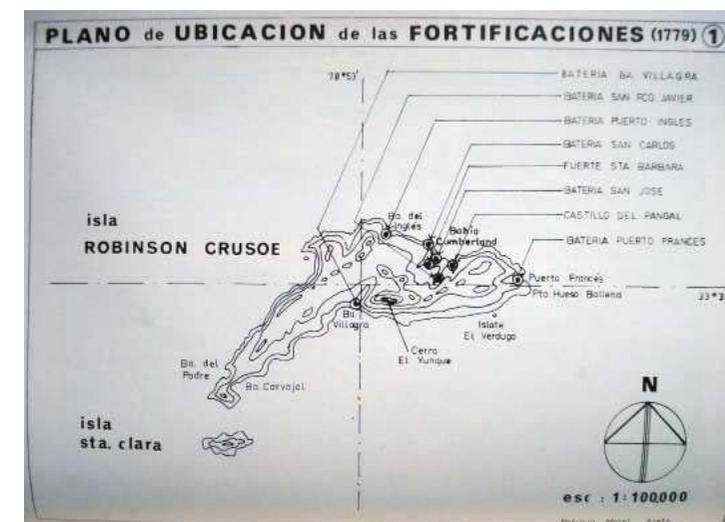


Imagen 61. Esquema con la ubicación de las siguientes fortificaciones: Batería Bahía Villagra, Batería San Fco. Javier, Batería Puerto Inglés, Batería San Carlos, Fuerte Santa Barbara, Batería San José, Castillo del Pangal y Batería Puerto Francés. Mapa original de Patricio Morel Arqto.



Imagen 62. Fotografía de fuerte Santa Barbara, y una embarcación en la Bahía.

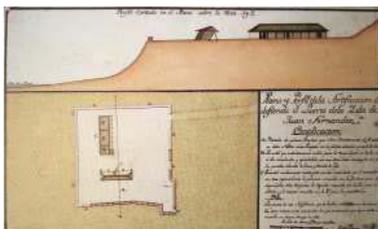


Imagen 63. Fuerte de Juan Fernández. José Antonio Birt, 1770. Flan-des indiano: las fortificaciones del reino de Chile: 1541-1826. Gabriel Guarda.

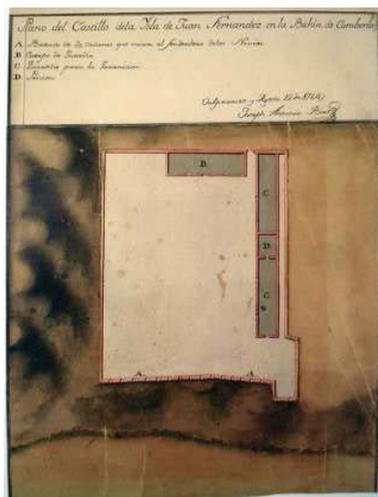


Imagen 64. Fuerte de Juan Fernández. José Antonio Birt, 1770.

hía, cerca de la línea de costa, para cubrir en proximidad cualquier intento de desembarque. La batería san José se instaló al pie del fuerte, con ocho cañones. En el extremo oeste estaba la batería de San Carlos, con cuatro cañones. Y al este la batería del Castillo del Pangal, con cinco cañones. Se instaló la batería San Francisco Javier con cuatro cañones apuntando al valle de Lord Anson. Finalmente remataba el proyecto de fortificación las baterías de Puerto Inglés con cuatro cañones, la de Puerto Francés con cuatro cañones y la batería Villagra al sur de la isla. Los cañones correspondían a los siguientes calibres (peso en libras de los proyectiles): cuatro de calibre 23, dos de 16, cinco de 18, 23 de 8 y siete de 6. del total siete eran de bronce y el resto de hierro.

Las reconstrucciones del fuerte fueron muchas: 1751 después del tsunami. entre 1761 y 1771. 1795. 1796 - 1797 debido al terremoto del 1796. 1809. 1833 debido al terremoto de 1822. 1835-1856 debido al terremoto del 1835.

Actualmente es monumento nacional y es el único fuerte construido por los españoles en las islas oceánicas del pacífico oriental. Se conserva el muro de piedra y algunos cañones, el espacio del fuerte es ocupado por el servicio de información aeronáutica de la isla.

(2). Trama urbana

La trama urbana tiene dos ejes principales, por un lado la calle Larrain Alcalde, calle principal paralela a la costa conectando las subidas a la parte alta del poblado, en ella esta la municipalidad, el correo, la casa de la cultura y la mayoría de negocios.

La otra calle de gran importancia corresponde a calle la Pólvara, perpendicular a Larrain Alcalde, esta calle originalmente conducía al lugar donde se fabricaba y almacenaba la pólvora, acceso al colegio, gimnasio protegido y a la iglesia católica.

Puntos notables de la conformación urbana del poblado son el Muelle fiscal, el acceso y salida del poblado donde se percibe el mayo movimiento en cuanto a movimiento

de mercancía y actividad pesquera de la isla en la Caleta de pescadores, colindante al muelle, donde se encuentra el varadero de los botes y los talleres de reparación. Se ha construido hace poco la sede del sindicato de pescadores.

La Plaza del poblado por la cual se accede al muelle da lugar a la capitanía de puerto y la municipalidad. Tras ella hacia los primeros cordones centrales hacia los cerros está el Fuerte Santa Barbara en planicie elevada. Al costado del fuerte están las Cueva de los patriotas, utilizadas como celdas, originalmente utilizadas para la construcción de embarcaciones usando como plantilla para las mismas.

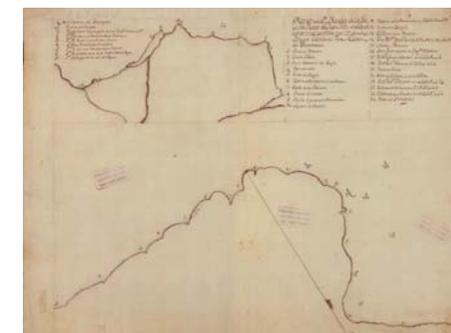


Imagen 65. Plano de la Rada de la isla de Tierra de Juan Fernández. 1750. Mapoteca de J.T. Medina.



Imagen 66. Embarcaciones en la antigua caleta de San Juan Bautista, Isla Robinson Crusoe.

iii) Infraestructura.

Los extremos del poblado están rematados por un lado por el Cementerio, en el extremo norte, próximo al faro. En el otro extremo está la zona llamada el El Palillo, zona de recreación en el extremo este de la costanera, área tradicional de picnic y baño, el sector concentra cabañas turísticas.

Mayoritariamente concentradas en la parte alta del poblado existen aproximadamente 250 viviendas.

Administrativamente la comuna de Juan Fernández depende de la Provincia de Valparaíso. El territorio del Archipiélago está administrado por dos entidades: por un lado CONAF se encarga del Parque Nacional y el sector poblado junto con el aeródromo esta a cargo de la Municipalidad de Juan Fernández.

La infraestructura dependiente del municipio la componen el Colegio Insular, la Posta, la Policía Local, el Registro Civil y la Casa de la Cultura compuesta por la Biblioteca y el Museo de la Isla.



Imagen 67. Vista del poblado de San Juan Bautista, se puede ver el cruce de calle la Pólvora con Larrain Alcalde.



Imagen 68. Antigua caleta de Robinson Crusoe con los talleres, al fondo los cerros Centinela y Yunque.



Imagen 69. Panorámica de la Bahía de Cumberland desde el sector del Palillo hasta el los farelones del faro.

iv) Conectividad.

(1). Marítima.

La vía marítima ha estado cubierta por servicios navieros subsidiados por el estado, aunque actualmente esta conexión la realiza solamente la Armada en viajes mensuales de apoyo a la comunidad isleña. Para el manejo y control de estos medios de conexión la isla cuenta con la Dirección de Aeronáutica y con la Capitanía de Puerto.

(2). Aérea.

En un principio existió una conexión aérea por medio de hidroaviones catalina PBY-6A “Manutara” a cargo de la empresa de aeronavegación Parragué con un vuelo se

manal en la década del 50. Con la construcción de la pista de aterrizaje en el año 1966, se abrió la posibilidad de conexión aérea compuesta por aviones bimotores que siguen una ruta Santiago-Robinson Crusoe y viceversa, con opción de arribo al aeropuerto de Rodelillo o Torquemada. en vuelos cuya duración es de dos horas y media dependiendo de las condiciones atmosféricas (viento y nubosidad).

Desde la pista de aterrizaje se debe realizar una conexión marítima de aproximadamente una hora desde el embarcadero de Bahía del Padre al poblado.

v). Energía

La energía eléctrica se obtiene por generadores a petróleo de gran capacidad. Proyectos no concretados de energía eólica y mareomotriz se han proyectado para complementar los motores generadores.

vi). Zonificación.

El conflicto generado por el encuentro entre la ocupación humana y los requerimientos y exigencias del parque se ha resuelto en parte bajo la zonificación de usos y destinos de los terrenos.



Imagen 70. Vista de Rada Colonia en Isla Alejandro Selkirk desde el barco de la Armada de Chile Aquiles.



Imagen 71. Vista de San Juan Bautista desde el barco de la Armada de Chile Aquiles.



Imagen 72. Hidroavión Catalina en San Juan Bautista.

La planificación del parque divide el territorio en unidades con tipos de manejo específico:

- (1). **Zona Intangible.** Investigación científica, monitoreo ambiental, protección de los ecosistemas y conservación de recursos genéticos. Protección completa de agentes no naturales.
- (2). **Zona Primitiva.** uso público moderado, zona de amortiguación a la zona intangible de uso educativo, científico o turístico de bajo impacto.
- (3). **Zona de Recuperación.** Zonas en proceso de destrucción debido a factores ajenos al ecosistema. están bajo planes de recuperación.
- (4). **Zona de Uso Especial.** Infraestructura o actividades esenciales a la administración del parque.
- (5). **Zona de Interés Histórico y Cultural.** zona de restauración y preservación de vestigios históricos o culturales en pos del conocimiento público.
- (6). **Zona de Protección de Fauna Nativa.** Sectores con importante presencia de población fauna nativa que requieren protección y recuperación.
- (7). **Zona de Uso Público.** corresponde a la infraestructura necesaria para cumplir objetivos de educación ambiental y recreación.
- (8). **Zona Desafectada del Parque Nacional.** poblado, pista de aterrizaje y bahía del padre.

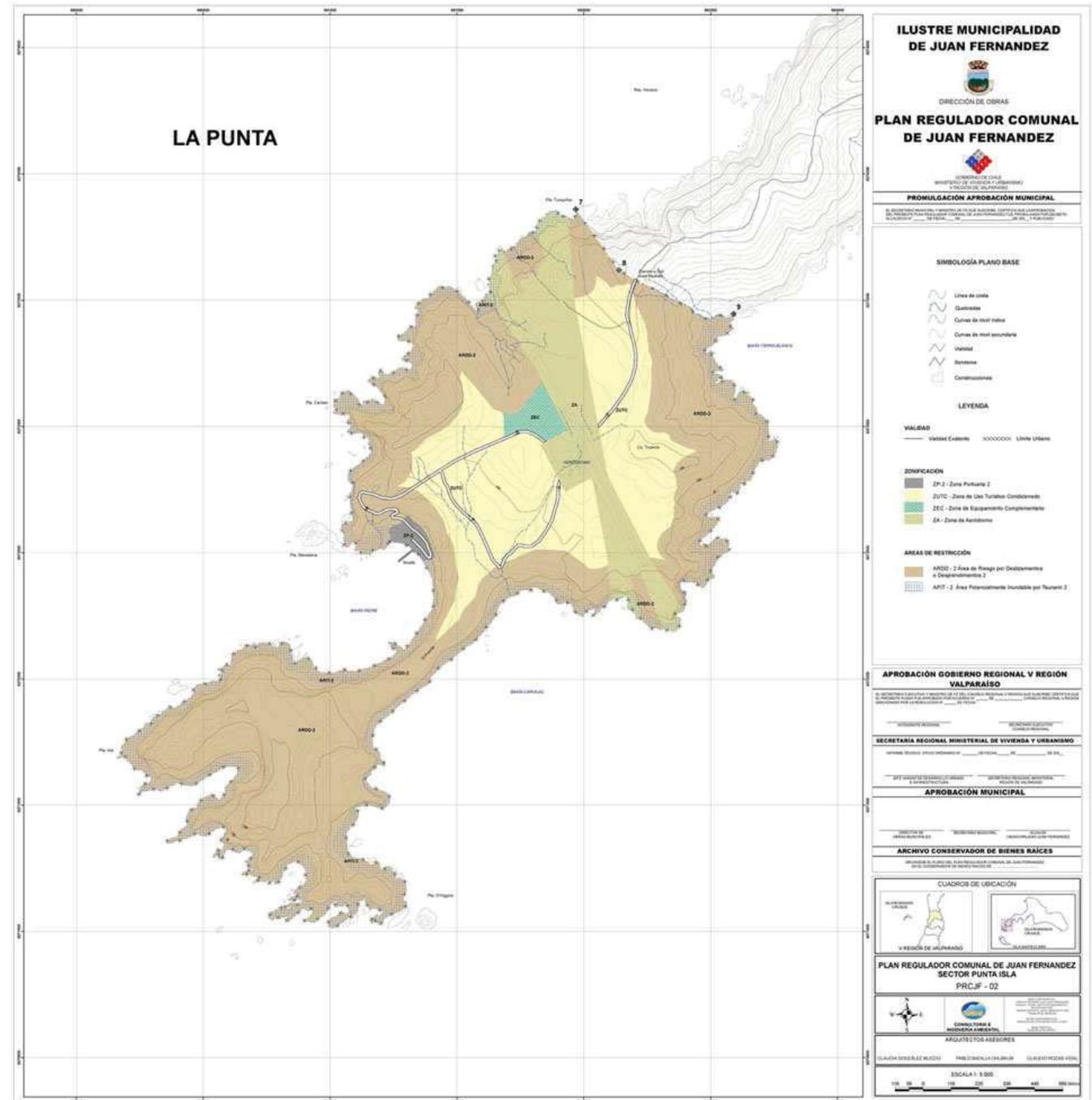


Imagen 73. Plan regulador comunal de Juan Fernández, La punta.

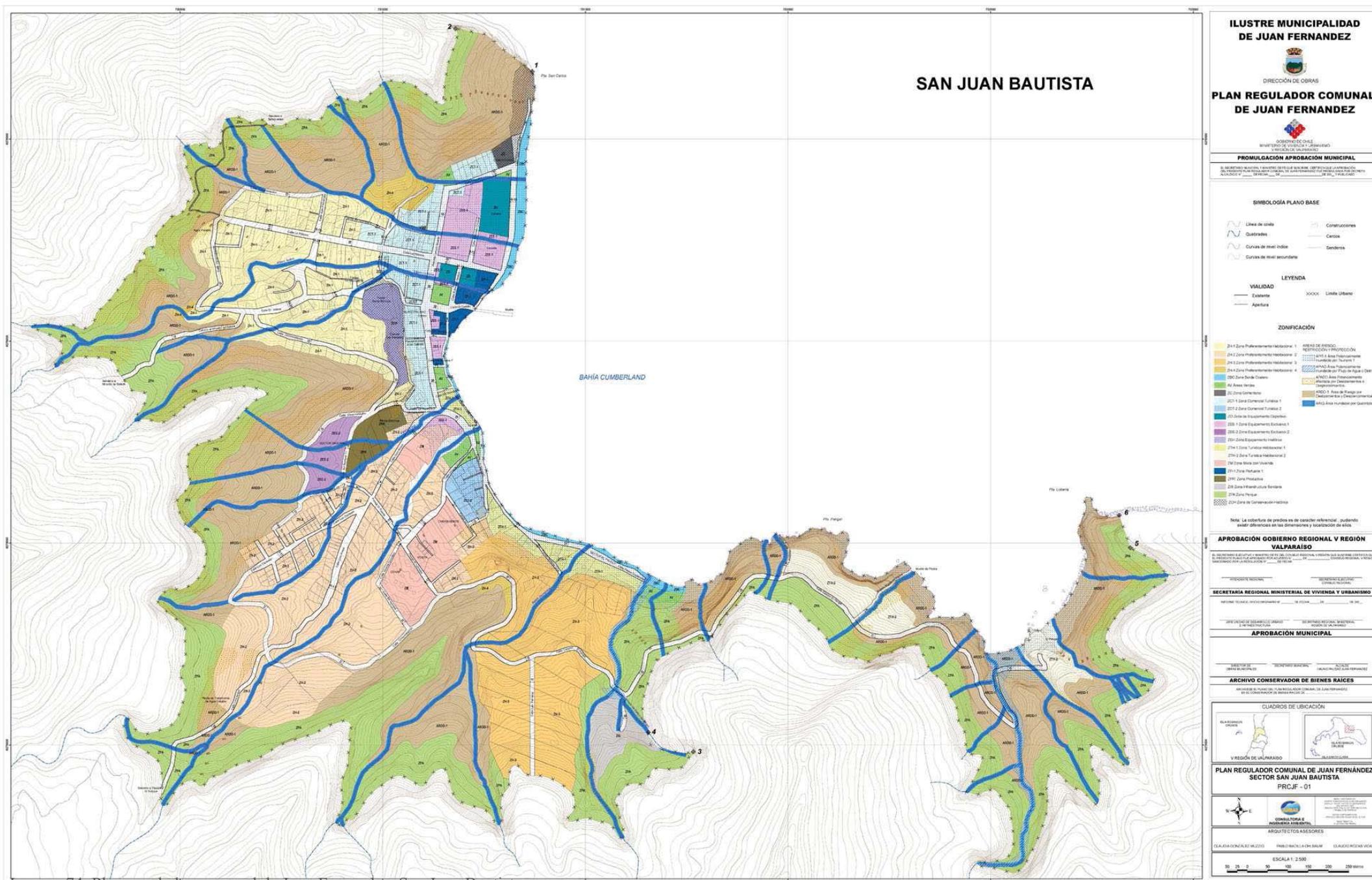


Imagen 74. Plan regulador comunal de Juan Fernandez, San Juan Bautistas.

vii). Zonas de riesgo en San Juan Bautista.

Los peligros geológicos desencadenados por procesos geodinámicos en el Archipiélago de Juan Fernández son un factor determinante en el planeamiento territorial, para garantizar la seguridad de personas e infraestructura. Los procesos observados en el Archipiélago son:

(1). Reptación Lenta y Deslizamientos Traslacionales.

Corresponde a procesos gravitacionales lentos y continuos en laderas con pendiente entre 10-30° y alta humedad. Produciendo deformaciones continuas que se manifiestan en la inclinación de árboles, vallas y postes.

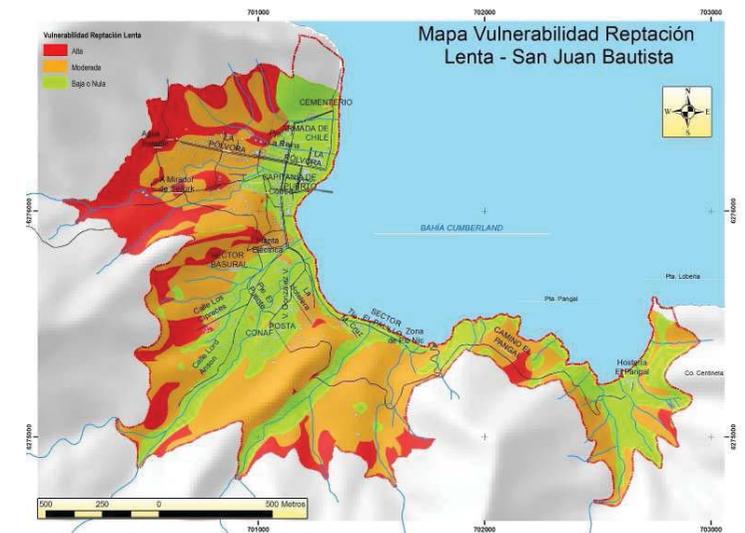
Durante eventos pluviométricos de gran intensidad y/o prolongados, la cobertura de suelo aumenta su peso y puede saturarse de agua, disminuyendo su resistencia al corte, lo que puede provocar un desplazamiento más rápido que puede dar paso a deslizamientos de traslación.

Las zonas de Susceptibilidad en el sector urbano de San

Juan Bautista se observa en general las partes altas del área urbana, las cuales son más vulnerables a ser afectadas por procesos de reptación lenta, mientras que los sectores intermedios presentan una vulnerabilidad media y los sectores más bajos son menos vulnerables frente a este peligro.

Las medidas de mitigación para este proceso corresponden principalmente a la prohibición de los cortes de taludes en sectores altamente susceptibles y realizar un plan de forestación para la protección y sostenimiento de taludes existentes.

Imagen 75. Mapa vulnerabilidad reptación.



(2). Flujos de barro y detritos: Aluviones.

Corresponden a movimientos de sedimentos saturados con agua, que se moviliza pendiente abajo como un fluido viscoso de sedimentos concentrados. El agua es el principal desencadenante por la pérdida de resistencia al corte que da lugar a materiales poco cohesivos y fáciles de transportar.

Ambos tipos de flujos se generan preferentemente en zonas con pendientes mayores a 20° y donde se encuentra material disponible, tanto en el lugar de origen como por donde se encausa el flujo. El factor desencadenante más

común de flujos de detritos corresponde a lluvias esporádicas, de corta duración e inusitada intensidad.

Las zonas de mayor vulnerabilidad, en San Juan Bautista, son aquellas viviendas cercanas a quebradas donde se encausarán los flujos de barro y detrito cuando estos ocurran. Esto implica que en caso de lluvias intensas gran parte de la población de San Juan Bautista estaría expuesta a ser afectada por un flujo de barro o detritos, y además, al estar los cauces naturales de las quebradas modificados, el agua con barro y/o detritos se esparcirá

por las calles.

Para hacer frente al peligro de deslizamientos las recomendaciones son prohibir los cortes de taludes en los sectores de alta vulnerabilidad y monitorear cualquier formación de grietas en el terreno, así como las zonas susceptibles durante precipitaciones intensas. Mantener el bosque y los cursos de agua libres de represas naturales vegetales realizando una limpieza periódica.

Imagen 76. Mapa vulnerabilidad deslizamientos.

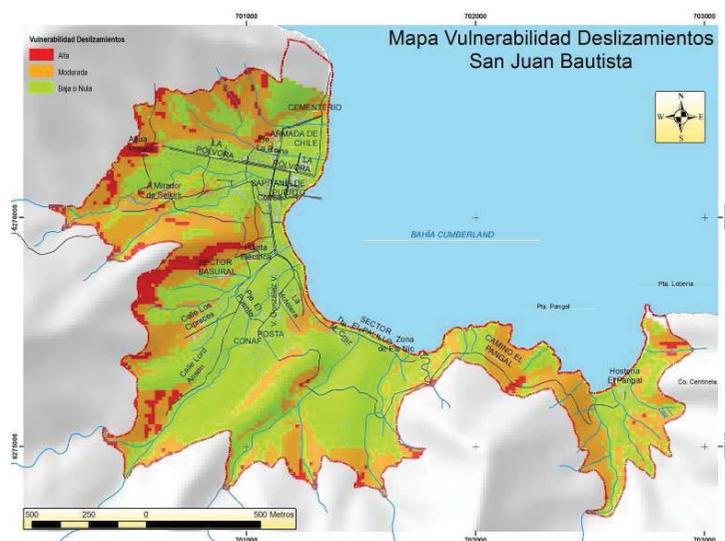




Imagen 77. Grabado que representa la erupción submarina en Juan Fernández, 1830.

(3). Volcanismo.

El peligro volcánico se expresa básicamente a través de erupciones volcánicas, las que pueden generar flujos de lava, así como caída y acumulación de piroclastos, flujos piroclásticos por pérdida de sustentación de la pluma volcánica, e incendios.

En teoría, las islas Robinson Crusoe y Santa Clara no deberían presentar volcanismo activo, ya que el volcanismo actual se encuentra al oeste de la isla Alejandro Selkirk. Sin embargo existen registros de actividad volcánica, el 20 de Febrero de 1835 coincidente con el terremoto de magnitud 8.2 de Talcahuano, descrito por el Gobernador de Juan Fernández Sutcliffe. Otra erupción submarina fue reportada alrededor de 100 Km más al oeste de la isla Robinson Crusoe en febrero de 1839, de acuerdo a Rudolph.

De acuerdo a los antecedentes históricos, el área de la Bahía Cumberland debería considerarse un centro eruptivo activo, pero los datos geodinámicos sugieren que el volcanismo debería encontrarse extinto.

(4). Sismicidad.

De acuerdo al catálogo de eventos sísmicos, originado por el Centro Nacional de Información de Terremotos del Servicio Geológico de Estados Unidos, en un área circular de 200 km de radio y centrada en San Juan Bautista, entre 1973 y la actualidad se registraron 4 sismos con magnitudes de 4,0 o superior en todo su registro histórico.

En caso de que ocurriera un sismo, afectaría a toda la isla en general, y no es posible focalizarlo en un sector específico como área susceptible. Lo que si es posible, con estudios detallados de las características geológicas del área, identificar los sectores más inestables de las cuencas sobre las áreas urbanas, en los cuales movimientos de masas (o movimientos gravitacionales) tales como deslizamientos, caídas de roca, efecto de sitio, etc., que puedan ser gatillados por movimientos sísmicos y provocar daños, pero como se explico en el párrafo anterior, la probabilidad que las aceleraciones sean mayores son bastante bajas.

(5). Tsunami.

Un Tsunami o maremoto es una ola o un grupo de olas de gran energía que se producen cuando algún fenómeno extraordinario (habitualmente un fenómeno sísmico) desplaza verticalmente una gran masa de agua, generalmente producidos por terremotos, aunque en algunos casos (Por ejemplo, Alaska, 1958; Aisén, 2007) pueden ser generados por deslizamientos. La energía destructiva de un tsunami depende de su altura (amplitud de la onda), distancia del foco y velocidad. La velocidad es proporcional a la profundidad del mar y la fuerza de gravedad; esto significa que mientras más hondo se encuentre el fondo del mar el desplazamiento será más rápido.

A pesar de no estar cercanas a una fuente sísmica, en la bahía Cumberland, existen antecedentes de la ocurrencia de maremotos (o tsunamis) de origen lejano en la isla. Las máximas alturas de olas reportadas son de 25 a 30 m para la bahía Cumberland producto del terremoto de 1751 (conocido como terremoto de Talcahuano o Concepción). Para el tsunami de 1835 también se reporto la destrucción de viviendas y de las instalaciones portuarias, pero no se reporto la altura de la ola. Finalmente, el terremoto de 2001 del sur de Perú, genero olas que fueron registradas por el mareógrafo de la armada de 80 cm. De acuerdo a lo anterior, se sugiere zona de suscep-

tibilidad alta los 15 m s.n.m. frente al peligro de tsunami, y la cota de 30 m s.n.m. como el límite de la zona de susceptibilidad moderada frente al peligro de tsunami. Además se sugiere que todas las instalaciones civiles se mantengan sobre la cota 30 m s.n.m.

Imagen 78. Mapa susceptibilidad Tsunami en Bahía Cumberland.

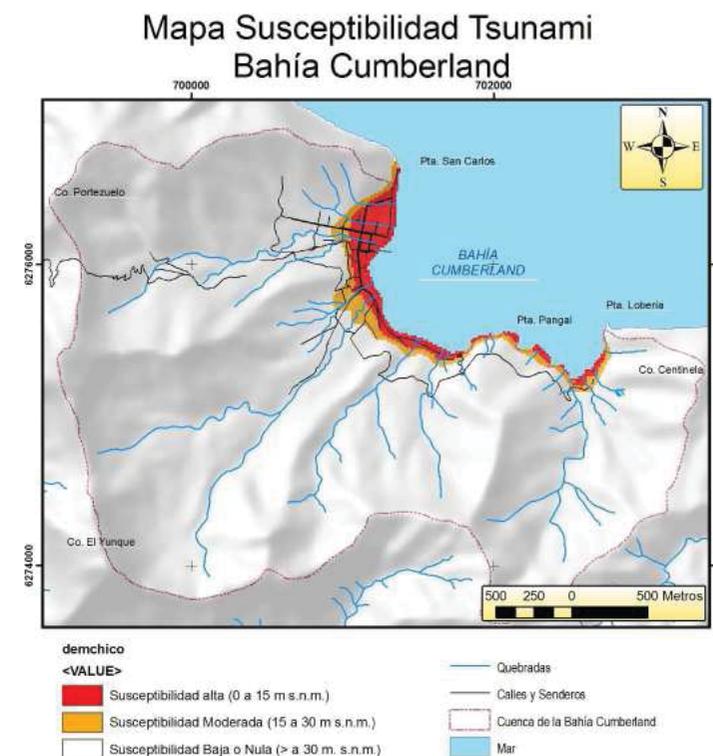




Imagen 79. Mar Egeo.



Imagen 80. Archipiélagos Chilenos: en rojo el Archipiélago de Chiloé y en azul oscuro el de las Guaitecas.

(h). El Archipiélago como unidad marítima.

Originalmente, el archipiélago era un término muy específico, era el nombre del Mar Egeo (griego αρχιπέλαγος, arkipélagos). Del griego arkhi-”jefe” y Pélagos “mar”. El término “mar principal” identificaba al mar Egeo, en contraste con todas las pequeñas lagunas, lagos y golfos, a los cuales la palabra Pélagos también se aplicó. Una de las características principales del Mar Egeo, por supuesto, es que contiene un gran número de islas, y a partir del siglo XVI, se ve un movimiento fuerte y constante hacia lo que hoy es el principal significado de la palabra, “grupo de islas”. Sin embargo, retomando el origen de la palabra, el archipiélago se refiere al mar y no específicamente a las islas que contiene. Un mar principal, que unifica y vincula a las islas.

i). El maritorio (mar y territorio).

En la experiencia de estudio de la Patagonia Occidental realizado por la escuela durante los años 1969-70, se define el Maritorio como un concepto análogo al de territorio. “Tal como se funda en el territorio, surge el Maritorio como concepción de magnitud de mar. El maritorio es un concepto de área geográfica que conjuga: la comunicabilidad, la riqueza, la adversidad, las energías y el arraigo. Conociendo estos aspectos es que se pueden determinar áreas armónicas.” (Sánchez, 1970)⁹

Esta tesis tiene un punto de vista especial sobre las costas desmembradas de la patagonia, donde el mar es visto como un suelo unificador y único acceso posible. Hay que verlo como territorio, fundarlo y habitarlo.

En este sentido, el archipiélago visto como un conjunto de mares o como un elemento territorial cuya estructura se define en el mar y no en las islas, adopta un carácter de enlace entre el continente y el océano Pacífico, así como una renovada forma de pensar su ordenamiento territorial basado en las características de las áreas armónicas que constituyen su totalidad.

(1). Comunicabilidad

Archipiélago - Continente vía aérea

Archipiélago - Continente vía marítima

Interior del archipiélago vía marítima

Isla Robinson Crusoe - Isla Sta. Clara

Isla Robinson Crusoe - Isla Alejandro Selkirk

Entre sistemas insulares vía marítima

Archipiélago - Isla de Pascua.

Archipiélago - Islas desventuradas

Archipiélago - Salas y Gomez

(2). Riqueza.

Recursos marítimos alimenticios.

Especies endémicas.

Turismo.

(3). Adversidad.

Clima marítimo, oleaje, viento y lluvia.

Aislación geográfica.

(4). Energías.

Generador diesel.

(5). Arraigo.

Colonos.

2. Caso Arquitectónico.

a). Criterio de desarrollo.

Se opta por apoyar las labores de CONAF, ya que si bien existen muchas posibilidades de desarrollo en el poblado, la situación del Parque Nacional debe ser atendida con urgencia.

(a). Casos encontrados.

Como casos abiertos a otras tesis que se interesen en este territorio se vislumbraron los siguientes criterios de desarrollo que no serán motivo de esta tesis:

- i). Desarrollo urbano del eje calle la pólvora, parque hidráulico y estudio de riesgo de aluviones.
- ii). Desarrollo ruta patrimonial y restauración del fuerte Santa Barbara.
- iii). Desarrollo plataforma turística de inicio al tramo submarino del sendero de Chile.
- iv). Desarrollo de una zonificación del territorio marítimo del archipiélago.
- v). Desarrollo de la nueva caleta-restaurante del sindicato de pescadores de Robinson Crusoe.

- vi). Desarrollo de la caleta del sindicato de pescadores Isla Marinero Alejandro Selkirk.

Se propone el desarrollo de un elemento que apoye las labores en terreno de los guarda parques, resolviendo dificultades de ejecución de las faenas por problemas de clima, estadía y acceso a ciertos puntos de la isla. El equipo de CONAF cuenta actualmente con una camioneta y una embarcación mediana para llevar a cabo las labores de vigilancia, reforestación, control de especies, supervisión, etc.

(b). Causas de deterioro del ecosistema insular.

Actualmente la isla Robinson Crusoe se enfrenta a un avanzado deterioro debido a la acción antrópica que durante siglos ha causado grandes impactos en el ecosistema original, dentro de los cuales se encuentran la extinción de múltiples especies vegetales como el sándalo o un acelerado proceso de erosión. Las causas más

relevantes de esta situación son:

- i). Introducción de especies extranjeras al ecosistema cuya dieta se compone de especies autóctonas en peligro de extinción. (cabra salvaje, conejo).
- ii). Introducción de especies extranjeras al ecosistema que cazan a las aves y atacan sus nidos. (gato asilvestrado, coatí).
- iii). Consumo de plantas y erosión producto de las madrigueras (ratones, conejos).
- iv). Dispersión de plantas plaga como el maqui, la murtilla y la mora por parte de los gorriones y zorzales, superponiéndose a la flora autóctona y reduciendo el espacio natural de las selvas.
- v). Cría de ganado (bovinos, equinos y ovinos) debido a la abrupta geografía de la isla esta actividad ha sobre explotado las pocas praderas existentes en las islas llevando a un estado crítico la regeneración natural de la vegetación autóctona.

vi). Tala de vegetación nativa producto de necesidades de construcción de viviendas, embarcaciones (naranjilla, luma). Dentro de este caso, la palma Chonta paso por un gran peligro de extinción, y el sándalo no corrió la misma suerte.

(c). Labores realizadas por CONAF.

Dentro de las labores realizadas por el equipo de CONAF se encuentran:

- i). Recreación. Paseos y senderos de interpretación ambiental.
- ii). Caza de plagas. Control de población de plagas que afectan la fauna y flora nativa (conejo europeo, cabra, palomas y zorzales).
- iii). Educación ambiental. Principalmente en la Escuela Insular Robinson Crusoe.
- iv). Investigación.
- v). Recuperación de especies autóctonas en vivero.

vi). Bioseguridad. Por medio del control de carga y equipajes que llegan a la isla evitando al introducción de especies exóticas.

vii). Tareas de reforestación con especies autóctonas.

viii). Control de la erosión.

ix). Eliminación de especies invasoras.

La restauración del ecosistema, depende en gran medida de dos factores fundamentales, la erradicación de las especies ajenas al ecosistema la eliminación o control de plagas. Y al mismo tiempo se realizan esfuerzos para la conservación de la flora nativa.

Es preocupante lo distante de estos objetivos, considerando los mínimos medios y financiamientos con los que dispone el Parque, lo cual debe ser equilibrado con la inmensa entrega y esfuerzos que debe realizar el equipo de CONAF, pero que lamentablemente no alcanzará para asegurar la conservación de la isla.

Recientes investigaciones ya proyectan la desaparición de al menos 22 especies vegetales, así como del picaflores rojo en pocos años.

Si bien el déficit y falta de acción se debe principalmente en el bajo presupuesto que se destina a estos objetivos de conservación, esta tesis plantea que se puede tener un apoyo del punto de vista de la presencia continua del apoyo científico y la infraestructura necesaria para resolver las limitantes geográficas, climáticas diseñando infraestructura especializada para este territorio que de lugar a las labores específicas como lo son la reforestación, la investigación, el acceso a zonas, la estadía para labores de conteo.

(d). Plan de manejo del Archipiélago de Juan Fernández.

La realidad actual del parque gira entorno a dos problemas fundamentales, la recuperación y conservación de la flora nativa y la eliminación de plagas. Por ello los objetivos se abocan con gran ímpetu a la conservación y protección de: comunidades vegetales nativas y endémicas, poblaciones de fauna silvestre nativa y endémica, recursos culturales, recursos hídricos, rasgos geológicos y geomorfológicos de las islas, y el recurso suelo.

Junto con esto se quiere desarrollar la investigación científica, cuyos resultados aporten a un mejor manejo de la Unidad territorial.

i). Limitaciones.

Si bien la limitación central para llevar a cabo el plan de manejo es sobre todo por la escasez de financiamiento a los programas, existen limitaciones territoriales y de infraestructura importantes. La propuesta debe responder a estos objetivos salvando en gran parte las limitaciones que impiden llevarlos a cabo. Dentro de las limitaciones para llevar a cabo estos objetivos se encuentran:

(1). **El Aislamiento geográfico de la Unidad**, lo que genera grandes problemas de tipo operativo, en especial lo referente al transporte de carga y pasajeros, dificultando el oportuno abastecimiento de mercaderías, alimentos, materiales y suministros en general.

(2). **Medios de transporte inadecuados.** La isla Marinero Alejandro Selkirk, se ubica a aproximadamente 187 Km. al oeste de isla Robinson Crusoe, lo cual hace difícil el control y manejo de aquella área, debido a que la Unidad no cuenta con embarcaciones de tamaño y autonomía adecuados como para realizar viajes periódicos de abastecimiento, transporte y relevo de personal en periodo de captura de langosta por parte de los pescadores.

(3). **Topografía accidentada.** La accidentada topografía del archipiélago, junto a condiciones climáticas y marítimas desfavorables, impide el acceso a cualquier punto

litoral periférico y el ingreso hacia zonas de bosque más espeso. En consecuencia, las salidas a terreno deben ser debidamente planificadas, considerando aspectos de rutas a seguir, disponibilidad de alimentación de terreno, y permanencia en el área de trabajo.

(4). **Dificultades climáticas y marítimas.** El acceso y transporte de carga y pasajeros, llevados a cabo por vía marítima, representan una clara limitación durante el periodo invernal, época en que las condiciones de clima y navegación hacen que sean más distanciados los viajes por barco.

3. Relacionarse con la profundidad marina como clave para adquirir la calma en la superficie.

a). La paz de la hondura, un modo de abordar el mar.

Como abordar el severo medio marítimo es el tema central desarrollado por esta tesis; y dentro de ello, fundamentalmente que partido tomar ante el efecto del oleaje en la obra.

La superficie marina, zona de contacto entre la atmósfera y la hidrosfera es el ámbito de mayor dinamismo en cuanto a las energías y el movimiento que ellas generan. El oleaje y el viento que lo genera, son los elementos que afectan en mayor grado a los cuerpos que flotan. Aquí se debe optar por dos modos de abordar el mar, uno es mediante la flexibilidad, al modo de las jaulas salmoneras que se deforman siguiendo las ondas de la superficie. La segunda es por medio de la inmersión bajo la superficie en busca de zonas donde exista menor acción del oleaje. En esta investigación se ha optado por la segunda opción, la búsqueda de la profundidad como clave para ser invisible al oleaje. Este partido ha sido iluminado por el relato del Padre García en “Aysen, carta del mar nuevo, del poeta Ignacio Balcells”.

b). Relato del Padre García, Aysen carta del mar nuevo.

La exploración de la patagonia occidental se inicia con el naufragio de la fragata Wager en el Archipiélago Guayaneco, al sur del golfo de Penas. Uno de los muchos naufragios sucedidos en los severos mares australes.

El Padre jesuita José García Alsué, se aventuró en los mares de Aysén en los años 1766/67 en busca de la mítica Ciudad de los Césares, en el marco de la misión exploratoria austral de los jesuitas en el siglo XVIII. Saliendo de la misión Chilota de Cailín recorriendo desde Palena al sur, reconociendo en su recorrido los canales Jacaf y Puyuhuapi, internándose por el río y recorriendo parte del valle Queulat Llega hasta el Golfo de Penas pasando por el Istmo de Ofqui.

El poeta Ignacio Balcells en el texto “Aysen, carta del mar nuevo” revela una indicación sobre la relaciona con la profundidad marina como clave para adquirir la calma en la superficie. En el pasaje donde en medio de una tormenta el jesuita García sumerge su medalla en el mar

como “un señuelo hecho para pescar la paz de la hondura”, donde el viento y el oleaje no existen.

Balcells entrega en su carta una clave de cómo se habita el océano pacífico, o como decía el poeta: “osea-no-pacífico.” Estas claves está muy ligada a las observaciones hechas en el archipiélago, y vienen a afirmarlas. La búsqueda de una forma que sea invisible al viento y al oleaje.

1. “No. Esa noche de tormenta en las afueras de la isla Guamblín comprendí que 200 años antes el padre García había en verdad echado al agua un señuelo. Un señuelo hecho para pescar la paz de la hondura. ¡Imagina un pequeño óvalo de plata con la figura impávida del Santo misionero oscilando apenas iluminada por la suave luz submarina del canal! ¡Imagina al sacerdote diez metros más arriba, extenuado y despavorido, sujetando el cordel

de la medalla en medio de las olas rabiosas, las ráfagas, los turbiones y los gritos de desesperación de sus marineros! ¡Imagina su fortaleza espiritual capaz de sostener ese cabo leve, flojo, nulo, en esa vorágine llena de golpazos, estampidos, quebraduras, rasgones! ¡Qué acto tan extraño me parecía antes y ahora cuán lleno de sentido! En medio de una tormenta, en medio de un fiordo abrupto, ¿dónde puede fondear un barco sino en la paz de las aguas?...”

“...Para convertir al mar. Y en esa imagen hundida en el mar como un señuelo, picó el pez fabuloso de la paz de las profundidades. Entonces el jesuita recogió el cordel y sacó al aire la medalla húmeda. Y con ella sacó al sol de entre las nubes, sacó su piragua de los huracanes.”

(Balcells, 1988, página 21, 23)¹⁰



*The Wreck of the Wager.
The original frontispiece to Byron's Narrative.*

Imagen 81. El barco británico HMS Wager zozobró en Is. Guayaneco en 1741 tras una tormenta en los mares australes.



Imagen 82 Mapa levantado en Alemania, tras la expulsión de los jesuitas del territorio español. El destacado dice “En la isla Guayaneco donde está la (cruz) se perdió un navío Inglés año 1740”. El padre García, que observó personalmente los restos del naufragio de la Wager, sitúa el sitio del siniestro entre la isla San Pedro y el paso Runddle.

4. Plegabilidad y mecanismos cinemáticos.

Se define dentro de las peculiaridades intrínsecas al diseño la plegabilidad como:

- Una transformación de un cuerpo o figura geométrica, tanto del plano como del espacio tridimensional, por medio de un movimiento continuo único y reversible.
- Una transformación que se hace en el espacio por medio de movimientos en torno a ejes definidos en el cuerpo.

Para aplicar esta peculiaridad a la estructura del artefacto naval se realiza un breve estudio de teoría de mecanismos.



Imagen 83. Mesa plegable del diseñador Nils Frederking.

a). Teoría de mecanismos.

Los mecanismos son conjuntos de sólidos, móviles unos respecto de otros, unidos entre sí mediante diferentes tipos de uniones llamadas pares cinemáticos. El propósito de un mecanismo es lograr transformar un movimiento inicial en un movimiento deseado distinto al de entrada. Algunos tipos de mecanismos son: engranajes, pistón biela, levas, mecanismos de poleas y correa, mecanismos de barras articuladas, mecanismos de biela y manivela, mecanismo de Tornillo/tuerca, etc.

Un par cinemático es una conexión móvil entre dos eslabones y permite movimiento relativo entre los eslabones de un mecanismo. Los pares cinemáticos se clasifican en distintos tipos según el movimiento que permiten, y son un elemento primordial en la construcción de un meca-

nismo, dado que define el tipo de movimiento que habrá entre las piezas unidas. Luego un eslabón, es la conexión rígida entre dos o más elementos de diferentes pares cinemáticos. Los eslabones de un mecanismo se deben conectar entre sí de una manera tal que transmitan movimiento del impulsor, o eslabón de entrada, al seguidor, o eslabón de salida. Cuando varios eslabones se conectan entre sí, se dice que constituyen una cadena cinemática. Si cada eslabón de la cadena se conecta por lo menos con otros dos, ésta forma uno o más circuitos cerrados y, en tal caso, recibe el nombre de cadena cinemática cerrada; de no ser así, es decir hay un eslabón con un punto de conexión libre, la cadena se llama abierta.

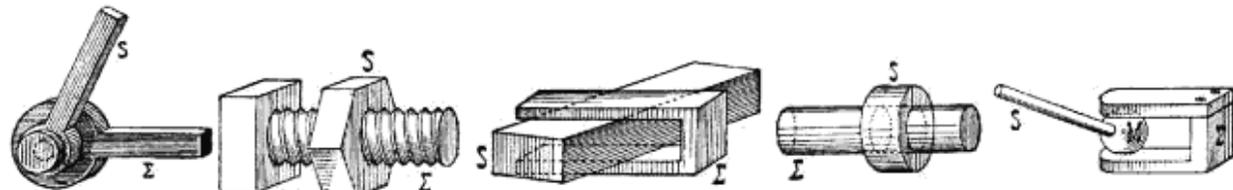


Imagen 84. Algunos tipos de uniones entre piezas.

La teoría de mecanismos y máquinas sirve para comprender las relaciones entre la geometría y los movimientos, y las fuerzas que generan tales movimientos. Para su análisis se crean esqueletos vectoriales, con los cuales se forman sistemas de ecuaciones. La mayoría de las veces un mecanismo puede ser analizado utilizando un enfoque bidimensional, lo que reduce el mecanismo a un plano. En mecanismos más complejos y, por lo tanto, más realistas, es necesario utilizar un análisis espacial.

La representación de mecanismos se realiza por medio de diagramas cinemáticos, cuyo propósito es similar a un esquema de un circuito eléctrico o diagramas de tuberías, en que representan variables que afectan la función principal del mecanismo.

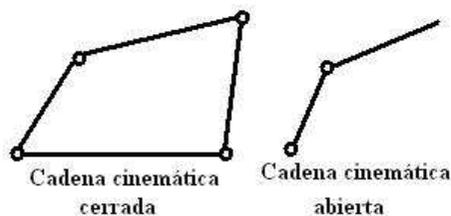


Imagen 85. Cadenas cinemáticas.

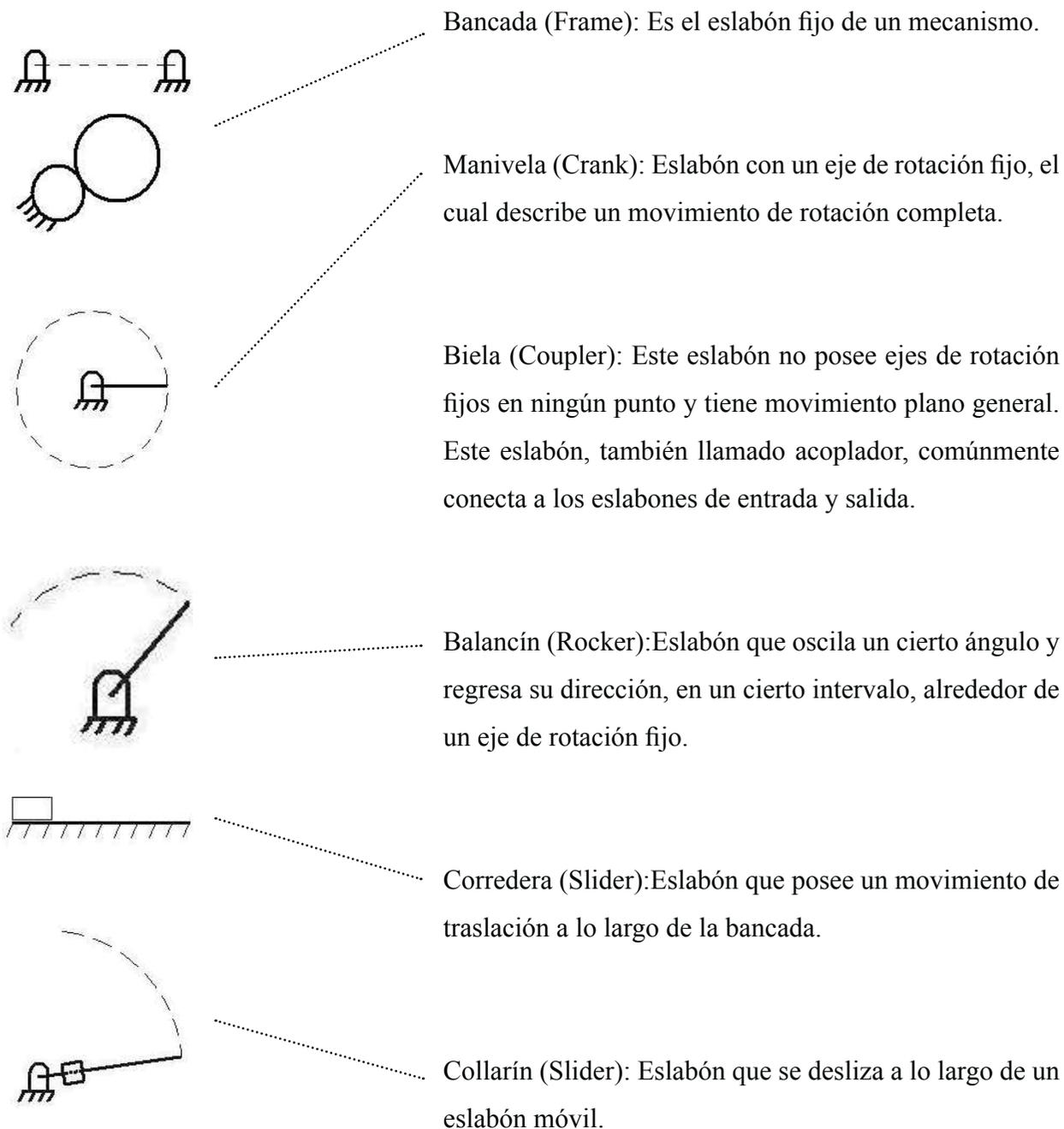


Imagen 86 Tipos de eslabones.

B. Fundamento creativo.

Este capítulo dice del proceso para llegar a la proposición formal y como esta nace desde el acto creativo de la observación, para luego adentrarse en trabajos de abstracción espacial para finalmente dar con el ordenamiento material concreto de la obra al integrar las coordenadas arquitectónicas restantes como el programa y la escala.

1. La observación arquitectónica.

a). Sobre la observación arquitectónica.

Lo más íntimo de una obra de arquitectura, donde radica su origen, reside en poder nombrarla para que adquiera existencia, y pase a conformar parte del mundo material. Nombramos el habitar humano, los modos de habitar el espacio, así es como nombrando descubrimos, desvelamos nuevos modos y visiones de la realidad.

La observación es el acto creativo por el cual nombramos la realidad; acto, por que requiere de todos nuestros sentidos, creativo, por que abre una realidad inédita en el mundo. Indagamos en la realidad por medio del dibujo, que descubre las cosas, que se nombran por medio de notas. “Observar sería entonces esa actividad del espíritu (y del cuerpo) que nos permite acceder, una y otra vez, a una nueva, inédita, visión de la realidad.” (Cruz, F. 1993)¹¹

Las observaciones realizadas se concentran fundamentalmente durante el viaje al Archipiélago, pero su actividad nunca termina, esta es una de sus características principales, se está siempre observando, en la vigilia permanente de descubrir y dilucidar el acto arquitectónico. Se puede decir que su tiempo acompaña todo el proceso creativo desde el comienzo al final, e incluso puede seguir latente en el futuro, apareciendo en otras obras y contextos. Por ello la observación es inagotable.

Se han agrupado las siguientes observaciones en tres familias correspondientes a una misma pregunta: la pregunta de la obra ¿cómo habitar un interior en los mares del archipiélago?

Para responder esto se tienen observaciones sobre la condición del lugar, sobre la pesca y la embarcación isleña y finalmente sobre el elemento arquitectónico.

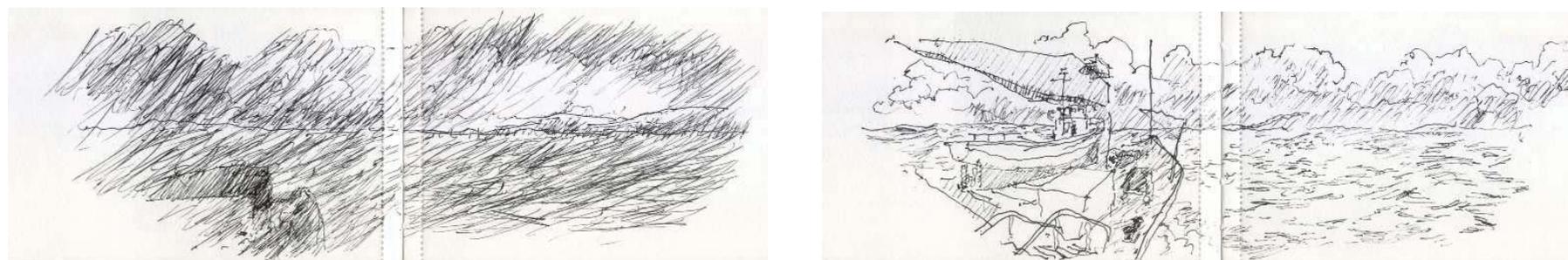


Imagen 87. En ocasiones se avista de súbito un buque o un albatros en la extensión, que nos saca de la monotonía en un encandilamiento al que el ojo se acostumbra luego de un instante, agotada la potencia del avistamiento, nos sumergimos nuevamente en la equivalencia donde los distinguos son mínimos, salvo el mar que se ha tornado violeta al dejar la corriente de Humboldt.



Imagen 88. Secuencia de desaparición de la isla, paso de la interioridad de los archipiélagos al mar. Durante la navegación al archipiélago se padece la vastedad del Océano Pacífico, vamos entre la atmósfera y la hidrosfera, en el centro absoluto de un espacio esférico rodeado por un horizonte implacable. Entonces irrumpe la vertical de una isla en lo lato de la vastedad, configurando los mares circundantes en un sistema territorial, donde es posible estar dentro o fuera, condición primera de un interior.

b). Sobre la condición del lugar.

¿Como es el lugar y cual es su ley? El archipiélago comprendido como un conjunto de mares, instaura la condición de interior en el océano pacífico, donde es posible estar dentro o fuera. Estamos dentro de él, cuando recibimos su orientación dada por las magnitudes geográficas y podemos demorar. A diferencia del vasto mar abierto, el conjunto de mares que conforman el archipiélago, son mares orientados.

Afirmación

(a). La posibilidad de dar cabida a la vida y el oficio en el territorio del archipiélago, es en un interior cuya orientación esta dada por las magnitudes geográficas.

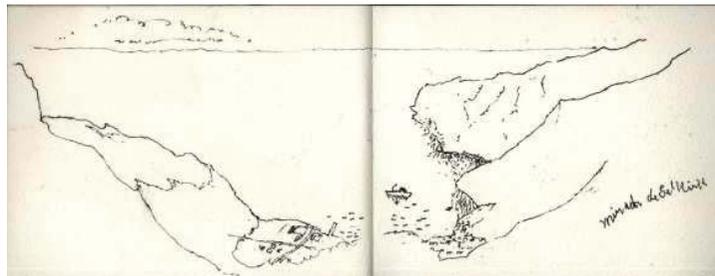
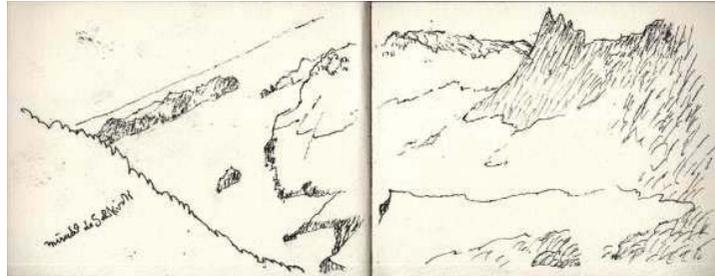
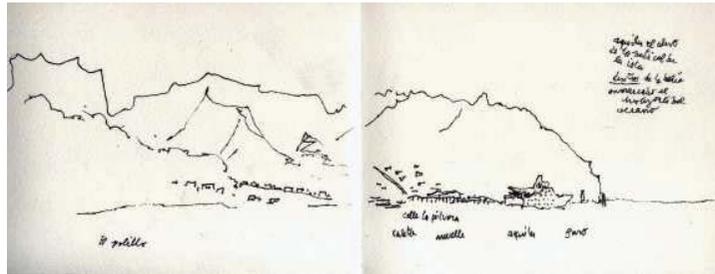


Imagen 89. Bahía de Cumberland, desde el palillo.

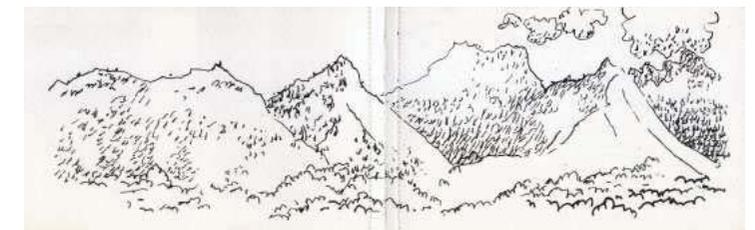
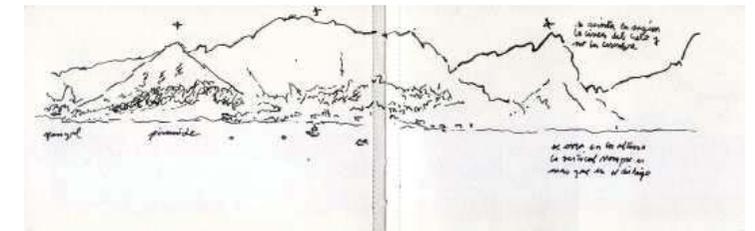
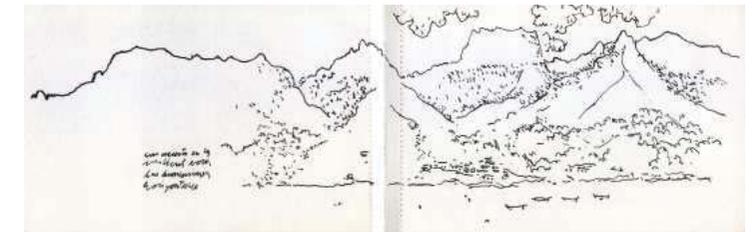
Imagen 90. Bahía de Villagra e isla Santa Clara desde el mirador de Selkirk.

Imagen 91. Bahía de Cumberland, desde el mirador de Selkirk.

Imagen 92. Perfil geográfico visto desde el mar.

Imagen 93. Perfil geográfico visto desde el mar.

Imagen 94. Perfil geográfico visto desde el mar.



c). Sobre la embarcación isleña.

¿Como encontrar el lugar y como habitar en el? Permanecer en el lugar y poder volver a él, es el germen del acto de la pesca o captura de la langosta. Para volver a -las marcas- o lugar de la pesca, los isleños, distinguiendo formas reconocibles en los acantilados, llamadas por ellos “formaciones”, han trazado virtualmente el maritorio reconociendo lugares marítimos, que dan cabida a su oficio, donde transcurre la vida. Para permanecer y Habitar en demora, se busca la calma, la quietud en lo fluido, dejándose atravesar por las energías del medio, de forma flexible.

Afirmación

- (a). El modo de habitar en estos mares es buscando la calma, evocándola en formas flexibles a las energías del medio.
- (b). Se trata de un espacio que incluye la magnitud externa, traduciéndola a su tamaño y su orden interior. El acto de permanecer calmo en el lugar de la pesca se mide desde la orientación de las magnitudes geográficas.



Imagen 95. Caleta de San Juan Bautista. La embarcación isleña distingue que un habitar en lo fluido requiere la calma, la quietud, serenidad. Evocar esa paz siendo invisible al oleaje y al viento, como lo blando, lo que se deja atravesar, suavidad, dulzura – elasticidad – flexibilidad, lenidad, cimbre.

d). Sobre el elemento arquitectónico.

¿Como construir ese habitar? La cafetería de la escuela, incorpora el horizonte exterior a su tamaño, haciéndolo parte del acto interior. La relación interior-exterior de la arquitectura de la cafetería se la juega en las tablas blancas diagonales, ellas son el elemento luminoso que nos permite tomar café y conversar en un interior junto al horizonte exterior, fragmentado y medido para la mesa, servido a la mesa. La cafetería como una galería prismática que introduce la magnitud exterior para construir y completar el acto interior de la sobremesa.

Afirmación

(a). La galería será el elemento ordenador del espacio interior y elemento de la luz: prisma que toma el tamaño exterior para medir el acto interior, lo que han hecho los pescadores desde antaño. (El orden de los elementos interiores que afirman una magnitud exterior se remata con único elemento que construye su contrapunto y la mide con respecto al acto interior.)

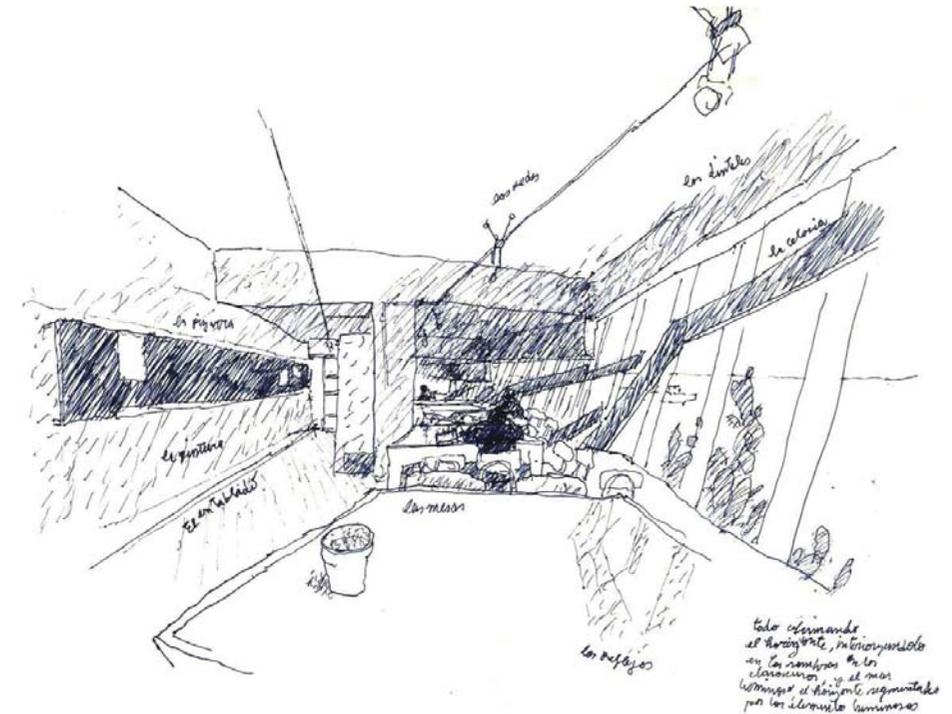
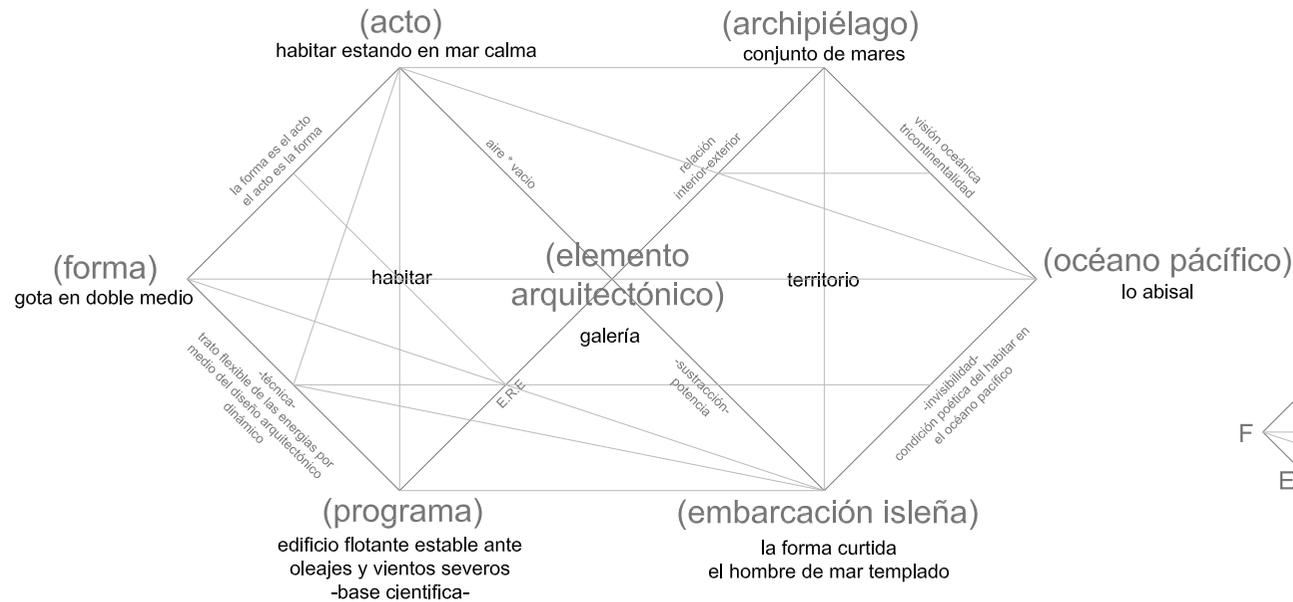


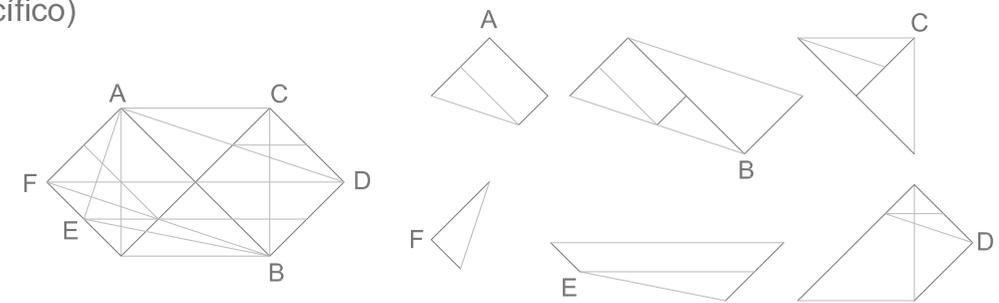
Imagen 96. Croquis de la cafetería de la escuela.

Dentro de la cafetería todos los elementos afirman la línea del horizonte marino, traduciéndolo así al interior. Interiorizándolo en el orden de los elementos y pormenores de la sombra: en el contraste luminoso de los dinteles, las celosías de madera, las redes de electricidad, la pintura negra del muro y la pizarra.

Hay un único elemento luminoso que nos deja ante el horizonte exterior: las tablas blancas diagonales 1x8, fragmentan el horizonte exterior y se reflejan en la superficie de las mesas.



- A. Polígono conceptual del habitar en el oceano pacifico.
- B. Polígono conceptual del acto y la forma.
- C. Polígono conceptual del acto y la forma de la embarcación isleña.
- D. Polígono conceptual de la visión oceánica.
- E. Polígono conceptual de la técnica y el medio.
- F. Polígono conceptual del acto y la técnica.



2. El acto arquitectónico.

Desde la observación de la embarcación isleña se señala el acto engendra la forma, la calma. Entonces la obra adquiere su sentido, dar cabida a los oficios científicos y al trabajo en terreno, en virtud de aproximar el cuerpo al maritorio convirtiéndolo en una extensión serena, este es su Acto: la calma.

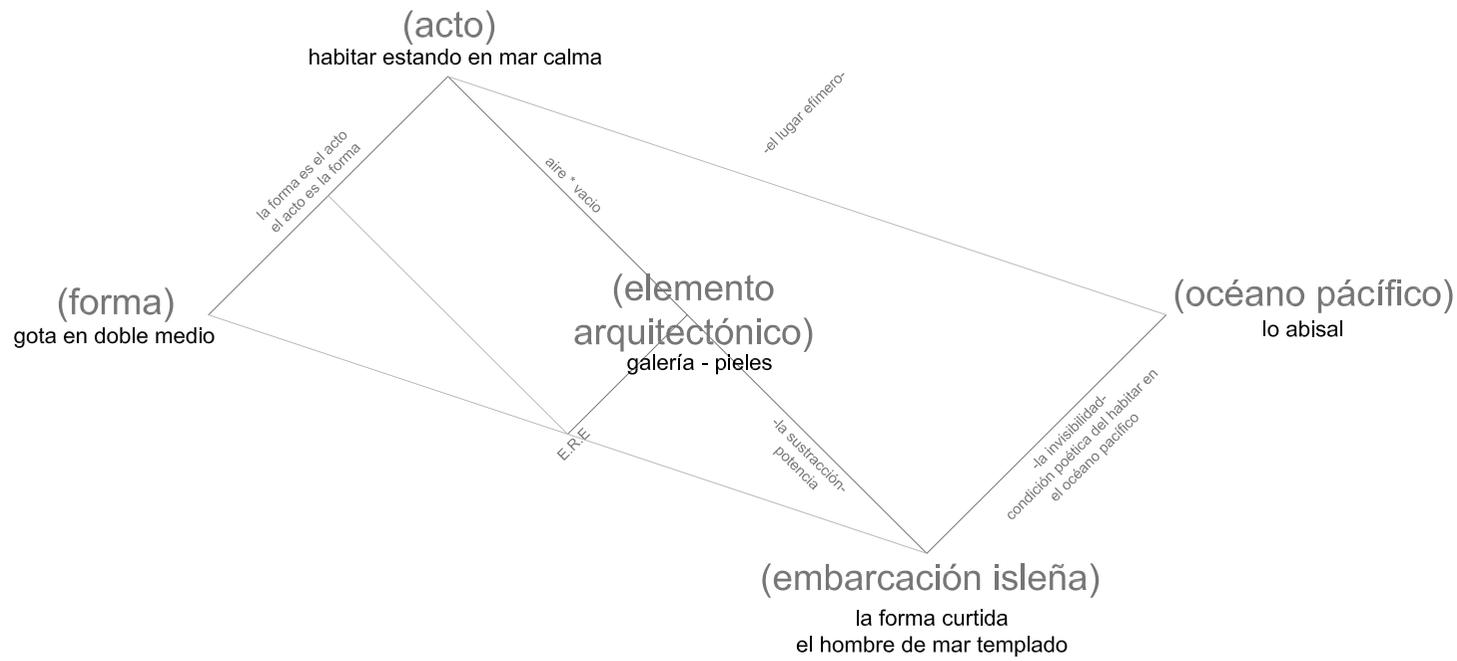
a). Sobre el acto arquitectónico.

Dar cabida a oficios en el mar, al convertirlo en una extensión serena, por medio de un interior cuyo acto arquitectónico es la calma, y que construye el encuentro con el lugar desde la orientación con la geografía.

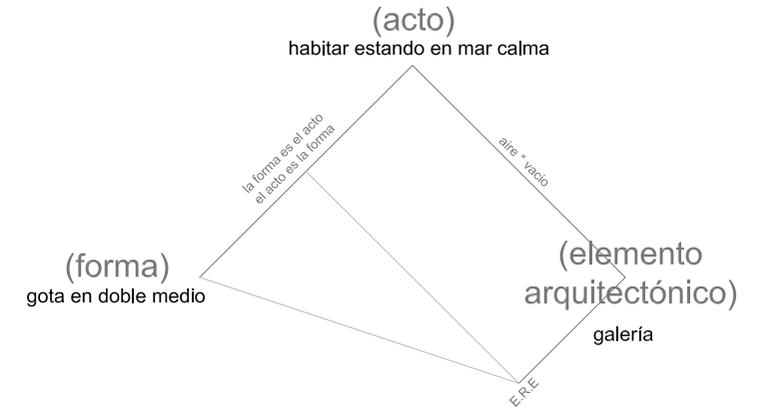
b). Polígono conceptual.

Un ejercicio gráfico para ordenar los conceptos entorno a la obra. Se trabajaron dos cuadrados, uno sobre el habitar y el otro sobre el territorio, ambos fueron intersectados desatando las relaciones y permitiendo visualizar el espectro de dimensiones que construyen el fundamento.

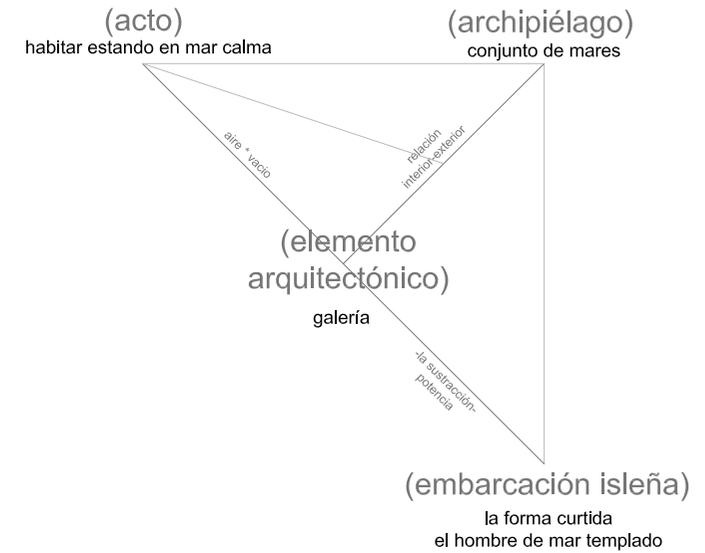
A. Polígono conceptual del habitar en el oceano pacifico



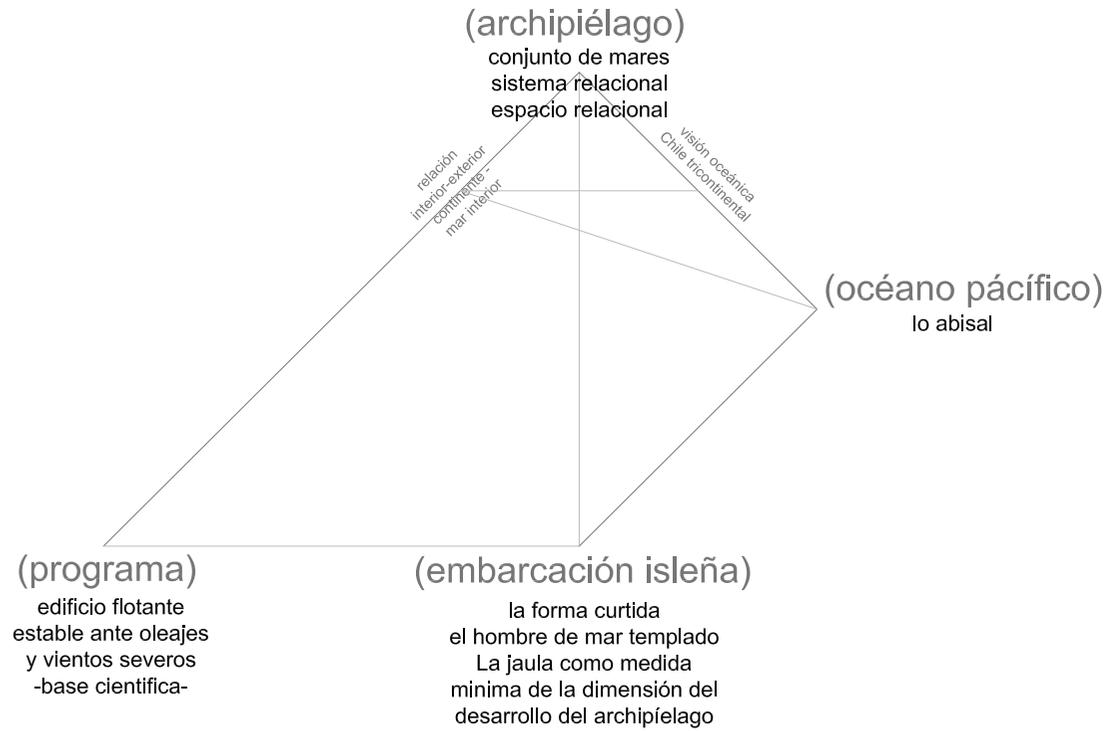
B. Polígono conceptual del acto y la forma



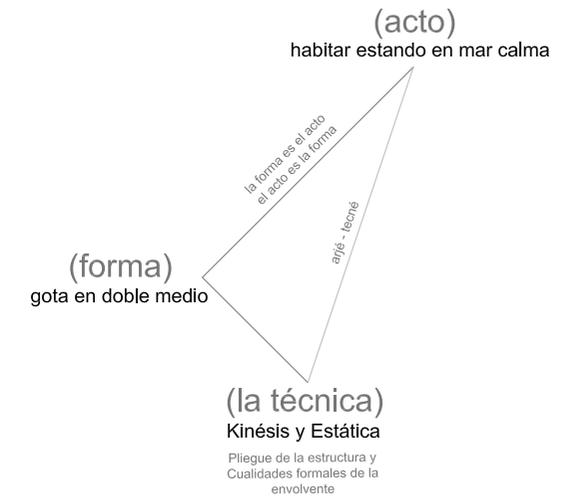
C. Polígono conceptual del acto y forma de la embarcación isleña



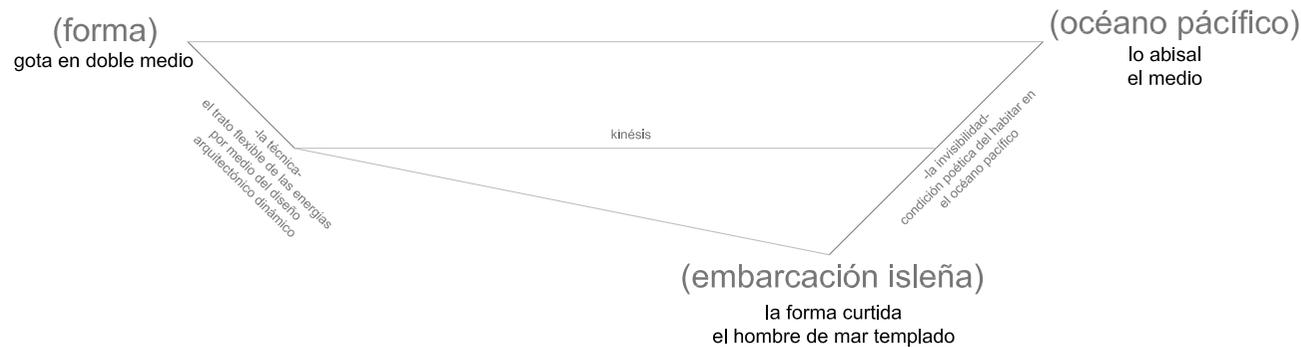
D. Polígono conceptual de la visión oceanica.



F. Polígono conceptual sobre el acto y la técnica



E. Polígono conceptual sobre la técnica y el medio



3. Campos de abstracción espacial

a). Traductor de tamaño.

Estudio del espacio prismático. En el fragmento se desarrolla la pregunta sobre la traducción de un tamaño exterior a una interior para el elemento arquitectónico de la galería, la invención de un modo de relacionarse con el exterior que completa el acto. Del estudio se llega a la forma del elemento arquitectónico y sus cualidades luminosas.

La trayectoria del triángulo por el largo del paralelepípedo con un giro de 90° genera la relación de los planos alabeados con el exterior y una segunda piel del paralelepípedo afirma y prolonga el movimiento del giro. Las medidas del paralelepípedo, la elección del triángulo, su trayectoria y giro, nacen de una relación con la embarcación isleña en el diseño de su cubierta.

b). Paso a la forma.

Esta forma origina la dimensión arquitectónica, concibiendo el interior como un vacío que se genera desde la relación lateral con el exterior en la forma de un largo, nombrado galería, cuya circulación ordena el espacio interior y cuya envolvente, por medio de elementos traslúcidos mide el paisaje exterior construyendo la relación entre la geografía y el tamaño interior.

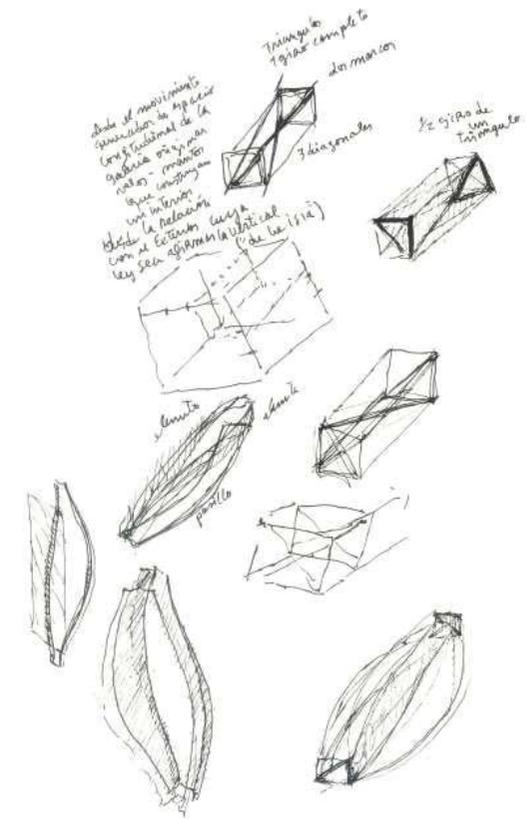


Imagen 97. Esquemas del estudio formal del campo de abstracción, generatriz de un espacio helicoidal desde un espacio ortogonal.

c). Conformación de un interior por revolución del borde.

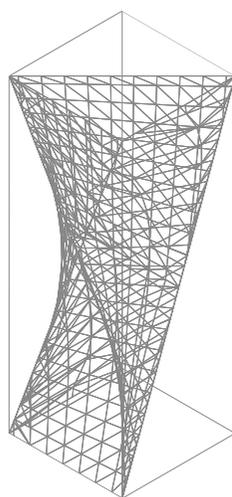
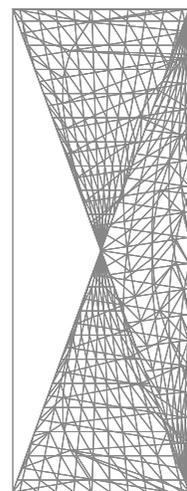
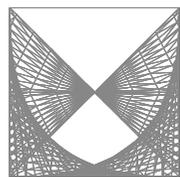


Imagen 98. Elevaciones y proyección isométrica del campo de abstracción.

El borde de la embarcación como forma originada desde la ley de un flujo, formas propias del agua, se utiliza como generatriz de una superficie de revolución alrededor de un eje que va desde la proa a la popa. Esta superficie que cierra el espacio se plantea como una membrana que cierra el mínimo programa de habitabilidad de la embarcación de pesca isleña como una galería interior. Se desarrolla la propuesta de una cubierta para la embarcación de pesca isleña, por medio de una estructura com-

puesta por cinco nervios de aluminio como costillas que calzan con el borde y espesor de la embarcación, estas costillas dan forma a una membrana de PVC al modo de un paraguas. Por medio de la revolución de este borde se genera el refugio en la embarcación con una altura adecuada para estar sentado y poder dormir. Conservando la forma dinámica del casco de la embarcación en esta nueva relación con el viento. Así la embarcación puede acoger en un interior entre los dos flujos, por medio de una membrana que desaparece y aparece en el borde.



Imagen 99. Campo de abstracción construido.



Imagen 100. Maqueta de la propuesta de cubierta para la embarcación isleña.

d). Cubo en el agua.

El estudio del comportamiento del cubo sumergiéndose en el agua, busca experimentar el concepto de la flexibilidad en la forma para enfrentar las energías del medio.

Del estudio se desprende la kinésis de la estructura plegable. El plano diagonal variable aumenta su área y la distancia vertical de los vértices, la expansión de cubo se logra al cruzar la conexión de las aristas.

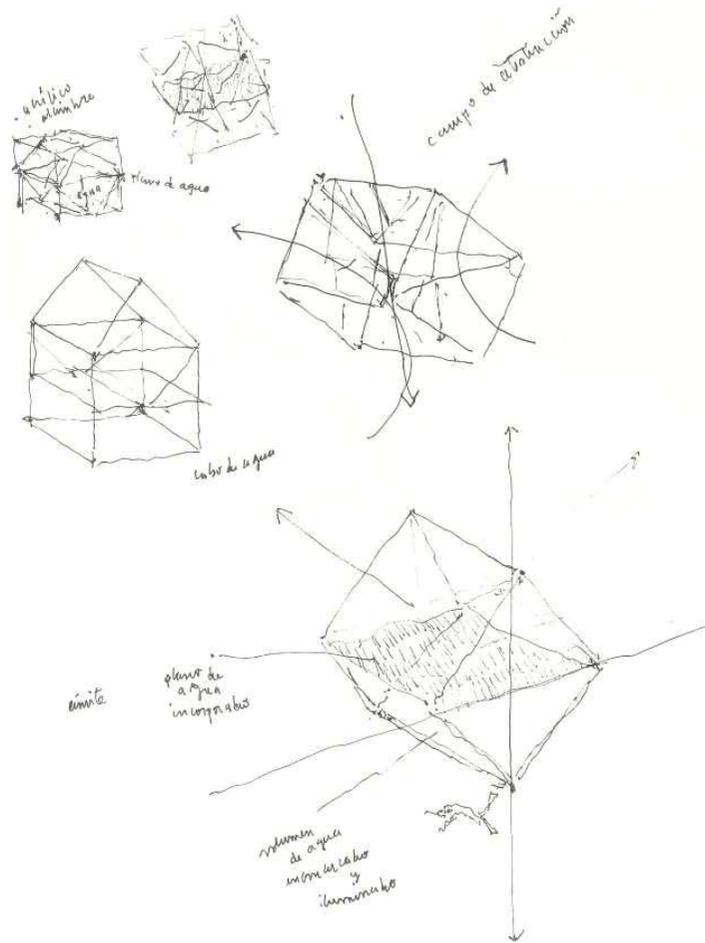


Imagen 101. Esquemas de estudio de los planos interiores del cubo y su congruencia con la superficie del agua en distintas etapas de la inmersión de un cubo.

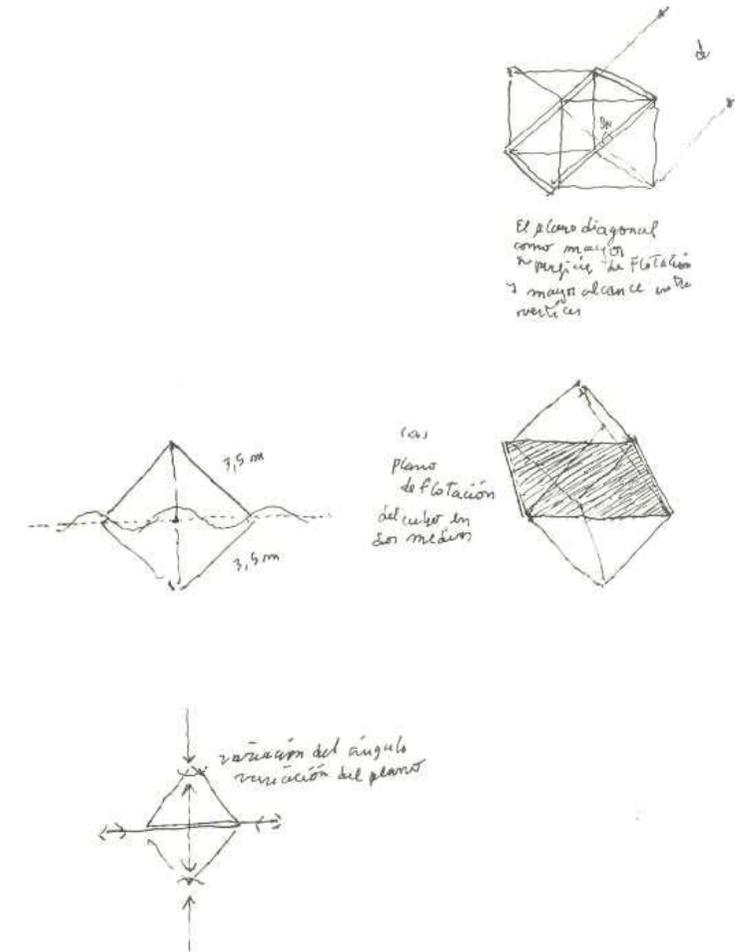


Imagen 102. Esquemas del plano mayor que se utilizará como generatriz de la plegabilidad logrando el paso del cubo con la mayor vertical a su desaparición en un plano.

(a). Etapas de inmersión del cubo.

Primera prueba, se pueden observar los distintos planos interiores que va adoptando en cubo a medida que se sumerge. Estos planos son los más estables en cada etapa de la inmersión.

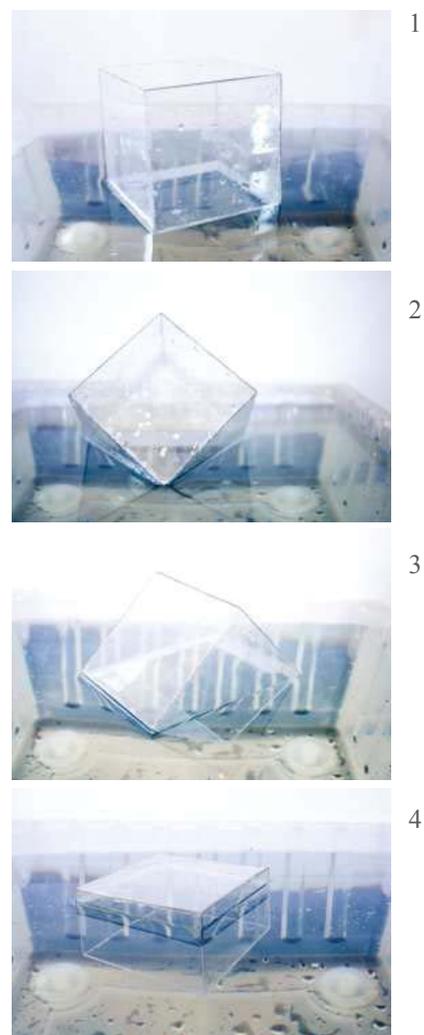


Imagen 103. Serie fotográfica de la inmersión del cubo.

(b). Planos estables durante la inmersión del cubo.

Segunda prueba, el cubo con distintas cantidades de agua va revelando los mismos planos de estabilidad.

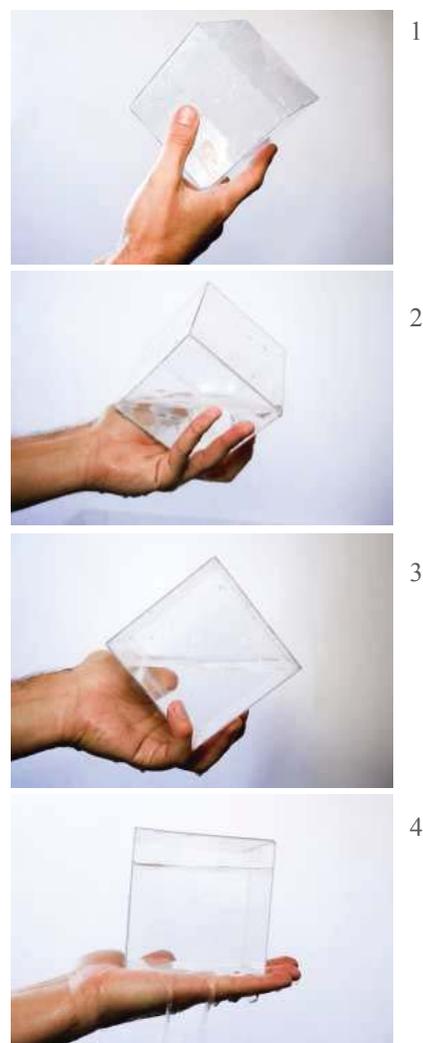


Imagen 104. Serie fotográfica de la generación de planos.

(c). Despliegue de la estructura.

Tercera prueba, de estas observaciones se diseña un cubo plegable que adquiere los planos de estabilidad ocupando mayor área y logrando alcanzar las máximas extensiones verticales y horizontales.

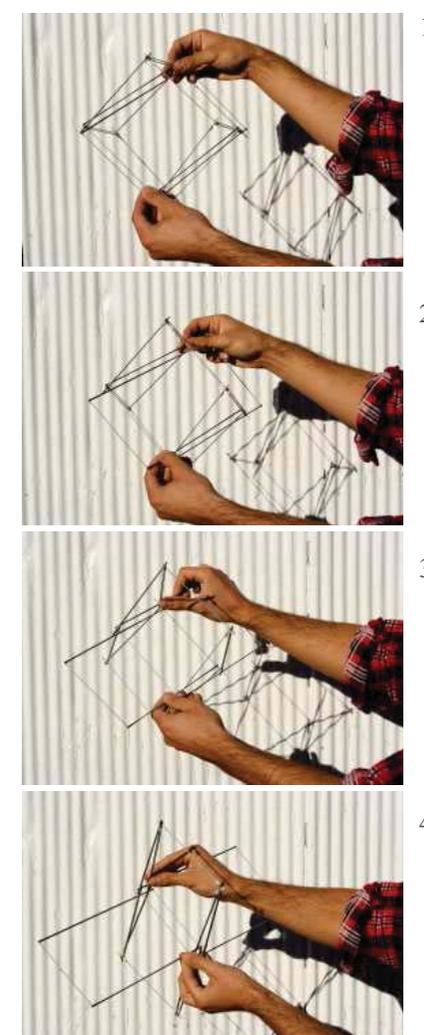


Imagen 105. Serie fotográfica del cubo plegable.

C. Fundamento técnico.

La técnica adviene en un peligro cuando no nos hemos preguntado por su esencia, en vez de ser dominada pasa a dominar al hombre, impone sus condiciones en el mundo. Por ello es preciso preguntarse por la esencia de la técnica.

Aristóteles describe la techné (arte) como una acción a partir de la cual el hombre produce una realidad que antes no existía, el paso del no ser al ser. En allí cuando la técnica se transforma en la tecné, cuando lleva el sentido de descubrir, desvelar, iluminar, dar belleza. La técnica es un producir poético cuando tiene un fin, una causa finalis, cuando tiene el sentido la obra. Una obra concebida con la técnica iluminada por el acto, a partir de la observación.

Se escoge la técnica en virtud del sentido de la obra, que es el acto: la calma. La alternativa técnica de acuerdo a la obra son los sistemas que sumergen sus boyantes para lograr ser transparentes a la acción del oleaje.

1. Oleaje y viento.

El tema desarrollado por la tesis ronda principalmente en la relación entre los objetos flotantes y el clima marítimo, por lo que el oleaje y el viento son circunstancias esenciales en el diseño del proyecto. En este capítulo se desarrolla la teoría del oleaje y el viento, cuya influencia en los criterios de diseño de la obra se han desarrollado en el capítulo de metodología, específicamente en los Requerimientos de alto nivel.

La mayor parte de la energía depositada en los sistemas costeros proviene del oleaje, y muchos de los cambios de la morfología litoral es el resultado de olas de distintas características, como su frecuencia, longitud de onda, periodo y dirección de proveniencia. Por ello existe una influencia del oleaje sobre las playas, transportando sedimentos y acumulándolos en las playas en periodos de verano, o erosionando la playa durante invierno.

Así mismo el oleaje es uno de los factores determinantes en los objetos náuticos, por el cual pasan importantes criterios de diseño que definen el comportamiento de la obra ante este fenómeno.



Imagen 106. Bajo una ola en altamar en Kanagawa, Hokusai.



Imagen 107. Buque de la NOAA DELAWARE II bajo un clima marítimo severo en el banco de arena Georges.

a). Generación.

Las olas son ondas mecánicas generadas por el viento que sopla en la superficie del océano. Estas pueden ser formadas relativamente cerca de la costa en el caso de las tormentas locales, pero también pueden llegar de fuentes distantes, en la forma de largas ondas que se han generado por el viento y viajado a través del océano, perdiendo gradualmente su energía hasta llegar a aguas menos profundas y romper en la orilla. Así, una ola crecerá mientras el viento generador se mantenga constante en dirección y en su fuerza, mayores velocidades del viento por largos periodos generaran mayores olas. Existen ciertos movimientos mundiales de oleaje y viento, como el oleaje de fondo del océano pacífico, que se mueve al Nordeste, siguiendo una gran ruta circular.

Esta primera distinción entre oleaje generado localmente o oleaje proveniente desde zonas lejanas, da a entender

que en el océano conviven, a grandes rasgos dos tipos de oleaje.

(a) El oleaje de viento y el oleaje de fondo.

i). El oleaje de viento es el oleaje generado por el viento al soplar directamente sobre el área del mar observada o en sus inmediaciones, tal extensión recibe el nombre de zona generadora. Se caracteriza por olas agudas de longitud de onda generalmente corta o moderada, con altura de oleaje irregular.

ii). El oleaje de fondo es el oleaje que se propaga fuera de la zona donde se ha generado, pudiendo llegar a lugares muy alejados. También recibe el nombre de mar tendida o mar de leva. Las olas del mar de fondo se caracterizan por su período regular, siendo su longitud de onda muy superior a su altura. Crestas suaves y redondeadas que no rompen nunca en alta mar.

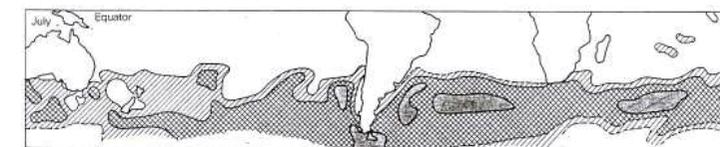
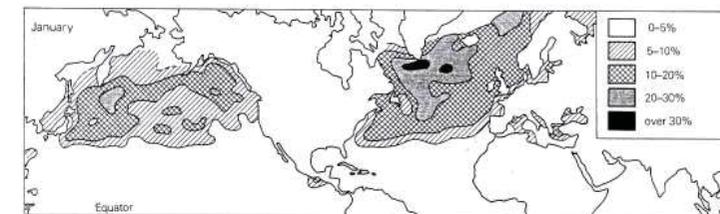


Imagen 108. La figura muestra la intensidad del viento para cada hemisferio.

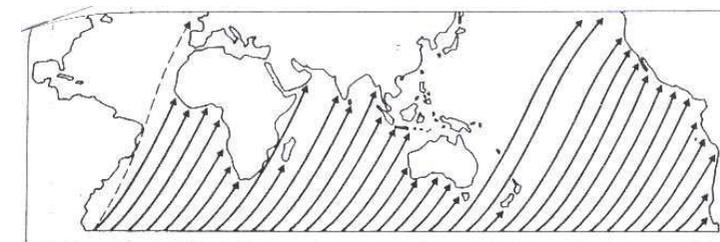


Imagen 109. La propagación del oleaje de fondo o Swell, por el viento Surweste a la latitud de 55 grados S. El oleaje de fondo se mueve por una gran ruta circular.

b). Descripción.

La onda se compone de dos movimientos básicos, una componente longitudinal de propagación, y una componente vertical de oscilación.

La altura de las olas viene a depender de tres parámetros del viento, que son su velocidad, su persistencia en el tiempo y, por último, la estabilidad de su dirección. Así, los mayores oleajes se producen en circunstancias meteorológicas en que se cumplen ampliamente estas condiciones.

Las olas, lo mismo que otros procesos semejantes, están sujetas a fenómenos de reflexión, refracción y difracción. La refracción depende de diferencias en la velocidad de propagación entre diferentes medios, y se observa cuando las penetran en aguas menos profundas, donde se ven frenadas.

Las olas son procesos muy complejos, que sufren grandes transformaciones en su movimiento hacia la costa, tanto en la altura de ola, como en la longitud de onda, así como en la velocidad de propagación.

Una vez puestas en marcha, las olas que se desplazan sobre aguas profundas disipando su energía muy lentamente, hasta que al llegar a la costa, las olas sufren unas últimas transformaciones antes de disiparse: encrespándose ante la disminución de profundidad o encuentro con obstáculos a medida que se aproxima a la orilla, y finalmente rompiendo y desplazándose por encima del nivel medio del mar para luego volver en la forma de corriente por debajo del nivel de la propia ola, formando la contra ola de resaca o disipándose.

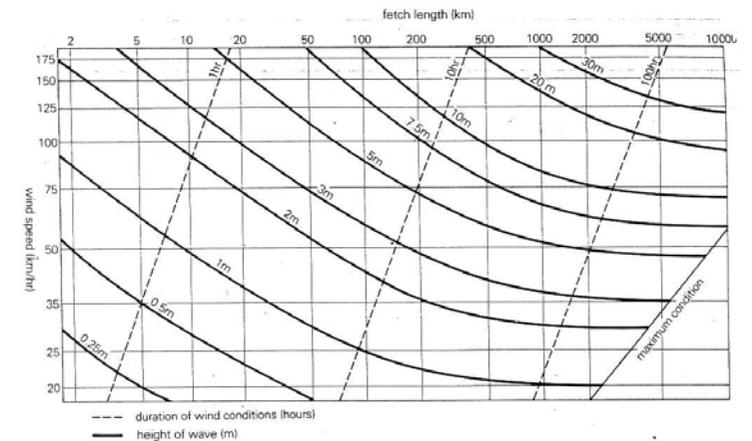


Imagen 110. Curvas de Olas de aguas profundas. Para cualquier valor de las condiciones de velocidad del viento, fetch y duración, puede leerse la h (height) resultante.

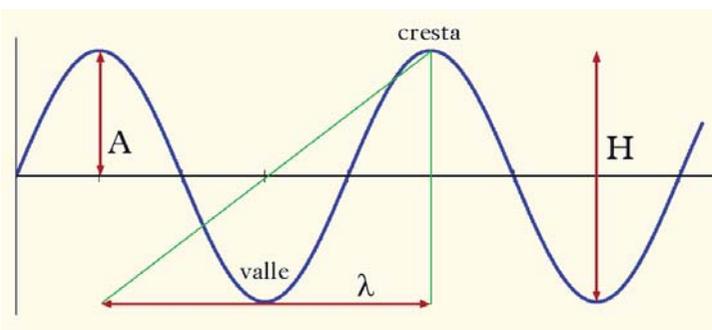


Imagen 111. Parámetros de las olas. A=amplitud. H=altura. λ=longitud de onda.

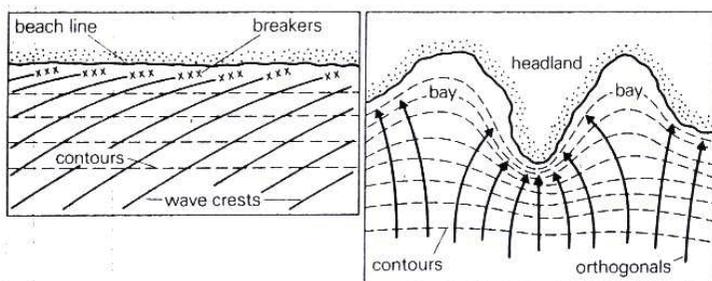


Imagen 112. Efectos en la onda producto del encuentro con el litoral.

c). Parámetros de las olas.

La parte más alta de una ola es su cresta, y la parte más profunda de la depresión entre dos olas consecutivas se llama valle. A la distancia entre dos crestas se le denomina longitud de onda (λ) y a la diferencia de altura entre una cresta y un valle se le llama altura de la ola (H). La amplitud (A) es la distancia que la partícula se aparta de su posición media en una dirección perpendicular a la de la propagación. La amplitud vale la mitad de la altura. La pendiente (δ) es el cociente de la altura y la longitud de onda: $\delta = H / \lambda$

Se llama período (τ) al tiempo que transcurre entre el paso de dos crestas consecutivas por el mismo punto. La velocidad de onda, es decir la velocidad de propagación, se calcula dividiendo la longitud de onda por el período: $c = \lambda / \tau$

En aguas profundas ($>\lambda/2$) la velocidad de onda es proporcional a la longitud de onda, en aguas muy superficiales ($<\lambda/2$) por el contrario depende sólo de la profundidad.

d). Tipos

Olas libres u oscilatorias: Se representan en toda la superficie del mar y se deben a las variaciones del nivel del mar. En ellas el agua no avanza, sólo describe un giro al subir y bajar casi en el mismo sitio en el cual se originó el ascenso de la ola, se presentan en un tiempo menor de 30 segundos.

(a). **Olas forzadas:** Se producen por el viento y en ocasiones pueden ser altas como consecuencia de los huracanes.

(b). **Olas de traslación:** Se presentan en la playa, la ola al tocar fondo avanza y se estrella en el litoral, al regresar el agua al mar se origina resaca.

(c). **Tsunamis:** Son olas producidas por una explosión volcánica. Pueden pasar dos situaciones: que en el centro de la perturbación se hundan las aguas, o que éstas se levanten explosivamente. En ambos casos el movimiento provoca una ola única de grandes dimensiones, que avanza a gran velocidad, pueden ser miles de kilómetros por hora, y llega a tener una altura superior a los 20 metros. Los Tsunamis son muy frecuentes en el Pacífico.



Imagen 113. Serie de fotografías correlacionada con los números de Beaufortde, donde se puede apreciar el estado del mar correspondiente a cada número.

e). Estado del mar.

El estado del mar es la condición general de la superficie libre de una gran masa de agua con respecto al oleaje de viento (Sea) y de fondo (Swell), en cierto lugar y momento. El estado del mar se caracteriza por las estadísticas, incluyendo la altura de ola, periodo, y el espectro de potencia. El estado del mar varía con el tiempo referido a las variaciones de las condiciones de viento o cambio en el oleaje de fondo.

El gran número de variables que intervienen en la creación del estado del mar, hace que su determinación no sea rápida y fácil de resumir, por lo que se utilizan escalas para dar una descripción aproximada pero concisa de las condiciones para la presentación de informes en el registro de un buque o registro similar.

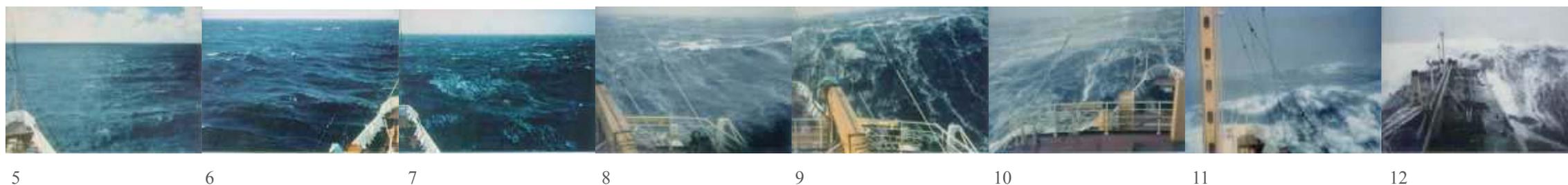
Dos escalas ampliamente utilizadas son la escala Beaufort, que mide la intensidad del viento; y la escala Douglas, que mide los estados del mar.

(a). Escala de Beaufort.

La Escala de Beaufort es una medida empírica para la intensidad del viento, basada principalmente en el estado del mar, de sus olas y la fuerza del viento. La escala inicial no tenía velocidades de vientos, sino que detallaba un conjunto de condiciones cualitativas desde 0 a 12 de acuerdo a cómo un navío actuaría bajo cada una de ellas, desde ‘apenas suficiente para maniobrar’ hasta ‘insostenible para las velas’.

La velocidad del viento en la Escala de Beaufort puede expresarse por la fórmula: $v = 0,837 B^{3/2} \text{ m/s}$

Hoy, usualmente se numera a los huracanes con valores entre 12 y 16 utilizando la Escala de Huracanes de Saffir-Simpson, donde un huracán de categoría 1 lleva un número de Beaufort de 12, el de categoría 2, Beaufort 13, etc. La Categoría 1 de tornados en la escala de Fujita y en la escala de TORRO también comienza al final del nivel 12 en la Escala Beaufort. La escala Beaufort se extendió en 1944, donde se agregaron las Fuerzas 13 a 17. Sin embargo, las Fuerzas 13 a 17 solo se aplican en casos especiales, como en ciclones tropicales. Actualmente, la escala extendida se usa en Taiwán y en China, que frecuentemente son afectados por tifones.



Número de Beaufort	Velocidad del viento (km/h)	Nudos (millas náuticas/h)	Denominación	Aspecto del mar	Efectos en tierra
0	0 a 1	< 1	Calma	Despejado. Mar como un espejo.	Calma, el humo asciende verticalmente.
1	2 a 5	1 a 3	Ventolina	Pequeñas olas, rizos como escamas de pescado, pero sin espuma.	El humo indica la dirección del viento.
2	6 a 11	4 a 6	Flojito (Brisa muy débil)	Pequeñas olas, crestas de apariencia vítrea, sin romper.	Se mueven las hojas de los árboles, empiezan a moverse los molinos.
3	12 a 19	7 a 10	Flojo (Brisa débil)	Pequeñas olas, crestas rompientes. Aislados vellones de espuma.	Se agitan las hojas, ondulan las banderas.
4	20 a 28	11 a 16	Bonancible (Brisa moderada)	Borreguillos numerosos, olas cada vez más largas.	Se levanta polvo y papeles, se agitan las copas de los árboles.
5	29 a 38	17 a 21	Fresquito (Brisa fresca)	Olas medianas y alargadas, borreguillos muy abundantes.	Pequeños movimientos de los árboles, superficie de los lagos ondulada.
6	39 a 49	22 a 27	Fresco (Brisa fuerte)	Comienzan a formarse olas grandes, crestas rompientes, espuma.	Se mueven las ramas de los árboles, dificultad para mantener abierto el paraguas.
7	50 a 61	28 a 33	Frescachón (Viento fuerte)	Mar gruesa, con espuma arrastrada en dirección del viento.	Se mueven los árboles grandes, dificultad para andar contra el viento.
8	62 a 74	34 a 40	Temporal (Viento duro)	Grandes olas rompientes, franjas de espuma.	Se quiebran las copas de los árboles, circulación de personas dificultosa.
9	75 a 88	41 a 47	Temporal fuerte (Muy duro)	Olas muy grandes, rompientes. Visibilidad mermada.	Daños en árboles, imposible andar contra el viento.
10	89 a 102	48 a 55	Temporal duro (Temporal)	Olas muy gruesas con crestas empenachadas. Superficie del mar blanca.	Árboles arrancados, daños en la estructura de las construcciones.
11	103 a 117	56 a 63	Temporal muy duro (Borrasca)	Olas excepcionalmente grandes, mar completamente blanca, visibilidad muy reducida.	Estragos abundantes en construcciones, tejados y árboles.
12	118 y más	64 a 71>	Temporal huracanado (Huracán)	El aire está lleno de espuma y rociones. Enorme oleaje. Visibilidad casi nula.	Destrucciones abundantes, estragos y lluvias.

Tabla 2. Tabla escala de Beaufort.

(b). Escala Douglas.

Es una escala que clasifica los diferentes estados del mar en 10 grados tomando como referencia el tamaño de las olas. La escala tiene dos códigos, uno para estimar el estado del mar y otro para describir la altura de las olas. Esta escala se adaptó internacionalmente recurriendo en la mayoría de los países a los nombres tradicionales que describían los diferentes estados del mar.

Grado	Altura de las olas (m)	Descripción	Estado del mar
0	Sin olas	Mar llana o en calma	La superficie del mar está lisa como un espejo.
1	0 a 0,10	Mar rizada	El mar comienza a rizarse por partes.
2	0,10 a 0,5	Marejadilla	Se forman olas cortas pero bien marcadas; comienzan a romper las crestas formando una espuma que no es blanca sino de aspecto vidroso (ovejas)
3	0,5 a 1,25	Marejada	Se forman olas largas con crestas de espuma blanca bien caracterizadas. El viento marino está bien definido y se distingue fácilmente del mar de fondo que pudiera existir. Al romper las olas producen un murmullo que se desvanece rápidamente.
4	1,25 a 2,5	Fuerte marejada	Se forman olas más largas, con crestas de espuma por todas partes. El mar rompe con un murmullo constante.
5	2,5 a 4	Gruesa	Comienzan a formarse olas altas; las zonas de espuma blanca cubren una gran superficie. Al romper el mar produce un ruido sordo como de arrojar cosas.
6	4 a 6	Muy gruesa	El mar se alborota. La espuma blanca que se forma al romper las crestas comienza a disponerse en bandas en la dirección del viento.
7	6 a 9	Arbolada	Aumentan notablemente la altura y la longitud de las olas y de sus crestas. La espuma se dispone en bandas estrechas en la dirección del viento.
8	9 a 14	Montañosa	Se ven olas altas con largas crestas que caen como cascadas; las grandes superficies cubiertas de espuma se disponen rápidamente en bandas blancas en la dirección del viento, el mar alrededor de ellas adquiere un aspecto blanquecino.
9	Más de 14	Enorme	Las olas se hacen tan altas que a veces los barcos desaparecen de la vista en sus senos. El mar está cubierto de espuma blanca dispuesta en bandas en la dirección del viento y el ruido que se produce es fuerte y ensordecedor. El aire está tan lleno de salpicaduras, que la visibilidad de los objetos distantes se hace imposible.

Tabla 3. Tabla escala de Douglas.

f).Clima de oleaje y viento en el Archipiélago de Juan Fernández.

Para dar con datos de climáticos de oleaje que sirvan de base para el diseño de la estructura, se realiza una caracterización en base a la extrapolación de datos en de viento o oleaje de zonas similares al archipiélago. Esto debido a que los datos son inexistentes, la base de datos de olas Chile, utilizada por la DOP, no tiene boyas de registro en el archipiélago, siendo lo más cercano los datos de Valparaíso, tampoco el SHOA tiene datos del archipiélago.

Se exponen a continuación los datos de dos estudios realizados en la costa de la zona central que contienen ciertos datos de viento y oleaje en aguas profundas muy próximos a lo que debiera acontecer en el Archipiélago.

i). viento.

Los siguientes datos son una Estadística de 15 años de vientos registrados en Faro Punta de Ángeles, pertenecientes a la Oficina Meteorológica de Chile. La serie comprende todos los meses de los años comprendidos entre 1968 y 1982.

Los datos obtenidos de este punto, obviamente serán posibles de corresponder con los del Archipiélago solo para el tercer y cuarto cuadrante. Para dichos cuadrantes el dato puede ser significativo, ya que el tercer cuadrante es el de mayor ocurrencia, y los vientos registrados en Punta Ángeles provienen de mar adentro sin alteraciones, de una forma similar a lo que podríamos encontrar en el Archipiélago de Juan Fernández.

(1). Antecedentes de Circulación Atmosférica.

La climatología de vientos de la zona central del país esta fundamentalmente condicionada por la acción de la Alta Permanente del Pacífico Sur. Este centro de altas presiones, de carácter anticiclónico migra latitudinalmente en sentido Norte-Sur, en forma estacional.

La variación en latitud de la Alta Permanente del Pacífico, aumentando ésta en Verano y disminuyendo en Invierno, permite que durante la época invernal, cuando este centro de altas presiones se encuentra en su extremo más hacia el norte, alcancen a la zona de interés frentes ciclónicos de bajas presiones, los que se caracterizan por abundante pluviosidad y fuertes vientos provenientes del Norte y Norweste.

VELOCIDAD MEDIA DEL VIENTO MENSUAL													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MED
1968	4.58	6.31	5.10	3.53	4.18	5.51	4.58	5.38	5.10	5.35	7.36	6.61	5.30
1969	5.54	7.48	6.34	5.40	7.87	7.28	5.76	4.91	5.82	6.37	9.11	6.31	6.52
1970	5.40	5.11	4.96	4.93	6.80	6.05	8.13	7.15	6.89	6.69	6.20	8.65	6.41
1971	5.66	5.80	8.38	6.33	6.67	6.88	6.65	7.34	9.36	6.05	6.03	5.40	6.71
1972	6.51	6.44	4.56	7.80	4.19	8.10	8.00	6.20	6.60	5.55	6.24	6.24	6.37
1973	5.49	3.66	3.84	3.65	6.09	6.61	6.64	6.53	6.74	7.14	6.65	5.23	5.69
1974	5.98	5.28	5.81	4.10	5.45	5.57	4.53	4.40	4.64	4.98	4.70	4.03	4.96
1975	4.56	4.57	4.20	4.63	4.79	5.45	6.02	5.06	5.13	4.94	4.93	6.27	5.05
1976	6.06	5.48	5.34	4.80	5.07	4.91	5.32	4.80	5.33	5.03	5.03	5.49	5.22
1977	6.13	4.54	4.78	4.48	4.74	5.26	9.08	6.13	5.16	6.26	5.06	4.40	5.50
1978	4.64	5.68	4.91	4.37	4.75	5.30	5.81	5.17	6.33	6.45	6.89	6.50	5.57
1979	5.20	6.55	6.15	6.05	5.91	7.08	6.48	6.18	7.26	6.35	7.42	7.86	6.54
1980	6.28	6.55	5.80	8.20	6.53	8.24	7.08	7.20	7.15	5.65	5.91	6.98	6.80
1981	6.03	6.87	4.73	5.98	7.37	5.61	6.07	6.38	6.08	5.78	6.17	6.60	6.14
1982	6.96	6.05	5.39	5.48	7.05	6.03	5.84	5.45	6.44	7.51	7.01	6.05	6.27
MED.	5.67	5.76	5.35	5.32	5.65	5.28	6.40	5.69	6.27	6.01	6.31	6.17	
DES.	0.69	0.98	1.05	1.33	1.15	1.02	1.23	0.91	1.15	0.75	1.13	1.15	

Tabla 4. Velocidad media del viento mensual. La siguiente tabla presenta la variación a lo largo del año de los vientos medios correspondientes a los años 1968 a 1982.

Durante el resto del año (Otoño, Invierno y Primavera), la posición hacia el sur del centro de altas presiones, no permite el paso de los frentes de mal tiempo, y los vientos en general quedan determinados por el giro anticiclónico descrito. En estas condiciones, los vientos soplan en forma sostenida desde el Sur y SurWeste.

Si bien los vientos que tienen mas persistencia son los provenientes del Sur y Surweste, reinando durante casi todo el año, los vientos dominantes en términos de velocidad, son los de invierno, que soplan desde el Norte y Norweste.

DIRECCION VIENTO MODAL POR MES DEL LAPSO CONSIDERADO												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1968	SW											
1969	SW											
1970	SW	S	S	SW	SW							
1971	SW	S	SW	SW	SW	S	S	SW	SW	SW	SW	SW
1972	SW											
1973	SW	SW	SW	SW	SW	SW	E	SW	SW	SW	SW	SW
1974	SW											
1975	SW	SW	SW	SW	SW	SE	SW	SW	SW	SW	SW	SW
1976	SW											
1977	SW											
1978	SW	S	SW	S	SW	SW						
1979	SW	SW	SW	SW	SW	NE	E	SW	SW	SW	SW	SW
1980	SW	SW	SW	SW	NE	E	N	SW	S	SW	SW	SW
1981	SW	SW	SW	SW	N	E	E	SW	S	SW	SW	SW
1982	SW	SW	SW	SW	SW	E	N	SW	N	S	S	SW

Tabla 5. Tabla de dirección viento modal por mes del lapso considerado. Esta tabla presenta la dirección de los vientos más frecuentes en cada mes del año. Puede apreciarse que la predominancia es neta de los vientos del Surweste, con pocos casos de vientos de la dirección Norte.

En el Archipiélago, expuesto a todos los vientos, los grandes temporales provienen del Norte, quedando todas las islas expuestas, sin presencia de ninguna protección, los habitantes informan de las grandes marejadas que llegan al poblado de San Juan Bautista con los temporales de invierno. El lado sur de las islas, presenta un mayor número de bahías, pero debido al efecto del clima, casi la totalidad de la costa sur es acantilada. Tenemos así que el grado de protección contra los vientos en el Archipiélago es muy bajo, por lo que los trabajos náuticos deben ser preferentemente organizados por temporada, trabajando así en el lado norte durante verano y en el lado sur durante invierno.

PERSISTENCIA DEL VIENTO PREDOMINANTE INDICADO PARA CADA MES (VALORES EXPRESADOS EN PORCENTAJE)												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1968	45	41	45	36	35	23	22	34	44	61	38	54
1969	44	52	37	36	27	17	23	40	53	50	43	50
1970	40	36	29	27	31	26	26	27	36	21	31	34
1971	40	45	35	30	14	23	23	31	48	41	66	56
1972	56	41	42	42	27	26	27	26	43	57	52	69
1973	51	66	47	36	35	41	22	48	42	44	58	61
1974	62	60	53	43	25	26	35	34	42	60	72	72
1975	68	57	50	48	31	24	25	39	46	53	66	57
1976	60	52	44	28	31	24	35	36	46	41	53	56
1977	57	57	34	39	37	25	24	34	51	53	58	55
1978	69	56	52	42	33	23	33	33	31	38	41	65
1979	55	49	43	24	30	22	24	31	38	44	40	49
1980	53	44	29	20	27	22	35	22	28	40	31	28
1981	44	37	48	31	23	29	23	22	27	34	50	46
1982	51	60	54	40	28	25	31	27	25	41	52	32

Tabla 6. Tabla de persistencia del viento predominante indicado para cada mes. Acá se muestra la persistencia del viento predominante, en porcentaje para uno de los meses considerados en la muestra.

En general, las tablas resúmenes de información que se presentan, tienden a corroborar lo que es esperable de la teoría general de circulación descrita al comienzo del capítulo; Esto es, una circulación bidireccional y bies-taccional gobernada por el anticiclón del Pacífico y sus migraciones latitudinales durante el año. De acuerdo a un criterio de diseño de 3 años, debido a la cualidad estadística de la obra, tomamos la velocidad del viento de diseño en 44,35 nudos.

MAXIMOS VIENTOS MENSUALES ENTRE ENERO DE 1968 Y DICIEMBRE DE 1982													
DATOS DE VIENTO DE VALPARAISO - PUNTA ANGELES													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MAX
1968	30	40	30	30	21	30	20	38	30	38	38	40	40
1969	40	36	34	24	24	28	25	25	39	36	38	34	40
1970	34	40	30	29	25	24	25	28	28	28	32	32	40
1971	41	38	30	28	19	28	37	35	30	32	32	36	41
1972	28	32	26	28	18	20	19	28	24	30	30	26	30
1973	30	24	26	24	25	28	28	36	30	40	44	52	52
1974	48	35	42	20	24	30	20	28	30	26	38	28	48
1975	32	30	26	28	26	18	22	26	24	28	36	26	36
1976	30	30	30	28	24	18	20	20	20	25	30	30	30
1977	35	27	28	35	25	21	30	26	25	26	36	35	35
1978	26	28	30	22	28	18	23	25	25	28	30	28	30
1979	29	39	40	30	30	26	22	22	30	36	36	36	39
1980	36	40	36	34	23	24	32	30	40	40	36	40	40
1981	40	30	24	30	20	18	30	26	32	40	32	38	40
1982	30	44	36	26	26	22	32	24	32	30	36	36	44
MAX	48	44	42	30	30	30	37	38	40	40	44	53	

DIRECCION ASOCIADA A LOS VIENTOS MAXIMOS MENSUALES												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1968	SW											
1969	SW	SW	SW	SW	SW	N	SW	SW	SW	SW	SW	SW
1970	SW	SW	SW	SW	NE	SW	N	SW	SW	SW	S	SW
1971	S	S	S	S	S	N	S	SW	SW	SW	SW	SW
1972	SW	S	SW	S	SW	N	N	SW	SW	SW	SW	SW
1973	SW	SW	SW	SW	N	N	SW	SW	SW	SW	SW	SW
1974	SW	SW	SW	SW	SW	N	SW	SW	SW	SW	SW	SW
1975	SW	SW	SW	SW	SW	N	SW	SW	SW	SW	SW	SW
1976	SW											
1977	SW	SW	SW	SW	SW	NE	NW	SW	SW	SW	SW	SW
1978	SW	SW	SW	SW	SW	N	N	SW	S	S	SW	SW
1979	SW											
1980	SW	S	SW	N	S	SW	N	SW	S	SW	S	SW
1981	S	S	SW	SW	N	S	S	S	S	SW	SW	S
1982	SW	SW	SW	SW	SW	SW	N	N	S	SW	S	S
MODA	SW	SW	SW	SW	SW	N	SW	SW	SW	SW	SW	SW

T (años)	Velocidad (nudos)
1	42.23
3	44.35
5	45.21
10	46.32
15	46.93
30	47.92
50	48.61
100	49.50

Tabla 9. Tabla de velocidades de viento en el tiempo.

Tabla 7. Tabla de máximos vientos mensuales entre enero de 1968 y diciembre de 1982, datos de viento de Valparaíso - Punta Ángeles. La tabla presenta los máximos vientos que ocurrieron en cada uno de los 180 meses de la muestra. En ella puede apreciarse que aún cuando en general las mayores velocidades tienden a concentrarse durante los meses de Verano, los vientos de Invierno pueden alcanzar valores cercanos a los 40 nudos.

Tabla 8. Tabla dirección asociada a los vientos máximos mensuales. La tabla presenta la dirección del máximo viento registrado en cada mes, de ella puede inferirse claramente que las mayores velocidades durante el Invierno son originados por Vientos que provienen del Norte o Norweste.

ii). Olas

Los antecedentes tienen las siguientes fuentes: datos de Olas de Agua profunda frente a Valparaíso, información recolectada por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile.

(1). Descripción del Clima de olas de la zona.

El clima de olas de la zona central del país está básicamente condicionado por la presencia de la Alta Permanente del Pacífico Sur, la que en Verano tiene en su centro una latitud mayor que Con Con, en tanto que en Invierno, alcanza a latitudes mayores. Este desplazamiento, latitudinal de este centro de altas presiones, condiciona la predominancia de los vientos.

Las mayores alturas de olas pueden ocurrir en dos circunstancias distintas, que son:

- Existencia de un temporal de Invierno (Tormenta Ciclónica), que presente fetch relativamente cortos (100 a 200 millas náuticas), pero asociado a fuertes vientos, los que pueden alcanzar a los 65 nudos. En esta condición, las olas y el viento provienen del Norte y Norweste, con olas de período comprendido entre 8 y 12 segundos, siendo el valor típico de 10 segundos.
- Persistencia, durante el verano, de vientos sostenidos del Sur y Surweste, los que con magnitudes más bien medianas, producen una importante transferencia de energía de la atmósfera al agua, ocasionando, en oportu-

nidades, altas olas, de altura muchas veces similar a las olas de tormenta del párrafo anterior.

En este caso, las olas tienen, por su mayor distancia de desarrollo, un período mayor, lo que redundaría en mayor energía, con olas que revientan a mayor profundidad. Estas olas no son destructivas en alta mar, generando lo que se denomina “mar de fondo” o “Swell”, pero al llegar a la orilla vierten su energía por demás importante.

Los dos fenómenos descritos, son plenamente colaboradores en la definición de un régimen de olas biestacional, caracterizado por oleajes moderados que, durante el

verano se ven alterados e incrementados por las marejadas y en invierno se ven alterados por los temporales. En términos generales, la ocurrencia de olas de importancia no alcanza a superar el 5%, pero, en estos casos, la energía asociada es capaz de provocar daños de importancia en las estructuras costeras.

En base a lo anteriormente dicho, es necesario considerar dos situaciones para el cálculo de la ola de diseño:

- Olas del Norte y Norweste, con períodos de 8 a 12 segundos, y
- Olas del Sur y Surweste, con períodos de 12 a 18 segundos.

TABLA DE INCIDENCIA DE ALTURAS Y PERIODOS DE OLAS MEDIDAS EN VALPARAISO CON MAVERIDER. ALTURA EN METROS Y PERIODO EN SEGUNDOS

ORA	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	TOTAL	Prob.	Acua.	Exed.	
000	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	CASOS				
1	24	30	21	5	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88	0.001611	0.001611	0.998388	
2	128	115	75	24	10	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	358	0.006557	0.008169	0.991831	
3	305	354	180	75	39	15	2	3	1	1	0	0	1	0	0	0	0	976	0.017876	0.026045	0.973955	
4	587	709	401	165	72	26	14	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1984	0.036339	0.062385	0.937615	
5	753	1105	630	252	104	42	27	7	3	1	0	1	0	0	0	0	0	2925	0.053575	0.115960	0.884040	
6	974	1339	809	329	148	74	21	10	8	3	2	0	0	0	0	0	0	3717	0.066081	0.184042	0.815958	
7	1135	1596	894	419	165	69	34	13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4334	0.079383	0.263425	0.736575	
8	1171	1753	1018	486	201	74	38	18	3	3	1	0	0	0	0	0	0	4788	0.087698	0.351124	0.648876	
9	1137	1701	1049	547	211	88	38	12	9	0	1	1	1	0	0	0	0	4801	0.087936	0.439061	0.560939	
10	1099	1653	1056	485	217	96	31	17	7	0	1	0	0	0	0	0	0	4662	0.083390	0.524452	0.475548	
11	1054	1556	965	461	196	89	31	12	8	3	1	1	0	3	1	0	1	4584	0.080298	0.604751	0.395249	
12	940	1456	1004	517	201	78	49	25	8	2	0	1	0	0	0	0	0	4281	0.078412	0.683163	0.316837	
13	873	1355	885	474	229	110	39	14	4	2	3	0	1	0	0	0	0	3989	0.073063	0.756227	0.243773	
14	748	1173	760	414	195	71	34	20	10	4	0	1	0	0	0	0	0	3450	0.063191	0.819419	0.180581	
15	637	902	621	378	174	84	27	13	4	4	1	1	0	0	0	0	0	2856	0.052311	0.871730	0.128270	
16	511	723	531	269	117	47	25	8	3	2	3	0	1	0	0	0	0	2262	0.041431	0.913162	0.086838	
17	375	529	406	235	103	53	19	9	5	4	1	0	0	0	0	0	0	1759	0.032216	0.945380	0.054610	
18	282	425	280	158	72	35	9	2	4	2	2	0	1	0	0	0	0	1272	0.023298	0.968679	0.031321	
19	192	271	166	115	47	17	15	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	826	0.015165	0.983844	0.016156	
20	76	118	110	54	21	7	8	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	409	0.007491	0.991336	0.008664	
21	45	77	65	25	14	9	4	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	225	0.004121	0.995457	0.004543	
22	26	44	36	15	8	6	3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	145	0.002635	0.998112	0.001888	
23	11	24	20	8	5	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	0.001025	0.999179	0.000821	
24	7	13	10	4	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0.000549	0.999688	0.000312	
25	0	4	3	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0.000182	0.999871	0.000129	
26	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0.000071	0.999963	0.000037	
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.999963	0.999963	0.000037
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.999963	0.999963	0.000037
29	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.000037	0.999963	0.000037	
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Σ:	13106	19025	11983	5931	2565	1138	480	201	92	43	16	6	5	3	1	0	1	54596				
0.240054	0.348469	0.219485	0.108634	0.046981	0.020844	0.008792	0.003682	0.001685	0.000788	0.000293	0.000110	0.000092	0.000055	0.000018	0.000000	0.000018						
0.240054	0.588523	0.808008	0.916642	0.763624	0.984468	0.73260	0.996941	0.998626	0.999414	0.999707	0.999817	0.999908	0.999963	0.999982	0.999982	1.000000						
0.759946	0.411477	0.191992	0.063358	0.026375	0.015532	0.00740	0.003029	0.001374	0.000586	0.000293	0.000183	0.000092	0.000037	0.000018	0.000018	0.000000						

Tabla 10. Tabla de incidencia de alturas y periodos de olas medidas en Valparaíso con waverider. Altura en metros y periodo en segundos.

T (años)	Hmáx (mts)
1	7.41
3	7.95
5	8.20
10	8.53
30	9.05
50	9.29
100	9.61

Tabla 11. Tabla de alturas máximas en el tiempo.

T (años)	Hmáx	H (1/10)	H (1/3)	Hrms	Hmed
1	7.41	6.63	5.32	3.83	3.39
3	7.95	7.12	5.71	4.10	3.63
5	8.20	7.34	5.89	4.23	3.75
10	8.53	7.64	6.13	4.40	3.90
30	9.05	8.11	6.51	4.67	4.14
50	9.29	8.33	6.68	4.80	4.25
100	9.61	8.61	6.91	4.96	4.40

Tabla 12. Tabla de variación total de la altura de ola en la orilla.

T (años)	Hmáx	H (1/10)	H (1/3)	Hrms	Hmed
1	5.34	4.77	3.83	2.76	2.44
3	5.72	5.13	4.11	2.95	2.61
5	5.90	5.28	4.24	3.05	2.70
10	6.14	5.50	4.41	3.17	2.81
30	6.52	5.84	4.69	3.36	2.98
50	6.69	6.00	4.81	3.46	3.06
100	6.92	6.20	4.98	3.57	3.17

Tabla 13. Tabla de variaciones de la ola en la orilla.

Tabla de periodos de retorno para las alturas de olas individuales de agua profunda, y su consiguiente ampliación. Vemos que para un T de 3 años, la Hmáx es de 7,95 y H(1/3) de 5,71.

(2). Variación Total de la Altura de Ola en la orilla.

El coeficiente de Variación Total K_t , es entonces: $K_t = K_r * K_u$, Considerando que la estructura se ubicara a 8 metros de profundidad, para olas de Temporal, el coeficiente K_u es 1.01 (T = 10 seg.), en tanto que para el caso de marejadas, este coeficiente resulta ser de 1.2 (T = 15 seg.).

El periodo de retorno correspondiente a 3 años, debido a la cualidad estacionaria de la obra, y para consideraciones de diseño las olas ya indicadas deben ser asociadas a dos periodos distintos, 15 segundos y 10 segundos, correspondientes a las condiciones de Marejada y Temporal.

(3). Variaciones de la Ola en la Orilla.

Las olas que se producen en aguas profundas, son modificadas substancialmente por dos factores, el primero de ellos es la refracción que sufre la al variar la velocidad de fase con la profundidad, lo que produce la “curvatura” de las crestas de olas, con la consiguiente dispersión o concentración de energía. El segundo factor de interés, lo constituye la variación de la altura de la Ola en función de la variación simple de la profundidad, lo que altera la longitud de onda de la ola, produciendo una variación significativa en la altura.

Período de retorno Años	Vel. Viento Nudos	Hsig mts.	Tsig seg.
1	42.28	3.96	10.1
10	46.32	4.32	10.5
50	48.61	4.80	11.3

Tabla 14. Tabla de periodos de retorno en años.

COEFICIENTES DE REFRACCION				
Período (seg)	8	12	15	18
Dirección				
Norte	0.58	0.62	0.85	0.69
Weste	0.38	0.52	0.60	0.64

Tabla 15. Tabla de coeficientes de refracción.

(4). Refracción.

$k_r = \text{raiz } b_o / \text{raiz } b$

Donde “b” y “bo” son los anchos iniciales y finales de los canales de las olas formados por los diagramas de refracción. Esta relación bien podrá aplicarse para saber determinadas variaciones que podrían esperarse en ciertas bahías estratégicas del Archipiélago, donde se va a situar la estructura habitualmente, así como el de la Bahía de Cumberland, donde estará fondeada cuando no esté activa.

COEFICIENTES DE DISMINUCION DE FONDO K_u								
Período (seg)	5	7	9	11	13	15	17	19
Profundidad (metros)								
3	0.96	1.07	1.18	1.29	1.39	1.49	1.58	1.67
5	0.92	0.98	1.07	1.15	1.24	1.32	1.40	1.48
7	0.91	0.94	1.01	1.08	1.15	1.23	1.30	1.36
9	0.93	0.92	0.97	1.03	1.10	1.16	1.23	1.29
11	0.94	0.91	0.95	1.00	1.06	1.12	1.17	1.23
13	0.96	0.91	0.93	0.97	1.03	1.08	1.13	1.19
15	0.97	0.92	0.92	0.96	1.00	1.05	1.10	1.15
17	0.98	0.92	0.92	0.94	0.98	1.03	1.08	1.12
19	0.99	0.93	0.91	0.93	0.97	1.01	1.05	1.10
21	0.99	0.94	0.91	0.92	0.96	0.99	1.02	1.04

Tabla 16. Tabla de coeficientes de disminución de fondo.

(5). Variación por Reducción de Fondo.

La variación de la altura de la ola por efectos de la variación de fondo queda dada por la relación existente entre la profundidad del fondo, la longitud de onda y la celeridad de la ola. La ecuación general define que esta variación es:

$$K_u = H / H_0 = (\tanh K d (1 + 2 K d / \sinh 2 K d)) \exp (-0.5)$$

Donde $K_u = H/H_0$ es la variación de la altura de la ola entre las aguas profundas y las aguas de profundidad “d”. Por otra parte K es el Número de Onda definido como: $2\pi/L$, siendo “L” la longitud de onda.

iii). Datos de estudio para clima de oleaje en Quinteros.

Los siguientes datos corresponden a un estudio del clima de oleaje realizado frente a la Bahía de Quintero.

Oleaje en aguas profundas

El clima de oleaje en aguas profundas frente a Quintero fue obtenido de la base de datos WAM. Esta proporciona datos de los estados de mar cada 6 horas por un periodo de 20 años, desde 1985 a 2004.

El modelo WAM utiliza modelos matemáticos de oleaje para la predicción y altimetría satelital para la calibración. Los datos son generados en un modelo de aguas profundas con una grilla de 0.5° de resolución tanto para la latitud como para la longitud, en este caso ubicado en 33°S y 73°30’W. Estos datos representan las condiciones del oleaje en aguas profundas frente a Quintero, 170km al W de Valparaíso. Los datos proporcionados incluyen parámetros Overall (Hso, dirección, Tp del espectro 1D, Tmedio), Sea (magnitud, dirección media y periodo medio), Swell (Hs, dirección media y periodo medio) y velocidad y dirección del viento a 10m.

El oleaje swell se genera tanto por los campos de vientos en el Pacífico Sur, como por vientos en el Hemisferio Norte, de manera que la incidencia local a la cuadra de Quintero puede corresponder a estados de mar resultantes de la superposición de oleajes con distintas direcciones, alturas y períodos. En términos espectrales, los estados de mar suelen presentar condiciones bi-modales tanto en dirección como en el dominio de la frecuencia. Por las características del patrón de vientos del Pacífico Sur, en este litoral, el oleaje reinante en aguas profundas suele ser de la dirección general SW, en tanto que el dominante de la dirección general NW. En general la incidencia del SW, o 3er cuadrante, suele tener períodos más largos –hasta 22s- en tanto que los temporales de invierno, del 4to cuadrante, debido a que los fetch se ubican más cerca de la costa, suelen tener períodos menores -10 a 14s-. En los meses de verano, cuando en el hemisferio norte ocurren temporales de invierno de gran magnitud, estas olas pueden alcanzar el hemisferio sur, y pueden incidir en el litoral central con alturas relativamente bajas, pero con períodos largos de hasta 24s.

Los resultados son los siguientes: El clima de oleaje de aguas profundas frente a Quintero está fuertemente compuesto por swells, como consecuencia de las tormentas subtropicales que ocurren en el Pacífico Sur y de tormentas que tienden a formarse frente a las costas de Chile durante el invierno. El oleaje sea está presente un 76% del tiempo (24% de calmas). En contraste el swell se manifiesta un 100% del tiempo..

El régimen de oleaje se ve dominado por el swell, que alcanza, durante el período analizado, alturas significativas de $H_s = 6.8\text{m}$ y períodos de hasta 16.4s. Casi el 70% de las alturas significativas son menores a $H_s = 3\text{m}$, con casi un 50% entre $H_s = 2$ y 3m . Más de un 95% del swell proviene del 3er cuadrante, con una concentración de alrededor del 60% en dirección SW. Las condiciones del oleaje sea son igualmente exigentes, alcanzando alturas de hasta $H_s = 6.6\text{m}$ y períodos apenas superiores a 8.6s. Más del 95% del oleaje presenta alturas significativas menores a $H_s = 3\text{m}$, con casi un 60% bajo $H_s = 0.5\text{m}$.

Las direcciones son mayoritariamente del 3er cuadrante,

donde casi la totalidad proviene del sector S a SW, con las mayores alturas provenientes tanto del N como del SSW, sin embargo las ocurrencias son mayores para el 3er cuadrante. Los datos direccionales overall, al ser un parámetro integrado, no dan cuenta de los swells generados en el Hemisferio Norte durante el invierno del mismo hemisferio, sin embargo, el análisis de los espectros direccionales denota que sí existe una influencia del oleaje generado en el Pacífico Norte.

El oleaje de aguas profundas presenta escasa variación estacional. Las probabilidades de no excedencia de las alturas significativas, son muy estables. Con respecto a la dirección de incidencia (dirección asociada al período pico), sólo en invierno el oleaje tiene una incidencia de algunos grados más al sur que el resto del año y el promedio anual.

2. Habitabilidad en climas extremos.

“Men wanted for Hazardous journey. Small wages, bitter cold, long months of complete darkness, constant danger, safe return doubtful. Honour and recognition in case of success.”

(Shakelton, 1901)¹²

“Se buscan hombres para viaje peligroso. Salarios pequeños, amargo frío, largos meses de completa oscuridad, peligro constante, dudoso regreso a salvo. Honor y reconocimiento en caso de éxito“.

Aviso de Ernest Shakelton en el London Times para conformar el equipo de hombres para su expedición antártica.

Pasando por Pytheas de Massalia, Ernest Shackelton a Buzz Aldrin, el hombre sigue avanzando por nuevos territorios, en un constante encuentro con lo desconocido. El espíritu y la técnica han abierto las fronteras de la habitabilidad de zonas con climas extremos por medio del desarrollo de naves, refugios y equipo especializado para

lograr las condiciones de habitabilidad requeridas por el cuerpo humano. El avance tecnológico en nuevos materiales así como los avances en modelamiento virtual y físico para estudiar el comportamiento de las formas ante las energías del medio, han desplazado el límite de habitabilidad humana durante los años.

Así cada empresa ha requerido su respectiva nave: embarcaciones, trineos, cápsulas espaciales, sumergibles, vehículos y bases; han alcanzado un grado de especialización dependiendo del fin. Adaptación de sistemas, materialidad y formas de acuerdo a los requerimientos del medio y la tarea u objetivo a realizar.

El programa y la estructura adoptada para ordenamiento de los espacios es fundamental, ya que en la mayoría de los casos la economía debe llevarse al máximo, en cuanto a gasto energético y tamaño. Es así como el diseño enfocado en climas extremos o medios inhabitables para el hombre esta siempre definido por ciertos aspectos claves en su concepción.



Imagen 114. Los esfuerzos de Whetter y Close por conseguir hielo para el uso doméstico del glaciar adyacente a la choza, durante una tormenta en el Cabo Denison. Australasian Antarctic Expedition, 1911-1914.



Imagen 115. Botadura del “James Caird” desde la playa de Isla Elefante con provisiones para seis hombres, calculadas para recorrer 800 millas en cuatro semanas.



Imagen 116. La expedición polar Ziegler a 82 grados de latitud norte, marzo de 1905, un intento fallido de alcanzar el polo norte.



Imagen 117. Una Batiesfera, sumergible de gran profundidad sin energía, es descendido por medio de un cable.



Imagen 118. Buzz Aldrin en la superficie lunar. Misión Apolo 11.

a) Sobre el interior en la arquitectura y el diseños.

Volviendo al Archipiélago, se plantea construir un interior en sus mares, un interior hópito en el severo clima marítimo de las islas. Un interior por sobre todo, calmo. Entonces este interior se debate entre ser una obra de arquitectura o un objeto de diseño, y la distinción radica en como se origina su espacio.

La arquitectura busca elogiar el espacio habitable regalando algo que trasciende la funcionalidad de la obra. El vacío generado en la arquitectura nace de una pregunta del lugar y las relaciones existenciales del que lo habita. De este modo el espacio arquitectónico es originado por medio de la observación, dibujos y anotaciones sobre el habitar, para encontrar el Acto que la obra quiere hacer esplender, el acto que elogia el habitar humano, nombrándolo espacialmente y dando un salto creativo a la forma. Luego la materia de la arquitectura sería el vacío habitable originado por el régimen de la observación y del acto, y apunta a dar con aquello que es una plenitud.

El diseño tiene la característica de que va con el hombre, acompaña su gesto. En el diseño el espacio se concibe con la mayor justeza, desde los gestos de los hombres. A diferencia de la arquitectura, el objeto en el diseño se conforma desde el exterior al interior, donde su espacio se origina desde el exterior, como lo es la forma aerodinámica o hidrodinámica.

El tema del hueco del diseño y el vacío de la arquitectura ha sido tratado profundamente por Ivelic (2005) en los fundamentos de la embarcación amereida. En el texto se plantea el distingo entre arquitectura y diseño en los siguiente en cuatro puntos:

- (a). El espacio de la Arquitectura es en un lugar, ella abre los lugares singularmente, destinándolos.
- (b). La arquitectura es estática, su movimiento es a través de la luz que va transformando el espacio.
- (c). Los objetos de diseño van con el cuerpo y en muchos casos se desplazan con él. Los objetos nor-

-malmente ocupan múltiples lugares, son trasladados. El cuerpo habita con ellos.

(d). El cuerpo que habita queda inmerso en el espacio de la Arquitectura, rodeado por ésta. Los objetos quedan delante, con cuerpo. El cuerpo se reviste con ellos.

En un automóvil, en un tren, en un bus, en un avión, en un barco, su espacio interior es concebido como un hueco, rodeado de objetos que lo hacen habitable.

“En un automóvil, en un tren, en un bus, en un avión, en un barco, su espacio interior es concebido como un hueco, rodeado de objetos que lo hacen habitable. Aquí el hueco no es concebido como un vacío arquitectónico, sino como espacio utilizable en la mayor justeza posible para dar cabida al cuerpo. Su función básica es el ir, con los cuerpos casi en una posición. De allí, que el hueco

queda definido desde el exterior, por una forma aerodinámica o hidrodinámica, por ejemplo., el fuselaje cilíndrico de un avión: allí hay que habitar y adecuar su hueco al cuerpo. El casco de un barco, nace de la hidrodinámica del desplazamiento, en ese hueco hay que adecuar el habitar.” (Ivelic, 2005, p.52)¹³

b). Sobre las escalas del habitar.

Esta distinción de la materia en los oficios, o definición de los espacios, debe quedar justamente en ellos y no traspasar al hombre que oficia, arquitecto o diseñador, pues en el hombre pueden convivir. Y es que los oficios del arquitecto y el diseñador complementan las escalas del habitar, y se debe poder transitar en ellas para conocer la integridad de dichos oficios.

Esta tesis ha comenzado desde una pregunta sobre la extensión: ¿Como se habita en un archipiélago?. Por ello se parte desde un punto de vista que incorpora la escala continental: la relación de América con el Océano Pacífico. ¿Que consecuencias trae en concreto esta dimensión continental a la arquitectura y el diseño? Esta ocupación del continente, de tener presente el continente americano, trae que las obras de arquitectura están concebidas no por lo definitivo de la arquitectura, sino en lo efímero, aquello que desaparece, es la concepción de una arquitectura efímera.



Imagen 119. Centro científico Svalbard, Noruega.



Imagen 120. Estación polar teniente Arturo Parodi.

d). Casos y programa arquitectónico científico.

A continuación se muestran referencias en cuanto a habitabilidad en climas extremos y programas arquitectónicos de uso científico. Luego se muestran referencias en cuanto a habitabilidad náutica y equipamiento en buques oceanográficos.

(a). centro de investigación universidad de Svalbard.

La piel aislante de cobre se pliega sobre el programa requerido, dando lugar a una carcasa que se ajusta a los flujos de viento y nieve que pasan por el sitio. Se realizaron simulaciones climáticas 3D para asegurarse de que la acumulación de nieve no bloqueara puertas ni ventanas. En el proceso, la piel fue lo suficientemente flexible para ser ajustada, incorporando cambios en su geometría que responden a necesidades climáticas y programáticas. Los espacios interiores forrados con madera de pino tienen una geometría compleja que se relaciona con la piel exterior. En el diseño se ha contemplado como rasgo fundamental la efectividad de las circulaciones.

La estrategia de diseño empleada en esta obra tiene los siguientes puntos notables:

- i). Estudio detallado del uso.
- ii). Estudio detallado de datos de campo.
- iii). Simulaciones dinámicas.

(b). La Estación Polar Teniente Arturo Parodi,

Diseñada integrando dimensiones logísticas, medioambientales y programáticas, es una infraestructura para la investigación científica, cuya forma y disposición obedecen a su relación con los vientos catabáticos de la Antártica. Un túnel lineal, -solo calefaccionado por efecto invernadero- relaciona los módulos habitables, el único interior calefaccionado que puede albergar a las 24 personas y que se usa como comedor, para reuniones de coordinación, entretenimiento y bodega cuando la estación queda desactivada. El túnel se ubica en el lado de sotavento de los módulos habitables para incorporar la nieve que se acumula en los costados como defensa estructural, la sección de este es de un radio de 2mts y un ángulo de 240°.

La estructura de acero y la membrana de PVC reforzado permiten una serie de 6 conexiones al exterior ubicadas al lado de barlovento. Las puertas son de policarbonato monolítico de 4mm.



Imagen 121. Base Antártica Belga cero emisión Princess Elisabeth.

(c). Estación Antártica Belga Princess Elisabeth.

Base antártica para 20 personas (mínimo 4) de 700m². sometida a condiciones meteorológicas extremas, de -50c a -5c, régimen de viento catábico SE, con una velocidad promedio de 6 m/s y una máxima de 35 m/s y cuenta con 24 horas de luz: en 100 días de 120 durante la estación de verano.

i). **Energías renovables:** diseñada para ser energizada combinando energía eólica y solar, mientras que la primera supe a la estación con electricidad a lo largo del año, la energía solar provee electricidad (paneles fotovoltaicos) y agua caliente (paneles solares termales) durante el verano austral. Producción energética: 22 m² paneles solares termales (12%) - 380 m² paneles solares fotovoltaicos (7.5 kWh) (40%) - 9 turbinas de viento (60kWh) (48%). Cuenta con baterías de ácido y un generador de gasolina de 30 kW.

ii). **Tratamiento del agua:** respondiendo a los requerimientos del tratado antártico para minimizar el impacto

ambiental, la estación esta equipada con unidades de tratamiento de agua especialmente diseñadas. Inspiradas por tecnología desarrollada en el sector espacial, dos bioreactores y dos unidades de filtración permitirán a la estación tratar el 100% de sus aguas negras y grises.

iii). **Edificio pasivo:** la envolvente, aislación, forma, orientación y disposición de ventanas, permite un ambiente confortable de temperatura al interior del edificio que puede ser mantenido con un mínimo de energía. Sofisticados sistemas de ventilación y de circulación de aire son una parte integral del manejo de la temperatura.

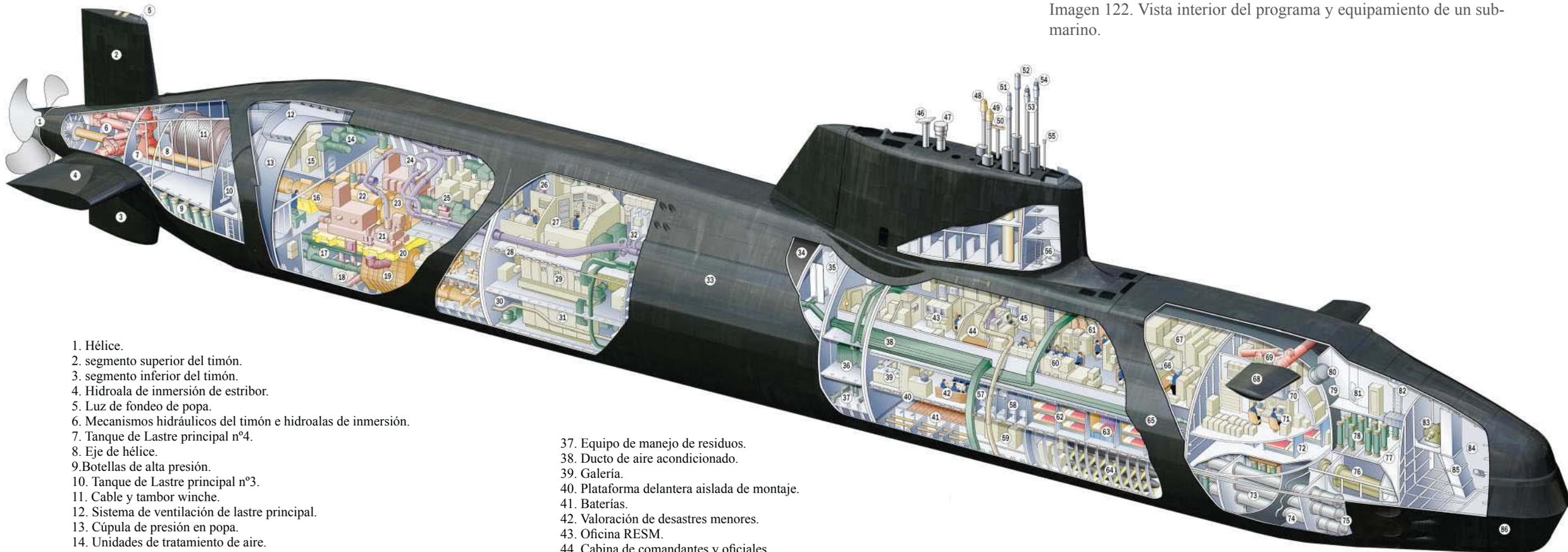
Sistemas inteligentes: todos los sistemas de la estación están integrados y comandados por una unidad central inteligente. Esta configuración asegura que las condiciones de vida y trabajo son optimizadas con los mínimos recursos.

iv). **Estructura:** consiste en capas concéntricas que rodean el corazón técnico central, que contiene la unidad

de tratamiento de agua, ventilación y sistema de control, así como baterías para almacenamiento de energía. Alrededor de este corazón hay tres capas concéntricas: los sistemas activos de la estación (cocina y lavandería), las áreas externas (estar y dormitorios) y la fuertemente aislada muros multicapas de la estación.

Cuatro caballetes de acero anclados al granito soportan la superestructura de madera, la envolvente es una malla ortogonal de paneles de madera laminada que recibe las múltiples capas que construyen los muros y suelos: Recubrimiento interior, Papel kraft de construcción con una gruesa barrera de vapor de aluminio, Panel de madera multiplex 74mm, bloques poliestireno expandido 400mm, Panel madera multiplex 42mm, vinculados a la placa inferior por medio de tarugos 6cm diámetro, Membrana de caucho EPDM impermeable 2mm, paño de espuma de polietileno en células cerradas ubicadas en las uniones de las plazas de acero inoxidable, Cubierta final de placas de acero inoxidable 1,5mm atornilladas.

Imagen 122. Vista interior del programa y equipamiento de un submarino.



1. Hélice.
2. segmento superior del timón.
3. segmento inferior del timón.
4. Hidroala de inmersión de estribor.
5. Luz de fondeo de popa.
6. Mecanismos hidráulicos del timón e hidroalas de inmersión.
7. Tanque de Lastre principal nº4.
8. Eje de hélice.
9. Botellas de alta presión.
10. Tanque de Lastre principal nº3.
11. Cable y tambor winche.
12. Sistema de ventilación de lastre principal.
13. Cúpula de presión en popa.
14. Unidades de tratamiento de aire.
15. Almacenes navales.
16. Bloque de soporte y anclaje de eje de hélice.
17. Tuberías de transferencia de agua circulante.
18. Tanque de aceite lubricante.
19. Condensador de estribor.
20. Plataforma de montaje de maquinaria principal.
21. Turbogeneradores de babor y estribor.
22. Caja de cambios.
23. Turbinas principales.
24. Ducto de entrega de vapor.
25. Sala de maquinas.
26. Mampara estanco.
27. Sala de maniobras.
28. Plataforma aislada de montaje de la sala de maniobras.
29. Sala de cuadros eléctricos y tableros.
30. Sala de generador diésel.
31. Convertidores de estática.
32. Válvula principal de vapor.
33. Sección del reactor.
34. Parte del casco de presión.
35. Bolsa de aire delantera.
36. Compartimento de tratamiento de aire.

37. Equipo de manejo de residuos.
38. Ducto de aire acondicionado.
39. Galería.
40. Plataforma delantera aislada de montaje.
41. Baterías.
42. Valoración de desastres menores.
43. Oficina RESM.
44. Cabina de comandantes y oficiales.
45. Oficina de comunicación a babor.
46. Mástil de emisiones diésel.
47. Mástil de inducción resoplido.
48. Mástil SHF/EHF (NEST)
49. Mástil CESM.
50. Mástil radar AZL.
51. Mástil Satcom.
52. Mástil de comunicaciones integradas.
53. Mástil visual estribor.
54. Mástil visual babor.
55. Mástil de navegación.
56. Acceso de aleta puente.
57. Baños tripulación menor rango.
58. Baños tripulación mayor rango.
59. Sala de cuadros eléctricos de baterías.
60. Sala de consolas de control.
61. Consolas de operadores de sonar.
62. Literal tripulación mayor rango.
63. Litera médica.
64. Compartimento de manejo y almacenaje de armas.
65. Matriz del sonar.
66. Talleres de mantención.

67. Sala de equipamiento del sonar.
68. Hidroala de inmersión delantero.
69. Mecanismos hidráulicos de hidroala.
70. Bisagra de montaje de hidroala.
71. Oficina de buque.
72. Literas de tripulación menor rango.
73. Tubos de torpedos.
74. Tanque de transferencia de agua.
75. Tapas de arco de tubos de torpedo.
76. Bomba de turbina de aire.
77. Tanque de Lastre principal nº2.
78. Botellas de alta presión.
79. Cúpula de presión delantera.
80. Escotilla de embarque de armamento.
81. Almacenamiento de nave gemini.
82. Bisagras pasacables.
83. Winche de anclaje.
84. Tanque de Lastre principal nº1.
85. Cajón cable de anclaje.
86. Sonar de arco.

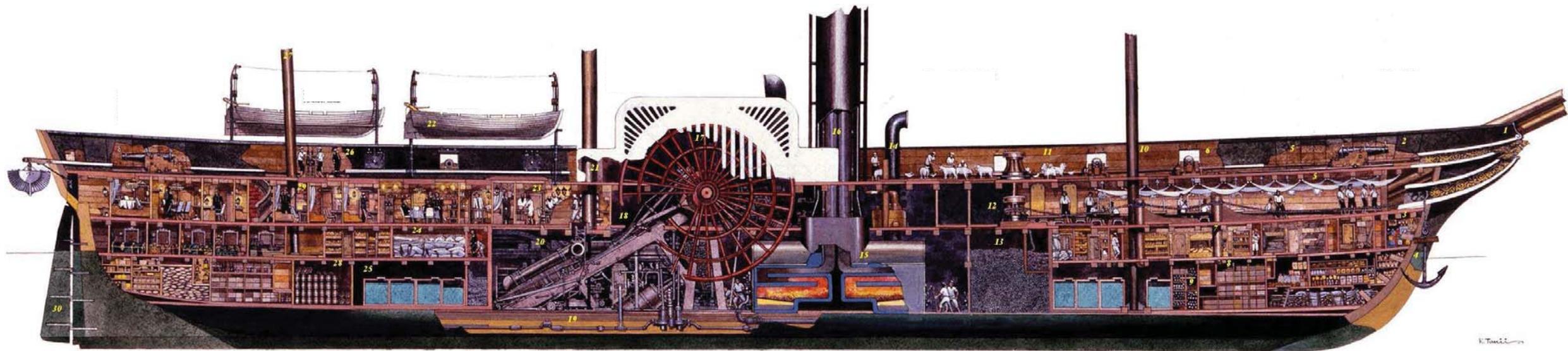
e). Programas náuticos.

La complejidad de los programas náuticos reside en lograr hacer convivir los requerimientos técnicos con la habitabilidad. Acá se muestran dos casos detallados de la organización programática interior, reflejando la fuerte influencia de la envolvente y como el espacio interior se genera de la forma exterior.

1. Mascarón de proa.
2. Cañón 10 pulgadas.
3. Almacén de pintura.
4. Ancla.
5. Hamacas.
6. Cañón 8 pulgadas.
7. Almacén de pan.
8. Almacén de explosivos.
9. Almacén de balas.
10. Mástil de proa.
11. Cabras y pollos para alimnetación.
12. Caja de cadena.
13. Almacén de carbón.
14. Tubo de ventilación.
15. Caldera.

16. Chimeneas.
17. Rueda de paletas.
18. Maquina de vapor.
19. Manivela.
20. Cilindro.
21. Mástil principal.
22. Bote salvavidas.
23. Sala médica.
24. Almacén de vela.
25. Tanques de agua.
26. Timonera.
27. Mástil de mesana.
28. Almacén de licor.
29. Habitación de comandante.
30. Timón.

Imagen 123. Vista interior del programa y equipamiento de un barco a vapor.



f). Buques de investigación oceanográfica.

El artefacto naval cumple un rol orientado al apoyo del trabajo en terreno, sin instrumentos de investigación delicados, pero con un equipo básico para el apoyo a la investigación. a continuación se ven referencias programáticas a buques oceanográficos de gran escala, que comparten el concepto fundamental del programa, pero que desarrollan mayor complejidad en cuanto a equipamiento.

(a). Buque de investigación Cabo de Hornos.

Eslora: 74,1 metros

Manga: 15,6 metros

Velocidad: 14,3 nudos

Propulsión: diésel eléctrica

Acomodaciones: para 68 personas, nueve oficiales, 34 personal de la dotación y 25 científicos.

Autonomía de navegación: 30 días.

Agua dulce: 138 mil litros.

Buque Chileno que cuenta con capacidades para investigación hidrográfica, oceanográfica y pesquera, siendo esta última la de mayor dedicación, para lo que cuenta con un sistema de pesca de menor escala que el de un buque pesquero y un laboratorio húmedo.

Cuenta con equipos de ecosonda multifaz y perfilador de fondo, equipos hidroacústicos para investigación y mapeos entre 6 mil y hasta 10 mil metros de profundidad, y una quilla retráctil donde se ubican los sonares. Todas las aguas usadas se reciclan y cuenta con comunicación satelital.



Imagen 124.El buque en los Astilleros de la Armada ASMAR.

Imagen 125.Maniobras en dique de ASMAR.



Imagen 126.Vista del buque y sus equipos de popa.

Imagen 127.Vista del buque con equipamiento indicado.

(b). Buque de investigación oceánica Hespérides.

Eslora total: 82,5 m.

Eslora en la línea de flotación: 77,8 m.

Manga: 14,3 m.

Distancia al agua desde la cubierta de trabajo: 3,1 m.

Desplazamiento a media carga: 2.827,8 Tm.

Calado máximo: 5,46 m.

Velocidad máxima en continuo: 14,7 nudos.

Velocidad máxima entre hielo de 40 cm: 5,0 nudos.

Autonomía a 12 nudos: 12.000 millas náuticas.

Capacidad de Científicos/Técnicos: 37

Dotación: 54

Buque Español construido con el objetivo de realizar misiones científicas al territorio Antártico, por lo que uno de sus requerimientos fue un casco reforzado y diseñado para romper hielo de hasta medio metro de espesor.

i). Equipamiento Científico.

(1). Geología y Geofísica marinas:

- Sísmica multicanal con una ristra de hidrófonos.
- Sistema de generación de energía acústica por medio de cañones de aire comprimido.
- Sonda multiparamétrica (TOPAS) para registro.

- Sonda batimétrica multihaz para aguas profundas.
- Sonda batimétrica multihaz para aguas someras.
- Sonda batimétrica monohaz de precisión.
- Sistema de medición de perfiles en el agua.
- Magnetómetro de protones.
- Sacatestigos de gravedad, lanza

(2). Oceanografía química, física y biológica:

- CTD con rosetas y botellas de muestreo.
- CTD ondulante.
- Ecosonda biológica.
- Correntímetro Doppler ADCP.
- Autoanalizadores de nutrientes. Salinómetro.
- Contador de partículas.
- Citometría de flujo.
- Contador de centelleo líquido.
- Termosalinógrafo, Espectrofluorímetro, Espectrofotómetro, Espectrorradiómetro, sensor PAR, fluorómetros.



Imagen 128. Vista del buque oceanográfico Hespérides donde se puede ver el diseño de casco rompe hielo.



Imagen 129. Vista del equipo de popa del buque Hespérides.



Imagen 130. Maniobras de lanzamiento de equipo oceanográfico desde el buque Hespérides.

- Microscopio invertido de epifluorescencia. Lupa binocular.
- Receptor de imágenes de satélite TERASCAN T 3300.
- Estación meteorológica automática.

(3). Comunicaciones y Control

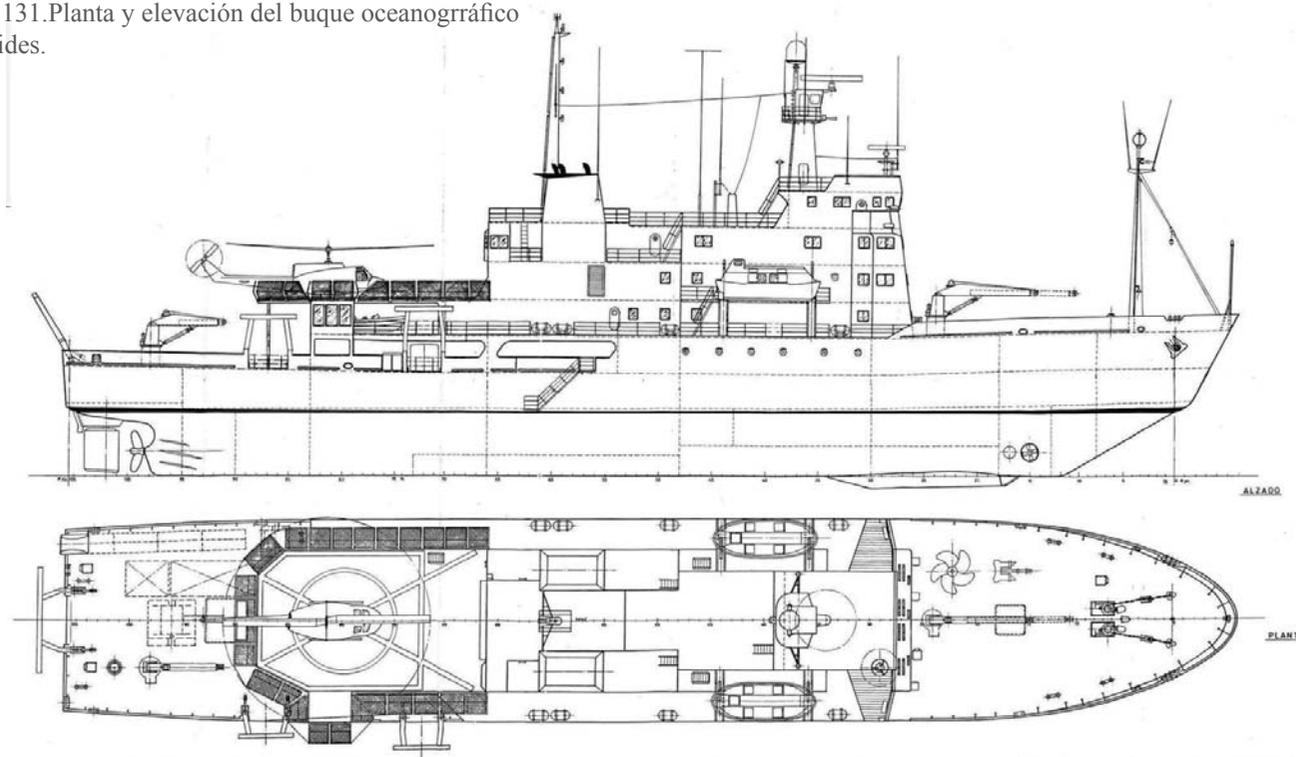
- Tres radares (sistema ARPA)
- Sistema de posicionamiento por satélite GPS y GPS diferencial.
- Dos giroscópicas, una principal y otra de reserva.
- Radiogoniómetro MF, HF y VHF.
- Radio MF, HF, UHF y VHF.
- Comunicaciones por satélite (Teléfono, telex, fax y datos a alta velocidad).
- Radiobaliza aeronáutica.
- Piloto automático integrado en el sistema de cartas digitales.

ii). Laboratorios

El buque cuenta con múltiples laboratorios dedicados a los diferentes tipos de investigaciones en hidroquímica, ecología, pesca, biología, oceanografía, meteorología y geociencias marinas. También dispone de un laboratorio frío (a -20°C) y una cámara frigorífica para almacenamiento de muestras. Otro laboratorio denominado Vía Húmeda dispone de un circuito de distribución continua de agua marina superficial ($-4,5\text{ m}$) sin posibilidad de contaminación.

También existe un laboratorio específicamente condicionado para los trabajos con isótopos radioactivos con capacidad de almacenar los residuos líquidos pues el buque navega por zonas donde los vertidos residuales están prohibidos.

Imagen 131. Planta y elevación del buque oceanográfico Hespérides.



iii). Habitabilidad

- (1). Camarotes son individuales, dobles o cuádruples, albergando capacidad para 54 miembros de la dotación y 37 investigadores.
- (2). Cubierta de helicópteros con hangar telescópico.
- (3). Cuatro chigres para trabajos científicos, así como dos pórticos abatibles y uno telescópico para las maniobras de equipos científicos.
- (4). Dos pañosles oceanográficos, uno a proa y otro a popa, con grúas que permiten el transporte de carga para las campañas y las bases antárticas.
- (5). Planta para control de la contaminación ambiental, integrada por dos plantas de tratamiento de aguas fecales, un incinerador, un separador de aguas aceitosas, dos trituradores de desperdicios y una compactadora.
- (6). Medidas de lucha contra la contaminación marina por derrames de combustibles.
- (7). Dos potabilizadoras de agua por ósmosis inversa.
- (8). Cámara hiperbárica para buceadores.

iv. Salvamento

Dos botes de salvamento antártico cubiertos, insumergibles y con adrizamiento automático en caso de vuelco, con capacidad para 40 personas cada uno, con propulsión mediante un motor diésel, y ocho balsas con capacidad para 25 personas cada una.

Para supervivencia en aguas frías, se dispone de trajes de supervivencia, especialmente diseñados para soportar las bajas temperaturas en las balsas o incluso en el agua.

v. Propulsión

- (1). Dos motores eléctricos montados en tandem de 1400 kW de potencia a 220 rpm c/u.
- (2). Cuatro grupos generadores diésel (dos a 1300 kW y dos a 750 kW).
- (3). Generador diésel de emergencia.
- (4). Hélice de 5 palas fijas

El hecho de ser la propulsión eléctrica ofrece la capacidad de navegar con una baja señal de ruido propio, para favorecer la investigación acústica.



Imagen 132. Chalupa isleña con sus dos tripulantes realizando maniobras de carga desde el buque Aquiles.

Imagen 133. Chalupas isleñas desembarcando gente del Aquiles.



g). Embarcación isleña, Chalupas de alta mar.

La embarcación de pesca isleña ha pasado por un proceso de adaptación al medio marítimo del archipiélago, dotándola de altas condiciones marineras, aptas para navegar en los mares cercanos, caracterizados por fuertes marejadas. La plantilla original es heredada de los botes balleneros. El diseño de la embarcación isleña fue definido al utilizado hasta el día de hoy por Guillermo Martínez, proveniente de Constitución, integrando los conocimientos náuticos maulinos en 1920.

Principales características son la proa y popa aguzadas y arrufadas y con un ancho mayor al de los botes de los pescadores del continente, dándole mayor estabilidad. Las dimensiones aproximadas son entre 8 a 9,5 m de eslora, entre 2 y 2,5 de manga y de 0,6 a 1 m de puntal.

Estos botes originados en un tradición náutica proveniente del Maule, contienen ciertos aspectos programáticos medulares forjados durante años por la experiencia y los requerimientos de habitabilidad de acuerdo al clima.

El diseño tiene cinco bancas interiores de las cuales la segunda de proa es utilizada para instalar el mástil velero. Sistema de impulsión utilizado para ahorrar combustible, o en caso de emergencia.

La adaptación de los motores de combustión se realizó diseñando un cajón estanco a un costado de la popa que permite salir la pata y la hélice. Los motores más utilizados actualmente desde el primigenio Penta-Arquimides, son motores de 15-20 HP, Honda, Yamaha o Suzuki.

(a). **Implementos operativos.**

- i). 4 Remos.
- ii). 2 Chumacera.
- iii). Caja de artificios auxiliares.
- iv). 3 Bengalas con paracaídas.
- v). Compás magnético.
- vi). Linterna con pilas (antiguamente farol).
- vii). Espejo para señales diurnas.
- viii). Ancla o arpeo con cadena o cabo de 50 m como mínimo.
- ix). Pito o silbato (antiguamente un cuerno).
- x). Radio portátil con pilas.
- xi). Achicador.
- xii). Salvavidas circular con cabo de vida marcado.
- xiii). Chaleco salvavidas por tripulante (mínimo tres).
- xiv). Pantalla reflectora de radar.
- xv). Botiquín de primeros auxilios.
- xvi). Trampas Langostas.
- xvii). Pequeño motor para levantar las trampas.
- xviii). Caja para la carnada.
- xix). Portátil para almacenar langostas.
- xx). Líneas de pesca y boyarines de repuesto.

- xxi). Caldero o brasero para cocinar.
- xxii). Bidón de agua. (10 lt).
- xxiii). Bidón de combustible.
- xxiv). Vela, palo velero y accesorios.
- xxv). Saco con leña.
- xxvi). Cuchillos.
- xxvii). 2 o 3 jarros para el té o café y herramientas.
- xxviii). Tetera y ollas para cocinar.
- xxix). Ropa de agua.
- xxx). Poliestireno para pernoctar y protegerse de la humedad.
- xxxi). Sacos de dormir (antiguamente frazadas y cueros de oveja).

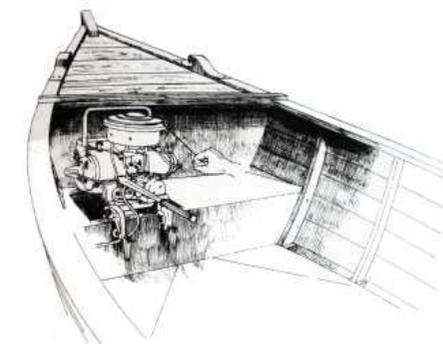


Imagen 134. Esquema de la instalación del motor en un cajón estanco a un costado de popa.

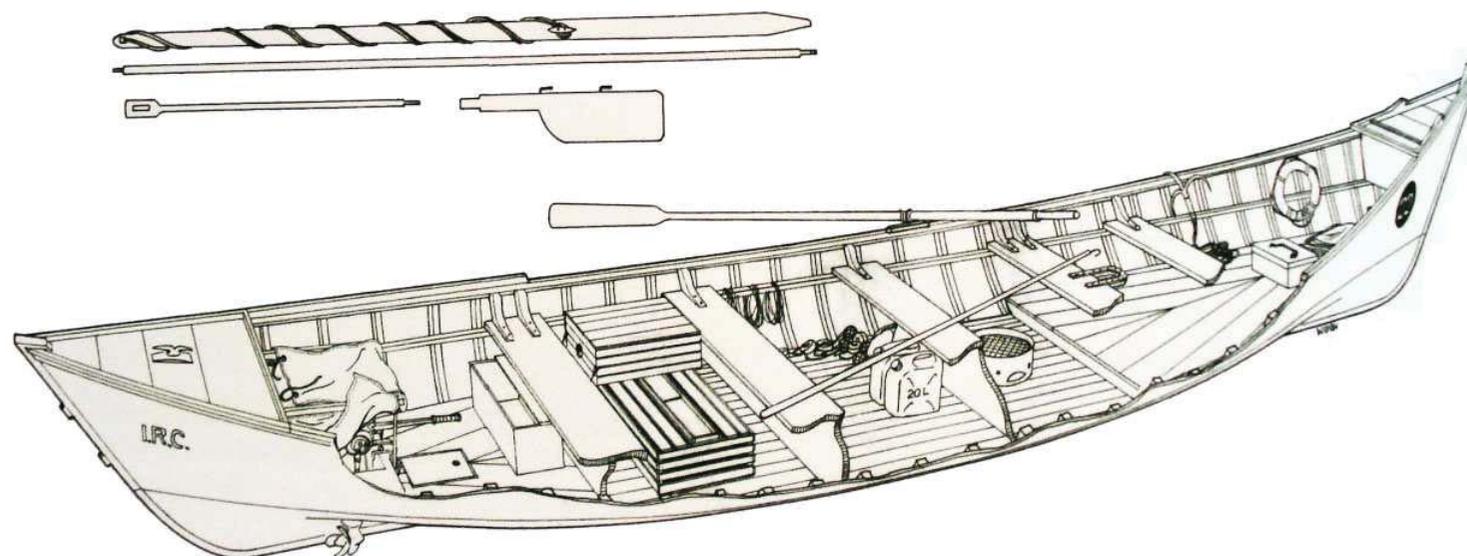


Imagen 135. Esquema de una chalupa isleña y sus elementos básicos de equipamiento para la pesca de la langosta.



Imagen 136. cangrejo dorado. (chaceon chilensis), de consumo humano, su caparazón mide de 8 a 10 cm de longitud y pesa 1,5 hg.

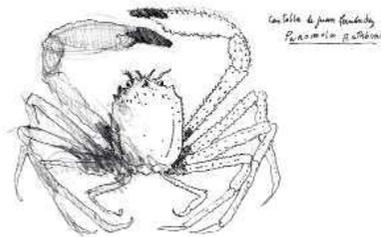


Imagen 137. Centolla de Juan Fernández (Paromola rathbuni) no se consume y su tamaño es de hasta 12 cm de longitud de caparazón.

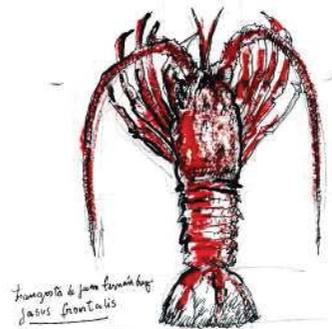


Imagen 138. Langosta de Juan Fernández (Jasus frontalis), de alto consumo humano, con un tamaño de entre 5 a 15 cm de longitud de caparazón.

(b). Evolución tecnológica.

Sin duda el mayor protagonista de la pesca en el archipiélago es la langosta de Juan Fernández, dejando otras especies de crustáceos y peces en segundo plano apoyando la alimentación de la población local, pero el pilar fundamental de la economía isleña sigue estando referido a la langosta. El desarrollo de la tecnología pesquera entorno a su extracción ha tenido una notable evolución, generando una tradición pesquera y marítima.

La evolución tecnológica de su extracción, va desde la utilización de figas, varas de madera de 4 metros con un gancho en su punta. Con ellas se enganchaban las langostas luego de cebar la orilla con carne de lobo marino. Posteriormente se comenzaron a desarrollar las trampas, el primer diseño utilizado consistió en un canasto con una malla cónica que contenía la carnada, cada embarcación calaba hasta 20 canasto a 40 brazas de profundidad. Los sucesivos intentos de explotación entre fines del siglo XIX hasta nuestros días comercial llevados a cabo por una serie de emprendedores, entre ellos, Alfred de Rodt, Carlos Fonck y Cía o Compañía Recart y Doniez; dieron impulso a sucesivos avances tecnológicos en ma-

teria de técnicas de extracción del crustáceo. Siendo uno de los más relevantes la introducción del motor de combustión interna. A mediados de la década de los treinta llega a la isla la compañía Oto Hermanos, la cual operó largo tiempo, época durante la cual se llegó al diseño de trampa langostera utilizado actualmente de 130 x 70 x 45 cm aproximadamente con dos cámaras con sus respectivos túneles de entrada (buches).

(c). Aparejos.

Dentro de los aparejos utilizados se encuentran:

- i). Líneas de mano de dos tamaños, una para la pesca de carnada y otra para la pesca de peces más grandes como vidriolas o atunes.
- ii). Espinel, línea verticales lanzadas a fondo con un peso y mantenidas en la superficie con uno más flotadores, a lo largo de al línea se disponen varios ramales con anzuelos a distintas profundidades.
- iii). Trampas, Paralelepípedos rectangulares construidos con varillas de maqui y estructura maestra con listones de eucalipto (130 x 70 x 45 cm.) compuesta por dos cámaras cada cual con un túnel de rejilla de red o malla plástica.

Las trampas se calan a muchas profundidades cubriendo el rango desde bajas profundidades a lo 180 m. Las trampas para la captura del cangrejo dorado son de mayores dimensiones y se deben calar entre los 300 y 600 m de profundidad. Otra trampa utilizada es la “anguilera” para la captura de morenas, de aproximadamente 60 x 40 x 35cm usando pescado como carnada.

(d) Faena de pesca.

La faena de pesca consiste en el temprano zarpe de los botes para realizar el recorrido de revisión de todas las trampas pasando por todos los caladeros y revisando cada trampa.

Durante el recorrido se debe ir recolectando la carnada que se va reemplazando en las trampas por medio de líneas de mano o espineles verticales y trampas anguileras. Cada vez que una trampa es izada del fondo marino se deben retirar las langostas que son posibles de comercializar y devolver al mar las de menor tamaño a la talla mínima legal o las que presentan huevos en su abdomen. Este ciclo de pesca ocupa generalmente entre 2 y tres días, dependiendo de la ubicación de los caladeros, lo que implica pernoctar en las embarcaciones, esta faena

varia también dependiendo de las condiciones del clima marino. De regreso en la caleta las langostas capturadas son conservadas en viveros flotantes hasta su envío al continente.

(e). Tripulación de la embarcación de pesca.

Operados normalmente por dos pescadores, el dueño de la embarcación y aparejo y su ayudante, o en la figura de sociedades complementarias en que cada uno aporta con parte del equipo, combustible, provisiones, etc. Las ganancias se distribuyen “a partes” según el aporte o labor realizada.

Los lugares o marcas de pesca son propiedad de cada pescador, el cual tiene derecho exclusivo y puede explotar los bajíos correspondientes donde se concentran las langostas asegurando su captura. Estas pueden ser heredadas, o vendidas junto a una embarcación, aumentando el precio considerablemente. Las marcas consisten en triangulaciones utilizando coordenadas geográficas visuales, cuya intersección trazan un punto sobre el mar. Este modo de orientación espacial tradicional se ha comenzado a reemplazar por el uso de GPS.

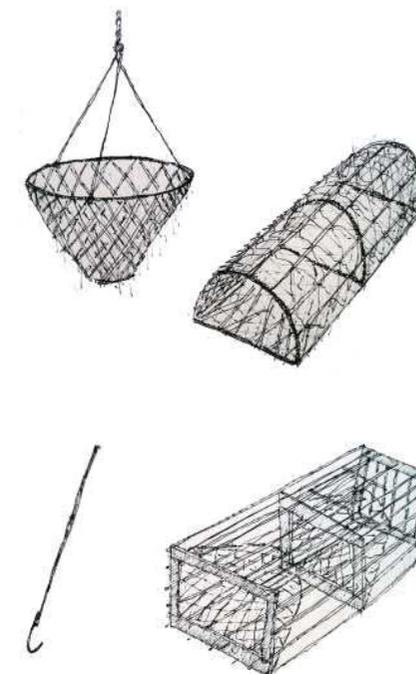


Imagen 139. Evolución tecnológica de las trampas langosteras.

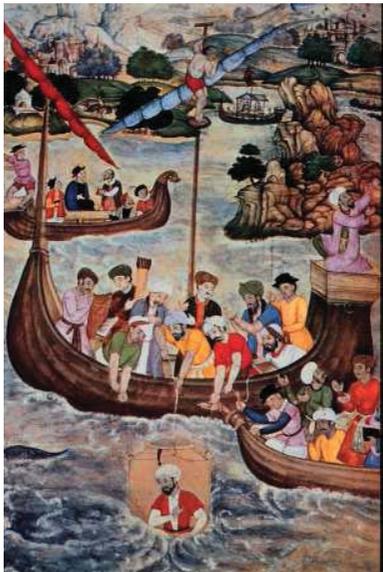


Imagen 140. Pintura islámica del siglo XVI, donde se ve a Alejandro Magno sumergiéndose en una campana de vidrio.

3. Sistemas náuticos sumergibles.

Se busca la estabilidad y los requerimientos de habitabilidad para un espacio de trabajo en el mar, la pregunta de la técnica es: ¿Cómo ser invisible a la influencia del oleaje y el viento?

Para adentrarse en esta pregunta se estudian artefactos náuticos que tengan una relación con la profundidad, sumergiéndose completamente, o buscando la estabilidad por medio de sistemas que sumergen sus boyantes para aminorar la influencia del oleaje y las corrientes superficiales.

Se han agregado a estas referencias ciertos ejemplos que no se sumergen por la búsqueda de estabilidad sino por fines estratégicos en el caso de buques submarinos o bien para específicamente alcanzar los límites del fondo submarino. Estos ejemplos se han incorporado para dar una completitud al avance de las tecnologías submarinas.

a). Campana submarina.

La campana submarina es uno de los primeros equipos utilizados en la exploración y trabajo submarino. Consiste en una cámara con el fondo abierto que conserva el aire dentro de ella gracias a la presión del agua. Suspendidas desde un barco o muelle por un cable con el cual se controla la profundidad, se utiliza para operar como base o transporte para un equipo reducido de buzos.

La campana está lastrada con el fin de permanecer en posición vertical en el agua y que su flotabilidad sea negativa para que se hunda, incluso cuando está completamente llena de aire. Es alimentada con aire a presión por medio de mangueras desde la superficie, asegurando una reserva de aire fresco sin que se sature con dióxido de carbono, y permitiendo mantener el espacio de trabajo al aumentar el volumen de aire a medida que este se va comprimiendo por la presión del agua.

b). Batisferas.

La batisfera es un sumergible tripulado que carece de sistema de propulsión, precursor de los submarinos exploradores de las profundidades abisales. Es básicamente una esfera 1,44 metros de diámetro sellada herméticamente, fabricada en acero de 32 milímetros de espesor y que posee una mirilla de observación en cristal reforzado. Durante su funcionamiento, la batisfera pende de un barco usando un cable también de metal, que le provee electricidad, telecomunicaciones y aire.

c). Batiscafo.

Un batiscafo es un pequeño vehículo de inmersión profunda sumergible, especialmente diseñado para llegar a grandes profundidades bajo el océano, soportando la enorme presión del agua. Son pequeños submarinos tripulados con propulsión autónoma que permiten alcanzar grandes profundidades en el mar con fines militares o científicos.

- (a). 1948 batiscafo FNRS-2. 1.080 m.
- (b). 1953 batiscafo Trieste 3.150 m.
- (c). 1959 batiscafo Trieste 5.486 m.
- (d). 1960 batiscafo Trieste 10.916 m.
- (e). 1962 batiscafo Arquímedes 9.500 m.



Imagen 141. William Beebe (1877–1962) (izquierda) y Otis Barton, Jr. (1899–1992) junto a la batisfera.

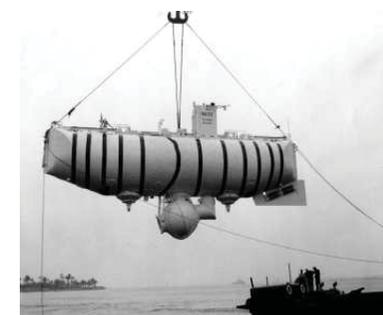


Imagen 142. Batiscafo Trieste.



Imagen 143. El Nautilus, submarino ficticio ideado de Jules Verne., fue diseñado y comandado por el Capitán Nemo, su motor era propulsado por electricidad producida por baterías de una amalgama de sodio-mercurio. De forma ahusada, estaba constituido por dos cascos separados por compartimientos de lastre. La velocidad máxima era de 50 nudos (92,5 km/h). Su desplazamiento era de 1356,48 toneladas en superficie y 1507 sumergido. Estaba capacitado para descender a profundidades superiores a los 11 km.

d). Submarinos.

Los submarinos son buques que gracias a un sistema de flotabilidad variable, tienen la cualidad de navegar bajo el agua y en la superficie. Todo cuerpo que flota en la superficie de un fluido, están en situación de flotación positiva, es decir, pesa menos que el volumen de agua desplazada. Para sumergirse hidrostáticamente (sin ayuda mecánica), un buque debe pasar de su estado de flotación positiva a flotación neutral (peso igual a empuje). Esto puede lograrse incrementando su propio peso o disminuyendo el desplazamiento de agua (volumen).

Para el manejar la flotabilidad, los submarinos utilizan tanques de lastre, que se llenan con agua del exterior para sumergirse y para emerger la desplaza con aire a presión, controlando de este modo su peso. Los tanques principales se ubican en proa y popa, para un manejo grueso de la flotabilidad, y para un control más fino de la profundidad existen tanques de control de profundidad más pequeños situados cerca del centro de gravedad del submarino, o distribuidos por el buque para evitar afectar a la escora.

Debido a que un submarino sumergido está en equilibrio inestable con tendencias tanto hacia el fondo como la superficie, es necesario una continua operación de los tanques de control de profundidad para conservar una profundidad fija, esta es una maniobra hidroestática. Para mantener la escora deseada, los submarinos usan tanques de escora especializados a proa y popa. Las bombas trasladan agua entre ellos, cambiando la distribución del peso y creando así un momento que gira el buque hacia arriba o hacia abajo. Un sistema parecido se usa a veces para mantener la estabilidad.

Otro modo de controlar el submarino bajo el agua es por medio de una maniobra hidrodinámica, lograda por medio de superficies que al ser giradas crean fuerzas hidrodinámicas producto del desplazamiento. Los planos de popa, situados cerca del propulsor controlan la inclinación longitudinal, mientras que los planos de inclinación en la torreta y los de popa en el cuerpo principal (más cerca del centro de gravedad) son utilizados para controlar la profundidad con menos efecto sobre la inclinación.



Imagen 144. Los submarinos modernos suelen tener forma ahusada. Este diseño, usado ya en los submarinos más primitivos, se inspiró en el cuerpo de las ballenas y reduce significativamente el arrastre hidrodinámico sobre el submarino bajo el agua, pero empeora su comportamiento frente al oleaje e incrementa el arrastre en superficie.

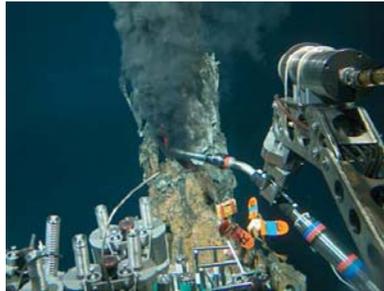


Imagen 145. Brazo mecánico del Alvin muestreando una chimenea hidrotermal.



Imagen 146. Sumergible Alvin siendo depositado en el agua.



Imagen 147. ROV prospectando el casco de una embarcación.



Imagen 148. ROV en aguas antárticas.

e). Sumergibles.

Los sumergibles son buques subacuáticos con movilidad limitada, capaces de sumergirse a más 10 km., pero destinados a permanecer en el mismo lugar durante la mayor parte de su tiempo de uso, como los usados para rescate, investigación oceanográfica o científica, salvamento y entretenimiento en empresas de aventura.

A parte del tamaño, la principal diferencia técnica entre los sumergibles y un submarino es que los sumergibles no son totalmente autónomos y están conectados por un «cordón umbilical» a un buque nodriza (submarino, buque de superficie o plataforma) que les suministra aire y electricidad.. Los sumergibles suelen tener menor alcance, y operar casi exclusivamente bajo el agua. Suelen ser llevados a su zona de operación por barcos comunes o grandes submarinos debido a su poca autonomía.

f). ROV

Hoy en día se utilizan ampliamente sumergibles no tripulados llamados "vehículos marinos a control remoto", para trabajar en agua demasiado profunda o en situaciones demasiado peligrosas para los buzos.

Estos vehículos teledirigidos están unidos por un cable que suministra energía y comunicaciones a un centro de control en un buque donde se encuentran los operadores que lo manejan por medio de imágenes de vídeo enviadas desde el robot y pueden controlar sus hélices y el brazo manipulador.

g). Plataformas petroleras

Son grandes estructuras instaladas en altamar para perforar pozos extrayendo y procesando petróleo y gas natural. Dependiendo de las circunstancias, la plataforma puede ser fijadas al fondo del océano, constituyendo islas artificiales, o pueden ser flotantes, que es el caso de interés para esta tesis, especialmente el partido estructural adoptado para enfrentar el oleaje del severo clima marítimo.

(a). Plataforma semi-sumergible

Son estructuras semi-sumergibles que obtienen su boyantes gracias a pontones estancos situados por debajo de la superficie del océano y las olas, generalmente anclados por una combinación de cadena, cable o cuerda de poliéster. La cubierta de operaciones puede estar ubicada a una considerable altura por encima del nivel del mar debido a la buena estabilidad del concepto, y por lo tanto lejos de las olas. Columnas estructurales conectar los pontones y la cubierta de operación. Las estructuras semi-sumergibles se pueden utilizar en profundidades de agua de 60 a 3.000 m.

Con su casco sumergido en profundidad, los semi-sumergibles se ven considerablemente menos afectados por el oleaje que un barco normal. Pero por otro lado la reducida área de su plano de flotación que le otorga una excelente respuesta ante el oleaje, lo hace muy sensible a los cambios de carga, por lo tanto deben ser cuidadosamente ajustados para mantener la estabilidad. Una estructura semi-sumergible es capaz de cambiar su calado con un sistema de bombas que le dan o quitan lastre dejando ingresar agua, del mismo modo que un dique flotante.



Imagen 149. Plataforma petrolera semi-sumergible siendo transportada a puerto.



Imagen 150. Vista aérea de una plataforma semi-sumergible con sus pontones emergidos.

(b). Plataforma Spar

Una plataforma Spar (mástil), es una estructura de gran estabilidad utilizada en aguas muy profundas, diseñada bajo el simple concepto de las boyas verticales. Una plataforma se compone de un solo mástil vertical cilíndrico de gran diámetro que soporta la cubierta y que está anclado al fondo del mar con líneas de amarre.

Se han diseñado tres configuraciones de plataformas Spar: el “convencional” consiste en un casco de una sola pieza cilíndrica, el “mástil de celosía”, donde se compone la parte central con elementos de celosía que conectan el casco superior flotante con el depósito de fondos blandos con lastre permanente, y el “mástil de células”, que se construye a partir de múltiples cilindros verticales.

La “devil’s tower”, localizada a 1,710 m de profundidad en el Golfo de México, fue la plataforma de este tipo más profunda del mundo hasta 2010, actualmente “el Perdido” en el Golfo de México, es la más profunda flotando a 2.438 metros de profundidad.

(c). Plataformas Tension-leg.

Es una estructura vertical flotante amarrada por cabos tensos al fondo submarino. Utilizadas normalmente para la producción costa afuera de petróleo o gas, son particularmente adecuadas para profundidades mayores de 300 metros hasta 1500 metros.

La plataforma está amarrada permanentemente por medio de cables tensores agrupados en cada una de las esquinas de la estructura. Un grupo de amarras se llama Tension-leg. Una característica del diseño de las cuerdas es que tienen rigidez axial relativamente alta (baja elasticidad), de tal manera que prácticamente todo el movimiento vertical de la plataforma se elimina. Esto permite una terminación sencilla y da un mejor control sobre la producción del petróleo o del depósito de gas, y más fácil acceso para las operaciones de intervención del fondo de pozo.

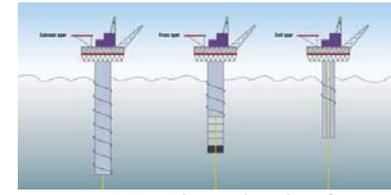


Imagen 151. Tipos de plataformas Spar.



Imagen 152. Platadorma “devil’s tower” en el golfo de México, es un tipo de plataforma Spar.



Imagen 153. Modelo 3D de una plataforma Tension-leg.

h). FLIP (Floating Instrument Platform)

Barco-plataforma de investigación oceanográfica, con una eslora de 108 metros de largo está diseñado para ser inundado parcialmente, girando 90 grados sumergiendo gran parte de su estructura de la que solo quedan 17 metros sobre la superficie, La maniobra tiene una duración aproximada de media hora. De este modo la mayor parte de la flotabilidad de la plataforma es proporcionada por el agua a profundidades por debajo de la influencia del oleaje de superficie, logrando transformar el barco en una plataforma estable en su mayoría inmunes a la acción de las olas. Al final de una misión, se bombea aire comprimido a los tanques de lastre en la sección inundada regresando el barco a su posición horizontal para que pueda ser remolcado a una nueva ubicación.

La FLIP está diseñado para estudiar la altura de ola, señales acústicas, la temperatura del agua y la densidad, y para la recogida de datos meteorológicos.

Debido a la posible interferencia con los instrumentos acústicos, la plataforma FLIP no tiene motores u otros medios de propulsión. Tiene que ser remolcado velocidades de 7-10 nudos. a aguas abiertas, donde se desplaza libremente.

Tiene un peso de 711 toneladas y lleva una tripulación de cinco, con un máximo de once científicos. Es capaz de operar de forma independiente durante las misiones de un mes de duración sin reabastecimiento.



Imagen 154. Flip en su posición horizontal, en la cual es remolcado a los lugares donde se realizan las investigaciones.

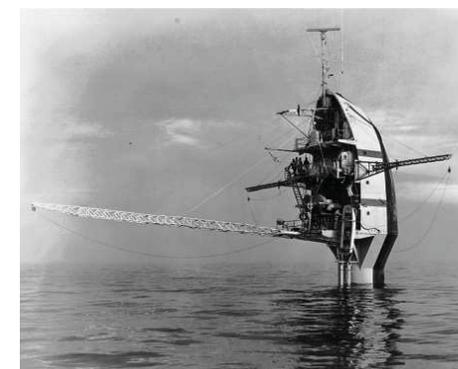


Imagen 155. Flip en su posición vertical, con sus equipos de investigación desplegados.

i). Barcos tipo SWATH

Un SWATH (siglas de las palabras inglesas Small Water-plane Area Twin Hull/ = Acuaplano Doble Casco y Área Pequeña) es un navío tipo catamarán con una leve superficie de flotación. Un SWATH es un navío impulsado a motores que posee dos cascos, cada uno de los cuales está —en relación a los catamaranes comunes— profundamente sumergido. La plataforma central está unida a los cascos por juntas puestas al nivel de flotación de tal forma que parece que la estructura superior se apoya en dos submarinos.

Lo interesante de la configuración SWATH es la mejora de la estabilidad de la nave durante temporales ya que, al estar los cascos profundamente —en relación a los catamaranes y trimaranes comunes— sumergidos y estar reducida la superficie sobre la línea de flotación el navío sufre mucho menos el efecto desestabilizador del oleaje o de las rachas de viento. Este tipo de navío puede ser semisumergible merced a que puede poseer compartimentos estancos o balastos en los cascos.

Sus oscilaciones se reducen 20 a 50 % en comparación con un monocasco de igual carga de desplazamiento. Pero por contrapartida, al tener más superficie bajo la línea de flotación, la fricción con el agua aumenta reduciendo la velocidad.

La disminución de la superficie de flotación implica que la anchura de este tipo de nave debe ser proporcionalmente aumentada para mantener una estabilidad transversal suficiente.

La tecnología SWATH se aplica actualmente en barcos tripulados estacionarios, en navíos de investigación científica y más ocasionalmente en servicios de ferri.

En la actualidad (diciembre de 2008) un solo paquebote SWATH ha sido construido: el Radisson Diamond recientemente rebautizado Asia Star.

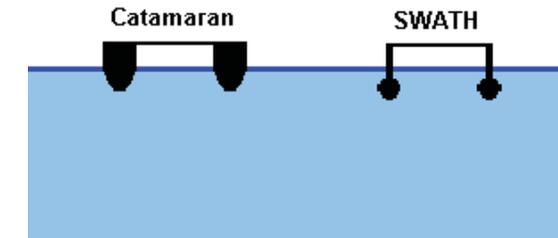


Imagen 156. Esquema de la diferencia básica entre un casco catamarán y un SWATH.



Imagen 157. Respuestas al oleaje de distintas configuraciones de cascos monocasco, catamarán, y SWATH.

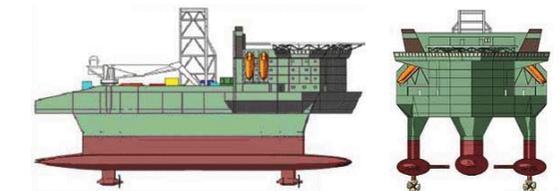


Imagen 158. elevación longitudinal y transversal de un buque con sistema SWATH.



Imagen 159. Vista del Sea Shadow navegando.

(a). Sea Shadow

El Sea Shadow (IX-529) es un buque experimental invisible al radar, tiene un diseño de casco denominado “Acuaplano de Doble Casco y Área Pequeña” (SWATH). Bajo el agua, se encuentran sumergidos dos cascos gemelos, cada uno con un propulsor, estabilizador de popa y estabilizador interno canard. El diseño SWATH ayuda al buque a permanecer estable hasta con el mar en estado 6 (olas de 5,5). Sus características generales son: 160 pies de eslora, 70 pies de manga, desplaza 560 toneladas, calado de 14 pies y una velocidad máxima de 14 nudos.

Los buques oceanográficos de las clases T-AGOS 19 y T-AGOS 23 han heredado su método de ayuda de estabilizadores y canard, que les permiten una gran estabilidad.



Imagen 160. El USNS Victorious.

(b). USNS Victorious y USNS Impeccable.

Estos buques de la marina norteamericana, son buques de vigilancia oceánica construidos para remolcar un sistema de sensores de vigilancia por arrastre. La misión de este tipo de buques es apoyar directamente a la Marina utilizando SURTASS pasiva y matrices de sonar activo de baja frecuencia para detectar y rastrear amenazas submarinas.

Su diseño corresponde a la familia de buques SWATH (small waterplane area twin hull), se trata de embarcaciones de doble casco, como un catamarán, con un área del plano de flotación muy reducida que proporciona una plataforma estable en mar gruesa y espacio en cubierta para para remolcar las matrices de sonar y almacenaje del equipo acústico.



Imagen 161. El USNS Impeccable en dique seco, se puede observar su sistema de casco SAWTH.



Imagen 162. Dique flotante en los astilleros de siteca.



Imagen 163. Válvulas de control de acceso de agua a los compartimientos de lastre.



Imagen 164. Dique flotante SOCI-BER, del Puerto de Valparaíso, con un buque en su interior.

j). Dique flotante.

Un dique flotante es un artefacto naval que mediante la inundación de tanques, hunde la estructura para permitir que la embarcación a reparar ingrese en su seno. Una vez en su sitio, se achican estos tanques provocando la elevación del conjunto, logrando así la puesta en seco.

Las paredes se utilizan para dar la estabilidad dique cuando el suelo o cubierta está por debajo de la superficie del agua. Cuando las válvulas se abren, las cámaras se llenan de agua, haciendo que el dique se sumerja lo suficiente para recibir la embarcación que será reparada. La maniobra sigue bombeando el agua fuera de las cámaras, haciendo que el dique adquiera nuevamente mayor empuje, emergiendo y con ello levantando el buque fuera del agua haciendo accesible el trabajo seco en el casco.

k). Plataforma habitables.

(a). Plataforma flotante habitable. Sitecna.

Eslora total: 17 m.

Manga total: 11 m.

Puntal de construcción: 2.4 m.

Desplazamiento vacío: 226 Ton.

Calado vacío: 1.18 m.

Superficie Habitabilidad: 70 m².

Superficie total a flote: 187 m².

Capacidad de carga: 100 Ton.

Materiales empleados: principalmente hormigón armado, con el cual se construyen el casco de flotación, los mamparos interiores y la cubierta.

Artefacto naval cuya construcción se realiza en base a una plataforma de hormigón armado con una capacidad

de carga de 100 toneladas. El programa específico de esta plataforma está determinado para su uso en la industria de producción del salmón. Considera una bodega una bodega central techada de 90m², y sobre el galpón se construye una estructura para habitabilidad cuya superficie es de 70 m².

Compartimentos estancos: interiormente el casco se encuentra dividido por tres mamparos transversales y un mamparo longitudinal, los cuales forman ocho compartimentos estancos. El acceso a estos se realiza por escotilla de tapa metálica, también estancas, ya sea desde cubierta o desde los espacios vecinos.

La disposición general de la cubierta contiene 4 silos con capacidad de 20 Ton para el almacenaje del alimento de salmón, un galpón metálico y el generador energético.

Cada banda cuenta con pasillos de atraque y defensas laterales que permiten la recepción de embarcaciones y las maniobras de amarre. Las bases soportantes de la habitabilidad son de acero y van soldadas al cuerpo principal de cubierta.

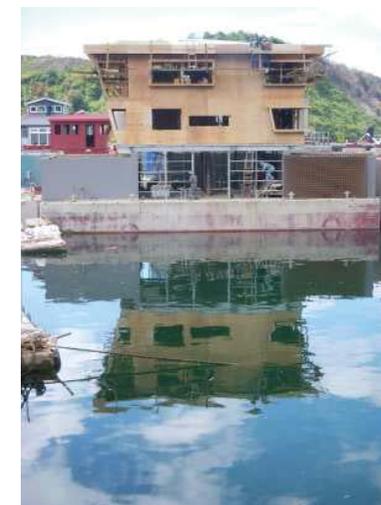


Imagen 165. Plataforma flotante en construcción, astilleros sitecna.



Imagen 166. Escaleras de circulación y relación de niveles interiores y exteriores en plataforma flotante, astilleros sitecna.

(b). Pontón habitable Camanchaca S.A.

Medidas: Eslora 23 m/ Manga 14 m/ Puntal 3.5 m.

Superficie: Habitabilidad 119.88 m/ Oficina 37.6 m/ Bodega 110.6 m.

Desplazamiento liviano: 210 Ton.

Tripulación: 12 personas.

Combustible: 9 mts³/ Agua Dulce: 9m³.

Materiales:

- Casco, losas y silos: hormigón armado.
- Casa: carpintería, hojalatería, revestimiento terciado marino, cerámicos en baños, piso vinílico en zonas húmedas, revestimiento exterior con plancha pre pintada, ventanas termopanel en PVC.

Este tipo de construcciones flotantes están orientadas a facilitar el sistema productivo para la salmonicultura, logrando sostener el funcionamiento de un centro de cultivo en lugares aislados.

Los pontones de alimentación con habitabilidad, son utilizados en una etapa del proceso de cultivo del salmón llamada etapa de engorda, donde los salmones son alimentados en el mar durante 15 meses. Contenidos en jaulas, se alimentan por medio de sistemas centralizados que reparten el alimento a granel desde una bodega a tra-

vés de tuberías. Dentro de este proceso productivo, estos artefactos navales cumplen dos funciones fundamentales: la alimentación de los peces y la posibilidad de dar refugio al personal relacionado a dicha función. Esto debido a que estas faenas se desarrollan en lugares remotos, aislados y con condiciones climáticas sumamente agrestes; con vientos predominantes y una pluviosidad muy elevada.

Estos artefactos navales funcionan de manera continua y generan toda la electricidad que consumen sus equipos

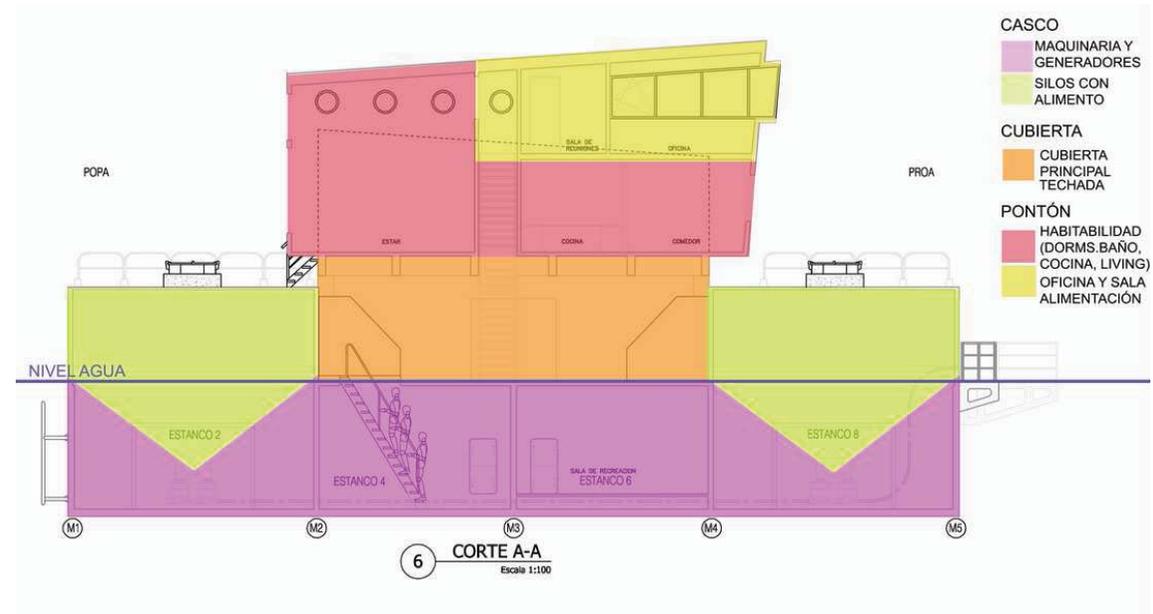


Imagen 167. Esquema del programa habitable en su dimensión vertical.

(a). Esquema distribución programa.



Imagen 168. Fotografía de la fachada del Camanchaca.



Imagen 169. Imagen de espacios interiores de acceso y trabajo.

i). **Casco:** Plataforma de concreto con compartimientos estancos que alberga en su interior:

- (1). 4 Silos de 60 toneladas cada uno que permiten almacenar 240 toneladas de alimento para peces.
- (2). Sala de recreación y capacitación con máquinas de ejercicios y mini-cine.

ii). **Tecnologías asociadas:**

- (1). Sistema de tratamientos de aguas sucias homologado DGTM
- (2). Sistema Desalinización de agua de mar por ósmosis inversa
- (3). Sistema de achique: motobombas eléctricas y bencineras
- (4). Generación eléctrica de fuerza 200 Kva
- (5). Generación eléctrica de respaldo 75 Kva
- (6). Generación eléctrica domiciliaria 35 Kva
- (7). Banco de baterías con cargador
- (8). Sensores de inundación
- (9). Sensores de escotillas abiertas
- (10). Sistema de alarma de humo
- (11). Estanque de combustible
- (12). Estanque de agua potable

iii). **Cubierta principal:** Espacio de 14×14 mts, corresponde al suelo donde se realizan las faenas. Además contempla una sala de secado, bodega de alimento, sala de lavado, bodega para las herramientas, baño, lavandería y sala de químicos.

iv). **Habitabilidad:** El tercer y cuarto nivel del pontón conforman la habitabilidad para 12 usuarios.

(1). El volumen centra las actividades públicas y se reparte en dos niveles. En el primero se desarrollan los actos de ocio y en el segundo se desarrollan áreas de trabajo. En el primer piso encontramos un estar con doble altura, cocina integrada al comedor y la caja de escala. En el segundo piso encontramos una sala de reuniones y la sala de control de alimentación de las jaulas, lugar vidriado en 3 de sus 4 lados y orientado hacia la jaula, equivalente al puente de mando de una embarcación.

(2). Los dos volúmenes laterales están destinados a las zonas privadas donde en cada uno encontramos de tres piezas con capacidad máxima de dos personas y dos baños simples. De esta manera la habitabilidad cuenta con un total de 6 piezas con literas dobles y cuatro baños simples.

Referencia al Edificio Flotante para Generar Habitabilidad. Capitanía de Puerto Flotante Lago Ranco.

Se toma como referencia esta tesis de magíster, ya que es la única que toca el tema de los edificios flotantes, inaugurando este tema para el magíster. De ella se ha estudiado la hipótesis y planteamientos iniciales como modo de iluminar el futuro proyecto, además de tomar el desarrollo metodológico como un ejemplo a seguir de acuerdo a la naturaleza compartida de ambas tesis.

La tesis desarrollada por Ingrid Ávila tiene su origen en un requerimiento de la Directemar, de tener la infraestructura necesaria para ejercer sus actividades en todos los lugares que la requieran. La propuesta viene a cubrir las zonas de actividad marítima alejadas de los centros urbanos, que quedan desvalidas por la falta de un artefacto naval versátil que responda a los requerimientos específicos de su labor. Zonas como el caso de Lagos en que no existen terrenos adquiribles de borde.

El objetivo la tesis es diseñar un edificio Flotante para generar habitabilidad náutica llegando a un punto intermedio entre una nave de poco calado, grado medio de

autonomía y un pontón con mucha estabilidad. Algunas de las características de este espacio son:

1. Albergar una Capuerto tipo E de 126 m² con una oficina para el Capitán de Puerto y habitabilidad para 4 marineros en la época estival. Además albergar la casa del Capitán de Puerto y su Familia
2. Pontón flotante de calado no mayor a 2 metros para poder fondear muy cerca de la playa.
3. Pontón modular y liviano para poder prescindir de construcciones previas a la obra.
4. Una superficie construida no menor a 120m². Una estructura resistente al clima de la zona.

Los fundamentos de esta tesis giran entorno a la pregunta del borde, “nuestro afán es construir un borde de mar en el mar, al construir este borde se nos aparece el margen y este nos da la posibilidad de generar un interior habitable. Este se construye por medio de la utilización del Brazo Polinesio que aúna el cobijo en su recorrido: en lo alto es techo y en lo bajo rompeolas.” (Ávila, 2009)¹⁴

La hipótesis planteada es la siguiente: “Diseñar un artefacto marítimo habitable que permita ser instalado de manera permanente en lagos y zonas marítimas de poca profundidad por la incorporación de dos brazos polinesios y una estructura de techo que responde a las condi-

ciones del clima de lugares expuestos a vientos y a olas moderadas.” (Ávila, 2009)¹⁵

Para ello realizan modelos a escala que permitan definir la arquitectura, la envolvente y estudios de comportamiento ante oleaje y viento. Se realizan modelos estructurales como el de catenaria invertida y modelos de burbujas de jabón.



Imagen 170. Estudio hidráulico de generación de olas.

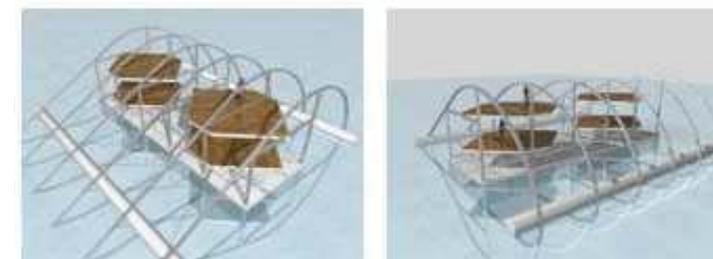


Imagen 171. Modelos virtuales de la estructura de la propuesta.

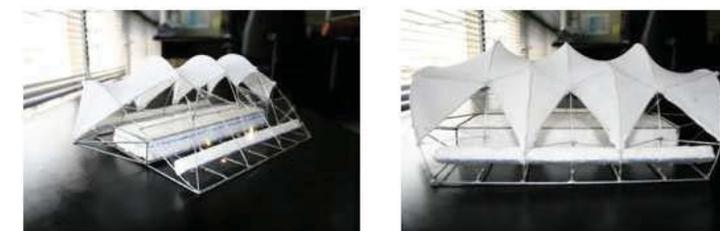


Imagen 172. Modelo a escala de la propuesta.



Imagen 173. hidroavión italiano que consiguió una velocidad de 709 km/h en 1934, tiene doble hélice de rotación contraria y un motor de 24 cilindros.



Imagen 174. El Hydroptère es un velero hidrofoil cuyo diseño de hidropiano multicasco le permite alcanzar grandes velocidades. Rompió el récord mundial mantenimiento de una velocidad de 52,86 nudos (97,90 kmh; 60.83 mph) durante 500m con 30 nudos de viento.



Imagen 175. El zapatero de agua mide entre dos y tres centímetros de longitud corporal. Se desliza sobre el agua apoyándose en su segundo par de patas, mientras que el par posterior lo utiliza a modo de timón; ambos pares poseen una almohadilla formada por pelos hidrorrepelentes, que consiguen formar una bolsa de aire sobre la superficie.

4. Elevación de la estructura sobre la superficie marina.

Uno de los requerimientos de habitabilidad es elevar el espacio habitable por sobre la superficie marina. Se toman como referencias estructurales los hidroaviones y trimaranes de alta velocidad, ambas estructuras cuyo cuerpo superior debe responder a sollicitaciones aerodinámicas y mantener una conexión entre los dos medios.

Los partidos estructurales de estos sistemas consisten en pilotes o brazos que conectan el cuerpo central con los pontones de flotación.

a). WAM-V

El WAM-V, es un buque adaptable al oleaje sobre la base de una tecnología de catamaranes ultraligeros y flexibles, de estructura modular permitiendo adaptarse a las necesidades específicas de los usuarios, las misiones o proyectos.

A diferencia de los barcos convencionales, los cascos de un WAM-V se ajustan a la superficie del agua, de este modo no empuja, golpea o perfora las olas, sino que utiliza la flexibilidad para adaptar su estructura y forma a la superficie del agua. Consiste en una superestructura flexible relacionada con pontones diseñados especialmente por varios componentes que se mueven entre sí. Lo componen resortes, amortiguadores y rótulas de articulación para mitigar las tensiones a la estructura, la carga y la tripulación.

características del prototipo.

Desplazamiento: 12 toneladas a plena carga.

Eslora: 100 pies.

Manga: 50 pies.

Calado: 8 "adelante y 16 " de popa a media carga.

Planta de Energía: Dos de Quantum Series QSB5.9 355 mhp Cummins MerCruiser Diesel., TwinDisc marinos engranajes MG-5061A y Arneson ASD 8 unidades de superficie.

Tripulación: 2 - 12

Carga máxima: £ 4000

Materiales y componentes: Titanio, aluminio y textiles refrzados.

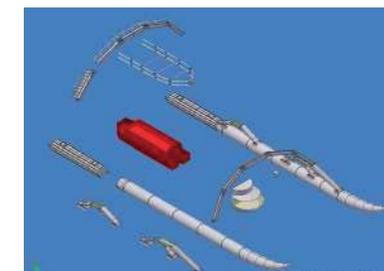


Imagen 176. Unidades ensambladas que componen el prototipo. La habitabilidad en rojo.



Imagen 177. Vista de proa de WAM-V.



Imagen 178. Habitabilidad del WAM-V, con segmento elevador para acceder a la cabina.



Imagen 179. Detalle del pontón flexible que se adapta a la superficie del mar y amortiguadores de unión con los brazos-arco que estructuran y unen los pontones.

5. Tecnología de la liviandad.

a) Materiales utilizados en la aeronáutica,

Un aspecto sustancial en el diseño de nuevas tecnologías son los avances en cuanto a materiales, que en el caso de la aeronáutica, ha permitido acceder a nuevas posibilidades de diseño y desempeño, referidas absolutamente a la cualidad de los materiales en una ecuación entre peso y resistencia a las sollicitaciones estructurales.

(a). Tela.

Utilizada como membrana de recubrimiento en las estructuras de madera y tensores, la tela fue uno de los primeros materiales utilizados en la aeronáutica. Sin fines estructurales, pero permitiendo la construcción de envolventes extremadamente livianas.

(b). Madera.

La madera y la tela fueron los materiales precursores del diseño aeronáutico, cumpliendo adecuadamente con la ecuación de resistencia necesaria y liviandad.

La composición fibrosa de la madera le otorga mejores

respuestas de trabajo utilizándola en la dirección longitudinal de la fibra, obteniendo valores de módulo elástico y resistencias muy altos para su densidad, pero con la desventaja de sufrir cambios en su tamaño y propiedades por variación de humedad y estar sometida al ataque biológico. Se utilizó hasta la segunda guerra mundial, donde se usó incluso en recubrimientos laminados de las estructuras.

(c). Acero.

A pesar de su excesivo peso y problemas de corrosión, el acero sustituyó a la madera en la construcción con el empleo de chapas corrugadas que ahorraban el peso de los rigidizadores, también se empleó en estructuras de tubo de acero recubiertas de tela. La ventaja de la excelente resistencia y bajo costo del material tenía en contra la

densidad del mismo, 3 veces la densidad de las aleaciones de aluminio, y hasta 10 veces la de la madera. Aun así, el acero sigue siendo esencial para la fabricación de algunos componentes en la aeronáutica.

(d). Aluminio.

A partir de la Primera Guerra Mundial, el desarrollo de sus aleaciones debido a la necesidad de un metal menos pesado que el acero, lleva a su implantación masiva en la aviación hasta nuestros días, por su adecuada resistencia, baja densidad y conocimiento de sus técnicas de fabricación. Dentro de sus desventajas se encuentran la alteración de sus propiedades mecánicas por envejecimiento, su uso limitado por la temperatura; y que pequeñas muescas, cortes o arañazos pueden causar graves perjuicios a una pieza.

Pueden distinguirse actualmente tres grupos de Aluminios, cuyo uso es predominante en la aeronáutica: Aleaciones Al-Cu (duraluminio), que suele emplearse en las zonas del aparato que trabajan a tracción, el Al-Cu-Ni y el Al-Zn, que suele emplearse en elementos que trabajan a la compresión.

(e). Titanio.

Su densidad está entre la del aluminio y la del acero. Se comporta bien ante la corrosión y soporta bien las altas temperaturas (400 – 500°C). Como contrapunto, sus propiedades se degradan en ambientes salinos y su coste es 7 veces superior al del aluminio. Se utiliza en estructuras de aviones militares y civiles, recubrimientos y protecciones térmicas, recubrimiento en la zona de los motores, en zonas altamente calentadas y toberas.

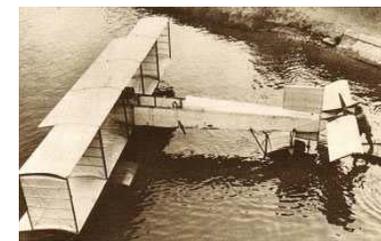


Imagen 180. Hidroavión Canard Voisin bajo pruebas en el sena, 1911.



Imagen 181. Lockheed SR-71 construcción de superficies aerodinámicas en titanio.



Imagen 182. Beechcraft Starship Su fuselaje y todos los compuestos son de grafito.

(f). Materiales Compuestos.

El comportamiento de esta familia de materiales puede asimilarse al de la madera, están conformados por capas de distintos tipos de materiales, lo que hace que sus propiedades varíen según la dirección, espesor y material utilizado. Tienen la gran ventaja de poder fabricar los materiales en función de las necesidades de resistencia y las direcciones de aplicación de las cargas de cada diseño en particular.

i). Fibras.

Los más comunes son fibras embebidas en matrices plásticas, donde los esfuerzos y cargas serán soportados por las fibras, mientras que la matriz da cohesión y mantiene la forma. Las fibras pueden presentarse en forma de tejido, de fieltro, de bandas.

Las primeras en usarse fueron las de fibra de vidrio – matriz epoxy. Se utilizaban en carenados y otras estructuras que no tuvieran que soportar grandes cargas. Luego en los 60 se empleó por primera vez aramidas, más rígido que la fibra de vidrio, soporta muy bien los impactos, pero no trabaja bien a compresión ni soporta bien el ataque medio ambiental. Otras fibras usadas son las de carbono, o las mixtas como aramida-carbono.

El primer material compuesto que se empleó en partes estructurales de un avión fue la fibra de boro, que se fabrican depositando fibras de boro sobre filamentos de tungsteno. Son muy caras y su uso es prácticamente solo militar. La fibra de carbono tiene unas características muy similares a las de boro, y son más baratas de producir. Su módulo de Young es unas tres veces mayor al de

la fibra de carbono, 1.5 veces el de las de aramida, doble que el del aluminio. Su resistencia es algo menor que la del kevlar, y el triple que la del aluminio. En contacto con aleaciones de aluminio le corroen, por ello han de estar debidamente aislados.

Como problema tienen que son un tanto sensibles a los golpes: se dañan y pierden sus características, y los daños producidos no son sencillos de localizar.

ii). Estructura de un honeycomb.

La estructura básica es un núcleo, cuya forma variará en función de las propiedades que queramos obtener (por ejemplo, flexibilidad), el recubrimiento (puede ser metálico o bien de madera o de materiales compuestos), y una capa intermedia entre ambos, que hace que se adhieran.

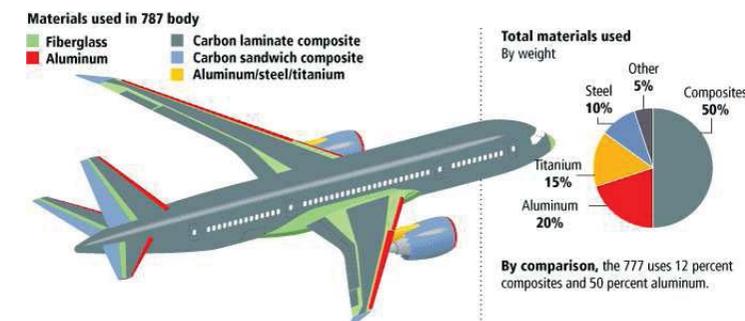


Imagen 183. Materiales usados en el cuerpo de un boeing 787.

En función de la carga a emplear el núcleo puede fabricarse de distintos materiales:

- (1). Espuma- Foam: Para zonas poco cargadas, como algunos revestimientos, carenados, radomos, techos, paredes.
- (2). Madera.
- (3). Nomex (papel impregnado): se consiguen estructuras muy ligeras y altamente resistentes.
- (4). Metales como Aluminio y acero.

iii). Matriz metálica

- (1). Grafito-Aluminio (ARAL): Está compuesto de delgadas láminas de aluminio y fibra de aramida. El aluminio proporciona alta resistencia de forma isotrópica, y propiedades metálicas para la forja,

mientras que la fibra de aramida proporciona al material compuesto resistencia a rotura y fatiga.

- (2). Boro-Aluminio
- (3). Fibra de vidrio-Aluminio (GLARE): Se desarrolló por el mal comportamiento del ARAL frente a la compresión (por las fibras de aramida), consiste en un conjunto de láminas alternas de aluminio y fibra de vidrio. Sus características son una alta resistencia a la rotura y muy alta resistencia a la fatiga (la fibra de vidrio amortigua la propagación de grietas), Resistencia a daños externos, Alta resistencia a la corrosión, Buena resistencia al fuego. Existen variantes unidireccionales, bidireccionales.

- (4). Grafito-Titanio (TIGRE)

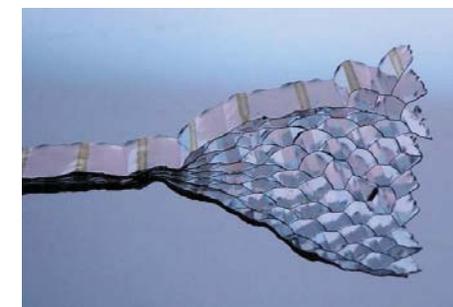


Imagen 184. Honeycomb de los años 60.

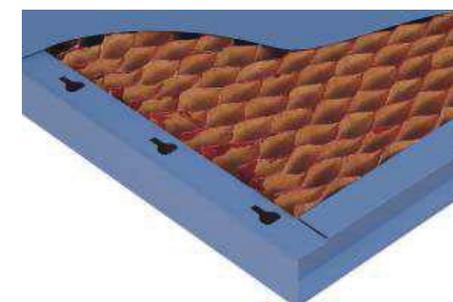


Imagen 185. Panel de estructura honeycomb.

b). Polietileno de Alta Densidad (HDPE)

El polietileno de alta densidad (HDPE, High Density Polyethylene) es un polímero de la familia de los polietilenos: un polímero termoplástico conformado por unidades repetitivas de etileno. En su proceso de polimerización, se emplean catalizadores tipo Ziegler-Natta, y el Etileno es polimerizado a bajas presiones, mediante radicales libres. Obteniendo una estructura química es lineal, sin ramificaciones. Se puede procesar por los métodos de conformado empleados para los termoplásticos, como son: moldeo por inyección, rotomoldeo y extrusión.



Imagen 186. Formato base del HDPE en forma de pellets incoloros.

(a). Características.

Algunas de sus características principales son:

- i). Excelente resistencia térmica y química.
- ii). Muy buena resistencia al impacto.
- iii). Alta resistencia: tensión, compresión, tracción.
- iv). Alta procesabilidad, fácil y rápido manejo.
- v). Es flexible, aún a bajas temperaturas.
- vi). Es tenaz.
- vii). Es muy ligero, su densidad es igual o menor a 0.952 g/cm³.
- viii). No es atacado por ácidos, resistente al agua a 100°C y a la mayoría de los disolventes ordinarios.
- ix). No tóxico.
- x). Larga vida útil, con poco o nada de mantención.
- xi). Baratos en relación a otros materiales de construcción.
- xii). Punto de fusión: 135°C Esto lo hace resistente al agua en su punto de ebullición.
- xiii). Impermeable.
- xiv). Combinable con aditivos: dependiendo de su uso final, como antioxidantes, antinflama, antiestáticos, antibacteriales.
- xv). Resistencia a los Rayos Ultravioleta (UV).
- xvi). Excelente aislante eléctrico.

(b). Usos en la construcción náutica.

Las notables características del material frente al clima marítimo, hacen que sea ampliamente utilizado en la industria de la construcción naval de embarcaciones menores, jaulas para la acuicultura, tuberías y estanques. A continuación se desarrollan las cualidades básicas de jaulas y el proceso constructivo de una embarcación.

i) Jaulas.

El sistema estructural de las jaulas se comporta dinámicamente, las fuerzas que afectan a la red son transmitidas al marco estructural, y desde el son transferidas al sistema de fondeo. Debido a esto, los elementos constructivos se diseñan flexibles o rígidos, siendo la estructura general una combinación de estos.

Se pueden clasificar los tipos de jaulas según el sistema estructural utilizado para soportar la red, desde lo cual podemos identificar tres categorías: flotantes, semi-sumergibles, sumergible; y dos tipos mecánicos: flexible o rígido

Las jaulas rígidas se dejaron fuera ya que no son construidas en HDPE, sino diseñadas con una rigidez estructural suficiente para resistir sin grandes deformaciones siendo construidas generalmente de acero estructural.

(1). Jaulas flotantes flexibles.

El objetivo que persigue este diseño es que la jaula adapte su estructura, adecuándose según la forma de la ola por lo que son de gran flexibilidad, dada por tubos superresistentes a las deformaciones, ensamblados por termofusión y electrofusión. Tienen una larga vida útil y son estructuras libres de mantenimiento. Opcionalmente pueden contar con un relleno de poliestireno expandido.



Imagen 187. Jaulas flotantes flexibles de la industria salmonera al sur de Chile.

(2). Jaulas semi-sumergibles.

Estas jaulas se caracterizan por su capacidad de sumergirse por periodos de tiempo en los cuales se presentan condiciones climáticas adversas. De este modo se reduce considerablemente la exposición y por tanto se producirá menor tensión sobre la estructura y los fondeos.

El objetivo de este tipo de sistemas de jaulas se encuentra en aumentar la seguridad y disminuir los costos del sistema. Sin embargo la implementación de los dos modos, superficie y bajo la superficie, y la necesidad de controlar las secuencia de inmersión en el tiempo correcto, añade un riesgo potencial y complejidad al sistema. De igual modo a las jaulas flotantes hay dos clases estructurales flexibles y rígidas.



Imagen 188. Jaula semi-sumergible en proceso de inmersión.

(3). Jaulas sumergibles.

Para el cultivo oceánico de peces, donde las alturas de olas son considerables, las jaulas sumergibles son la única forma de evitar los efectos de las condiciones climáticas de la superficie, donde la operación normal de la jaula estaría a una profundidad adecuada bajo la columna de agua peligrosa. De igual modo la presencia de hielo en invierno es otro factor que a hecho necesario el diseño de este tipo de jaulas. Estos sistemas según se requiera pueden emerger a la superficie para procedimientos de mantenimiento y/o inspección.



Imagen 189. Jaula sumergible siendo inspeccionada por buzos.



1 Dimensionamiento y corte de piezas

3 Construcción de los pontones, fusión de piezas con maquina de termofusión.

7 Instalación de quilla.

ii). Método constructivo de embarcaciones en HDPE.

Seaplast es una empresa especializada en la fabricación de productos de polietileno HDPE y en la instalación de tuberías de polietileno en las áreas de cultivos marinos, agua potable e industria en general. La fabricación de productos se realiza a partir de tuberías y planchas de HDPE.

La características principales de las embarcaciones construidas son:

- (1). Seis compartimentos estancos en el tubo de flotación.
- (2). Poca manutención.
- (3). Resistentes a los impactos.
- (4). Resisten perfectamente las diferentes condiciones climáticas sin requerir ningún cuidado especial.
- (5). Están diseñadas para ser utilizados con un motor fuera de borda desde 60 a 90 hp.
- (6). Se fabrican embarcaciones de 6,4 y 8,6 metros de eslora y 2,4 y 3,0 metros de manga.

(7). La durabilidad de las embarcaciones esta pre-dispuesta para 10 años dada la protección UV del polietileno.

(8). Todas las soldaduras de sus cuadernas, quilla, casco y piso se realizan de acuerdo a normas DVS.

(9). El tiempo de construcción : 27 días casco + 9 días cabina = 36 días.

(10). Diámetros de tubos utilizados = 400mm, 500mm y 630mm.

(11). Cuentan con una placa 250mm de alto sobre el tubo de flotación de sobre borda.

(12). Costo de una embarcación en HDPE es 60% mas económico que una de aluminio.



8 Union de pontones por medio de cuadernas

9 10 Construcción de la estructura de cubierta

12 Tapa de popa

14 Cubierta

15 Instalación cabina

Imagen 190. Serie de imágenes del proceso de construcción de una embarcación de HDPE en los astilleros de Seaplast.

Imagen 191. Etapa de construcción de un embarcación de HDPE, donde se realiza la instalación de cuadernas uniendo los pontones a la quilla.



EMBARCACIÓN Z-700

Características principales:

Diámetro del tubo de flotación: 400 mm

Sobre cubierta estándar : 200 mm

Eslora total: 7.000 mm

Eslora de flotación de: 5.750 mm

Manga exterior: 2.600 mm

Manga interior 1.800 mm

Capacidad de pasajeros: 18 personas

Capacidad de carga: 3.000 Kg

Potencia recomendada: 60/80 HP

Tipo de motor Fuera de borda

6. Estudio de tecnologías para la energía.

Para desarrollar el diagnóstico energético eléctrico del artefacto naval, y dar solución a su producción y almacenamiento aprovechando las energías renovables, se realiza un estudio preliminar de las tecnologías disponibles, sus características y requerimientos.

1. Estudio preliminar de las tecnologías disponibles en las áreas conectadas al proyecto.

a). Tecnologías de iluminación.

La iluminación está representada por dos tecnologías:

- (a). Lámparas fluorescentes o ampolletas de bajo consumo.
 - i). Son casi frías, ya que la mayor parte de la energía que consumen es convertida en luz, a diferencia de las ampolletas incandescentes que transforman prácticamente la mitad de la energía que consume en calor.
 - ii). Utiliza entre un 50 y un 80% menos de energía que una ampolleta normal incandescente para producir la misma cantidad de luz. Por ejemplo, una ampolla de bajo consumo de 22 vatios equivale a una ampolleta incandescente que consume 100 vatios.
 - iii). Esperanza de vida hasta 10 veces superior a las ampollas tradicionales
 - iv). Convierte hasta 15% de la energía que consume en luz visible, a diferencia de una ampolleta incandescente que convierte el 2,6% de la energía que consume en luz visible.

(b). LED.(Light Emitting Diode)

Es un tipo particular de diodos semiconductores que emiten luz al conducir electricidad. Proporcionan una luz clara, no se calientan, consumen veinte veces menos que una bombilla incandescente y duran años.

Dentro de la envoltura de plástico de un diodo LED hay un material semiconductor, que al aplicar una pequeña corriente eléctrica, emite luz, sin producir calor y con un color definido.

- i). Tamaño: a igual luminosidad, un diodo LED ocupa menos espacio que una bombilla incandescente.
- ii). Luminosidad: los diodos LED son más brillantes que una bombilla, y además, la luz no se concentra en un punto (como el filamento de la bombilla) sino que el todo el diodo brilla por igual, lo que produce una luz más global.
- iii). Duración: un diodo LED puede durar 50.000 horas, o lo que es lo mismo, seis años encendido constantemente. Eso es 50 veces más que una bombilla incandescente.
- iv). Consumo: las bombillas por diodos LED consumen más de 10 veces menos que las bombillas a incandescencia con la misma luminosidad. (ej, las lámparas de 3W

b). Producción de energía por medio de paneles fotovoltaicos.

que pueden sustituir a una bombilla de 40W). Eso porque el diodo LED emite luz monocromática directamente en la longitud de onda de color requerido por lo que no existe transformación de luz en calor, al lo contrario, una bombilla incandescente produce luz en todo el espectro, visible y invisible, y así pierde 90% de la energía consumida en calor.

v). Sin radiación U.V.

vi). Fácilmente controlables y programables.

vii). Alta resistencia a los golpes y vibraciones.

viii). Requerimientos bajos de voltaje y consumo.

La única desventaja de esas lámparas es su precio: casi 20 veces el precio de una ampolla tradicional. Pero sin embargo, las ventajas de consumo mínimo, tamaño reducido, ausencia de emisión de calor y la resistencia a vibraciones y golpes van a favor de la implementación de ese tipo de iluminación.

En el caso de la producción de electricidad, existen dos tipos distintos de tecnologías: la energía fotoeléctrica y la energía termoeléctrica.

La energía termoeléctrica aprovecha el calor producido por los rayos del sol, calentando un fluido gracias a un concentrador y un colector. Este fluido, por medio de turbinas, convierte su energía térmica en energía eléctrica.

La energía fotoeléctrica es la que genera directamente energía eléctrica. Se basa en el efecto fotovoltaico, que se produce al incidir la luz sobre materiales semiconductores. La energía fotoeléctrica se colecta a partir de paneles fotovoltaicos. Los paneles fotovoltaicos están formados por dispositivos semiconductores que al recibir radiación solar, se excitan y provocan saltos electrónicos, generando una pequeña diferencia de potencial en

sus extremos. El acoplamiento en serie de varios de estos fotodiodos permite la obtención de voltajes mayores que se aprovecha o usando directamente la electricidad, o almacenando la energía eléctrica en acumuladores.

Existen dos grandes tipos de paneles fotovoltaicos: los cristalinos y los amorfos, los primeros teniendo el mejor rendimiento, que alcanza los 20% y los paneles amorfos llegan al 10%.

Las celdas fotovoltaicas son hechas principalmente de un grupo de minerales semiconductores, de los cuales el silicio, es el más usado. Sin embargo, tiene que ser de alta pureza para lograr el efecto fotovoltaico, lo cual encarece el proceso de la producción de las celdas fotovoltaicas.

La electricidad producida por un panel fotovoltaico es en corriente continua y sus parámetros característicos (intensidad y tensión) varían con la radiación solar que incide sobre las células y con la temperatura ambiente.

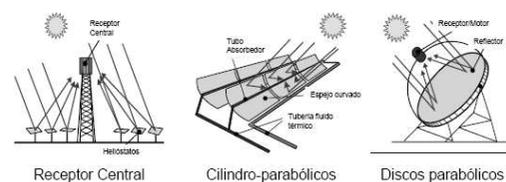


Imagen 192. Principales procesos usados para aprovechar la energía termoeléctrica

“La electricidad generada con energía solar fotovoltaica se puede transformar en corriente alterna, con las mismas características que la electricidad de la red convencional, utilizando inversores.” (FOCER, 2002, p.40)¹⁶

La capacidad energética nominal de los módulos fotovoltaicos se indica en vatios-pico (Wp), lo cual indica la capacidad de generar electricidad en condiciones óptimas de operación. La capacidad real de un módulo fotovoltaico difiere considerablemente de su capacidad nominal, debido a que bajo condiciones reales de operación la cantidad de radiación que incide sobre las celdas es menor que bajo condiciones óptimas.

Por ejemplo, un módulo de 55 Wp es capaz de producir 55 W más o menos un 10 % de tolerancia cuando recibe una radiación solar de 1.000 vatios por metro cuadrado (W/m²) y sus celdas poseen una temperatura de 25°C. En condiciones reales, este mismo módulo produciría una

potencia mucho menor que 55 W.

Los paneles solares propuestos para uso en el ambiente marino tienen características particulares:

- (a). Capases de resistir a condiciones difíciles de salinidad y viento.
- (b). Paneles flexibles que se adapten a las superficies.
- (c). Ligeros y de tamaño reducidos para adaptarse al espacio, y no implementar cambios importantes en el centro de gravedad del artefacto naval.
- (d). Alto rendimiento, dado que en general, las superficies disponibles no son muchas.

La elección misma del panel que se implementara se hará en el capítulo siguiente, cuando se haya elegido el consumo global del bote, según la superficie disponible y la potencia necesaria.

Panels Solares Flexibles	SM90M	SM120M	SM150M	SM180M	SM225M
Potencia	15Wp	20Wp	30Wp	40Wp	56Wp
Intensidad (A)	0,9	1,1	1,7	2,2	3,0
Peso (Kg)	1,65	2,4	2,15	3,9	4,9
Dimensiones (mm)	620 x 250 x 2	430 x 450 x 2	590 x 450 x 2	740 x 450 x 2	750 x 610 x 2

Tabla 17: Tabla de características de paneles fotovoltaicos flexibles de la marca Enervolt.

c) Producción de energía en embarcaciones marinas por medio de generadores eólicos.

Es esencial recurrir a varias fuente de energía, dado que la producción de energía fotovoltaica no asegura la satisfacción completa de los requerimientos del artefacto naval. Los molinos eólicos, llegan a ser eficientes a partir de 5m/s de viento, condiciones que se cumplen en las islas.

En el caso de los veleros, existen varias posibilidades para implementar el molino, normalmente se elige ubicarlo en la parte trasera del barco, donde no impide ningún movimiento de velas o seres humanos, y es de acceso fácil en necesidad de reparación. Pero también se puede implementar arriba del mástil, donde molesta aun menos y donde puede capta mas viento con menos turbulencias, bajo la gran desventaja de su inaccesibilidad.

En el proyecto se elige ubicar el molino en popa por dos razones: no ocupa espacios de la habitabilidad y cualquier producción de contaminación acústica, es desahogada por el mismo viento. Se eleva el molino lo suficiente para escapar de cualquier turbulencia que pudiese ser creada en la envolvente.

Actualmente, los molinos de viento se caracterizan por su potencia, que cambia según la velocidad del viento en el lugar considerado. Por lo que un molino se elige según la potencia necesaria, y los recursos eólicos presentes. La notoria diferencia de potencial entre los diferentes molinos, confirma la importancia de una elección estudiada. Como los datos originales eran puntos aislados, se hizo una aproximación a funciones lineares, que permitirá obtener el potencial disponible directamente según la velocidad del viento.

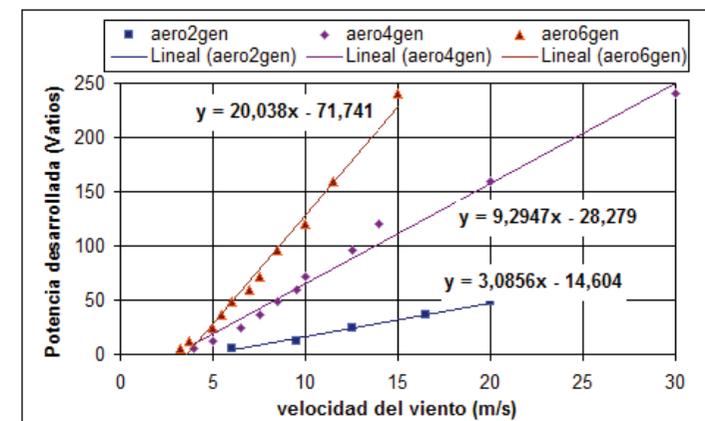


Tabla 18. Gráfico de características de potencia de los molinos fabricados por la compañía ITT.

Capacidad (Ah)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)	Peso (kg)
75	242	175	190	22
100	330	175	240	30
200	520	230	2440	66

Tabla 19. Tabla de capacidad, tamaño y peso de baterías.

d) Almacenamiento de energía eléctrica.

Debido a que la radiación solar y la fuerza eólica son recursos variables, en parte previsible (ciclo día-noche), en parte imprevisible (nubes, tormentas); se necesitan equipos apropiados para almacenar la energía eléctrica y para utilizarla cuando se necesite. El almacenamiento de la energía eléctrica producida por los módulos fotovoltaicos y los molinos eólicos se hace a través de baterías.

Las baterías tienen que satisfacer el consumo total de electricidad. Es importante saber que existen varios tipos de baterías, con distintas características de potencia máximas, de servidumbre, y de números de ciclos que aguanta una batería según el tipo de descarga (50, 80 o

100%). En nuestro caso, los aparatos implementados no necesitan potencia importante al encender, pero es importante guardar un margen de seguridad en caso de insuficiencia de potencial de carga en un día.

La característica principal de una batería es el número de Ah (Ampere horas) que esta es capaz de proveer la dicha batería a tasa fija durante un número de horas preciso.

e). Organización general de un sistema de producción, almacenamiento y uso de energía eléctrica fotovoltaica y eólica.

Un sistema aprovechando la energía fotovoltaica, y la energía eólica, tiene que ser capaz de adaptarse continuamente a las condiciones de carga o de uso de la energía. Por eso, se necesita un conjunto de equipos construidos e integrados especialmente para realizar cuatro funciones fundamentales:

- (a). Transformar directa y eficientemente la energía solar y eólica en energía eléctrica.
- (b). Almacenar adecuadamente la energía eléctrica generada.
- (c). Proveer adecuadamente la energía producida (el consumo) y almacenada.
- (d). Utilizar eficientemente la energía producida y almacenada.

Esto se traduce en los siguientes elementos: los módulos fotovoltaicos y molinos eólicos acompañados de una batería, de un regulador de carga solar, un regulador de carga eólica y de un inversor.

El controlador regulador de carga es un dispositivo electrónico, que controla tanto el flujo de la corriente de carga proveniente de los módulos hacia la batería, como el flujo de la corriente de descarga que va desde la batería hacia las lámparas y demás aparatos que utilizan electricidad. Si la batería ya está cargada, el regulador interrumpe el paso de corriente de los módulos hacia ésta y si ella ha alcanzado su nivel máximo de descarga, el regulador interrumpe el paso de corriente desde la batería hacia las lámparas y demás cargas.

El regulador de carga tiene como características principales la potencia y el voltaje aguantados.

Hay que notar que la potencia aguantada varía mucho, en este caso varía entre 50 y 130 Wp con un voltaje de 12V, y será necesario de tomar en cuenta esta característica. Los módulos fotovoltaicos proveen corriente directa a 12 ó 24 Voltios por lo que se requiere el uso de un inversor, que transforme, a través de dispositivos electrónicos, la corriente directa a 12 V de la batería en corriente alterna a 12V o 120 V.

	SR50UL	SR100UL	SR130TL
Potencia	12V, 50Wp	12V, 100Wp	12V/24V, 130Wp

Tabla 20. Tabla de características de los reguladores de carga solar Enervolt.

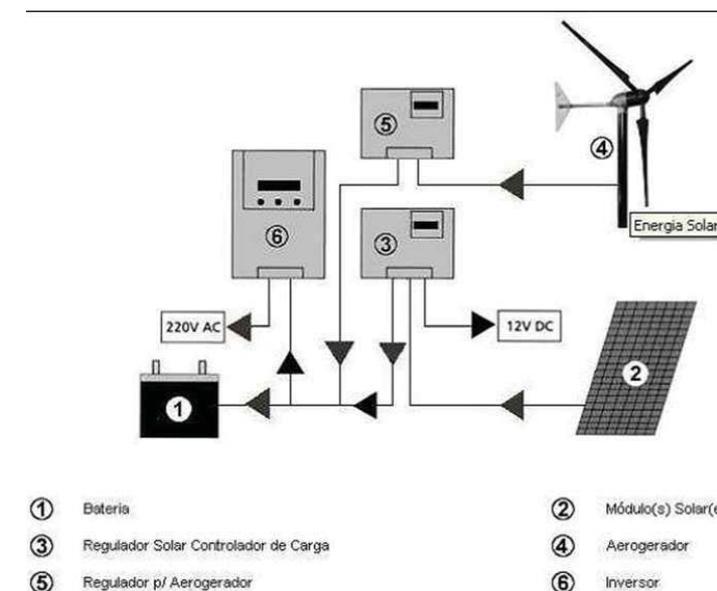


Imagen 193. Vista global de un sistema de producción, almacenamiento y uso de energía eléctrica eólica y fotovoltaica.

7. Teoría de modelos.

La principal metodología de verificación de los proyectos náuticos y marítimos es la realización de ensayos, mediante modelos análogos a escala reducida en canales de prueba, túneles hidrodinámicos, túneles aerodinámicos o en plataformas con modelos marítimos. No existe teoría de cálculo matemático para los fluidos, sí modelos virtuales numéricos, basados en comportamientos estadísticos. La metodología de modelos permite visualizar el comportamiento de los fenómenos hidrodinámicos que inciden sobre la forma. Es un proceso eminentemente creativo y cualitativo. Se modela la forma por sucesivos acercamientos, correcciones y verificaciones, hasta demostrar o dar con las hipótesis planteadas (forma).

La teoría de modelos busca resolver la pregunta sobre la relación de escalas y las proporciones entre los modelos y los prototipos, para que las pruebas a las que son sometidos los modelos correspondan al comportamiento que tendría el prototipo en la realidad.

Existen modelos físicos y modelos numéricos, los primeros son reproducciones a escala reducida de los prototipos, los cuales son sometidos a pruebas para observar su comportamiento ante los parámetros estudiados. Los modelos numéricos son estudios del comportamiento utilizando desarrollos matemáticos.

Con estos dos tipos de modelos se puede tener una idea del comportamiento del prototipo en escala real.

(a). Relaciones de semejanza entre modelo y prototipo.

a). Parámetros geométricos.

Para escalar los parámetros geométricos del modelo se sigue un sistema de escala lineal: para el largo, ancho, alto. En el caso de los modelos realizados, se ha utilizado la escala 1:20, la cual responde correctamente a los fenómenos que se quieren observar. Si bien lo mejor es aproximarse a la escala del prototipo (1:1) lo máximo posible, en este caso, las dimensiones de la obra hacen que la escala 1:20 sea manejable en cuanto a transporte a laboratorio y materiales de construcción.

ej: la escala de 1:20 se refiere a que una determinada medida del modelo es 20 veces menor que la del prototipo.

La fórmula para la conversión de escala simple de los parámetros geométricos es la siguiente:

L_p = Largo del prototipo.

L_m = Largo del modelo.

E_m = Escala del modelo.

$$\frac{L_p}{E_m} = L_m$$

b). Área.

Para la relación de área entre el modelo y el prototipo se utiliza una escala cuadrática. Significa cuantas veces una superficie caben en la original.

ej: $20^2 = 400$, con lo que podemos afirmar que las superficies del modelo 1:20 caben 400 veces en el prototipo.

La formula para la conversión de escala cuadrática del área es la siguiente:

A_p = Área del prototipo.

A_m = Área del modelo.

E_m = Escala del modelo.

$$\frac{A_p}{E_m^2} = A_m$$

c). Volumen, masa y peso.

Para la relación del volumen (y por consecuencia también para la masa y el peso) entre el modelo y el prototipo se utiliza una escala cúbica.

ej: a escala 1:20, el modelo pesará $20^3 = 8.000$ veces

menos que el prototipo. Es decir, si el prototipo pesa 15 toneladas, el modelo pesará $15/20^3 = 1,875$ kgs.

La formula para la conversión de escala cúbica para el volumen, masa y peso es la siguiente:

P_p = Peso del prototipo.

P_m = Peso del modelo.

E_m = Escala del modelo.

$$\frac{P_p}{E_m^3} = P_m$$

d). Velocidad.

Para la relación de velocidades entre el modelo y el prototipo se utiliza una escala racional: es la raíz de la escala.

ej: Si la velocidad del prototipo es de 12 nudos, la velocidad del modelo a escala 1:20 será de $12/\sqrt{E_m} = 2,6$ nudos. La formula para la conversión de escala racional para la velocidad es la siguiente:

V_p = Velocidad del prototipo.

V_m = Velocidad del modelo.

E_m = Escala del modelo.

$$\frac{V_p}{\sqrt{E_m}} = V_m$$

e). Revoluciones.

Para la relación entre las revoluciones entre el modelo y el prototipo se utiliza la misma formula que para la velocidad, pero invertida.

ej: Si la hélice del prototipo tiene 300 RPM, la hélice del modelo a escala 1:20, tendrá $300 \times \sqrt{20} = 1.341$ RPM

RPM_p = Revoluciones por minuto del prototipo.

RPM_m = Revoluciones por minuto del modelo.

E_m = Escala del modelo

$$RPM_p \times \sqrt{E_m} = RPM_m$$

(d). Método de correlación de Froude.

a). Cálculo de oleaje.

Para simular las condiciones de viento y oleaje en laboratorio, se deben realizar cálculos de semejanza que proporcionen las medidas de los parámetros del oleaje a utilizar en el modelo. Para ello se utiliza el método de correlación de Froude.

Para los cálculos se definen las siguientes variables:

d = Profundidad.

Lo = Longitud de onda.

T = Periodo

V = Velocidad.

Vm = Velocidad del modelo.

Vp = Velocidad del prototipo.

λ = Escala.

Fr = Froude.

i). Cálculo de la ola real.

(1). Longitud de onda.

Utilizando los datos obtenidos en la polarización de in-formación de clima marítimo en el capítulo..., tenemos que,

$$\frac{d}{Lo} = \frac{2 \pi d}{gT^2}$$

$$Lo = \frac{gT^2}{2 \pi}$$

(2). Periodo.

$$\frac{gT^2}{2 \pi}$$

Despejando T,

$$T = \sqrt{\frac{2 \pi}{g}}$$

(3). Velocidad.

$$V = \frac{Lo}{T}$$

ii). Cálculo de la ola en el modelo.

(1). Velocidad.

Utilizando Froude,

$$Fr = \frac{V^2}{gL}$$

Luego en el modelo a escala 1:20, el cálculo de la velocidad será,

$$Vm = \frac{Vp}{\sqrt{\lambda}}$$

Será la velocidad de ola en el modelo.

(2). Longitud de onda.

$$\frac{Vp^2}{gLp} = \frac{Vm^2}{gLm} \quad Lm = \frac{Vm^2 Lp}{Vp^2}$$

Es la longitud de onda en el modelo.

(3). Periodo.

Finalmente se calcula el periodo de la ola en el modelo,

$$\frac{d}{Lo} = \frac{2 \pi d}{gT^2}$$

$$T = \sqrt{\frac{2 \pi Lm}{g}}$$

iii). Tipos de oleaje al que se somete el modelo.

(1). Oleaje de aguas profundas.

Cuando una ola se desplaza en aguas profundas, por lo que su longitud de onda es menor a la profundidad, la velocidad se formula de la siguiente manera:

$V = [(g * l) / 2\pi] \exp^{1/2}$, donde g es el valor de la aceleración de la gravedad, l la longitud de onda y pi el número pi.

(2). Oleaje de aguas someras.

Cuando una ola se desplaza en aguas someras y su longitud de onda es mayor a la profundidad, la velocidad se formula de la siguiente manera:

$V = (g * h) \exp^{1/2}$, donde “h” es la altura de la ola.

Si el Número de Froude es mayor a la unidad ($F > 1$), el flujo se denomina supercrítico.

Si el Número de Froude es menor a la unidad ($F < 1$), el flujo se denomina subcrítico.

Si el Número de Froude es igual a la unidad ($F = 1$), el flujo se denomina crítico.

Capítulo III. Hipótesis.

El supuesto en que se afirma la tesis parte de una observación de Ignacio Balcells sobre la paz que existe en la profundidad del mar mientras en su superficie se desata una tormenta. Y de como, por medio de un acto, se puede lograr adquirir está calma, y que en medio de la tormenta pique “el pez fabuloso de la paz de las profundidades.”

Se aventura una intuición sobre un sistema de estabilidad que logre tener la mínima influencia del oleaje y el viento:

Lograr la estabilidad de un edificio aero e hidrodinámico, sostenido por pilotes-bielas sobre tres pontones flotantes, disipando la acción del oleaje y el viento mediante un contrapeso de boyantes variable que acciona el despliegue de la estructura, sumergiendo el flotador central, extendiendo sus pontones laterales y elevando el espacio habitable sobre la superficie marina.

Este es el aspecto medular que se busca demostrar en esta tesis.

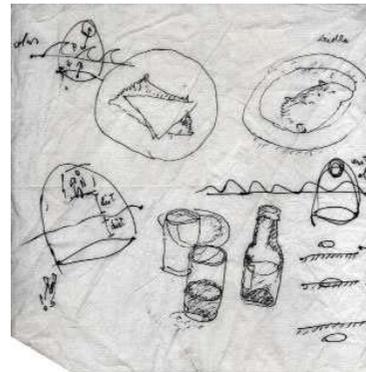


Imagen 194. Esquema inicial de posibles hipótesis en dibujos de sobremesa. Se plantea sumergir la boyantes para ser transparente a los efectos del oleaje.

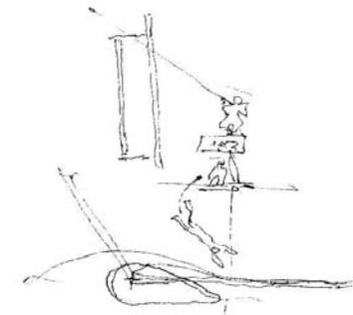


Imagen 195. Esquema inicial de posibles hipótesis en dibujos de sobremesa. Se plantean alturas de habitabilidad a nivel de agua y sobre el.

Capítulo IV. Metodología.

Corresponde a las herramientas con las cuales se busca demostrar la hipótesis. En este capítulo se declara su aplicación ordenada, cuyos resultados se encuentran bajo el mismo orden en el capítulo correspondiente. Las herramientas empleadas fueron:

- A. Requerimientos de alto nivel y Espiral de diseño.
- B. Demostración estructural de funcionamiento de la obra.
- C. Demostración de la estabilidad estática.
- D. Demostración del comportamiento de un artefacto flotante ante el viento y las olas.
- E. Estudio energético.
- F. Definición de la materialidad del proyecto, sobre la base de las demostraciones anteriores.
- G. Demostraciones geométrica acotadas de calce y funcionamiento de las partes y el total.

A. Requerimientos de Alto Nivel (RAN) y Espiral de diseño.

El diseño de un artefacto naval debe considerar múltiples dimensiones que inciden en su proceso de diseño, donde cada requerimiento debe estar presente en armonía con todas las partes y el total. En el diseño de arquitectura naval, se utiliza el método de la espiral de diseño, que corresponde a la presentación de todas las coordenadas a tomar en cuenta en el proyecto, que poco a poco se van ajustando hasta cumplir con la ecuación que permite el correcto desenlace de la obra.

El proceso de diseño comienza con el planteamiento de los requerimientos de alto nivel, cualificaciones y cuantificaciones de los requerimientos del proyecto que se obtendrán de visitas a terreno, mediciones, encuestas y consultas. La meta de esta etapa es plantear las coordenadas particulares del proyecto a tomar en cuenta en el

diseño del mismo. Los requerimientos analizados son:

1. **Requerimientos del cliente.**
2. **Requerimientos legales.**
3. **Requerimientos técnicos**
4. **Requerimientos de diseño.**

La metodología de la espiral de diseño ordena estos requerimientos en el ciclo de proyección cuyo centro es el proyecto integral, de modo que el diseño final contemple paso a paso todas las características y sus relaciones cubriendo las partes y el total.

Se debe repetir cada una de las etapas tantas veces como sea necesario para lograr una correcta integración entre todos los componentes y sistemas del artefacto naval con sus formas y misión principal.

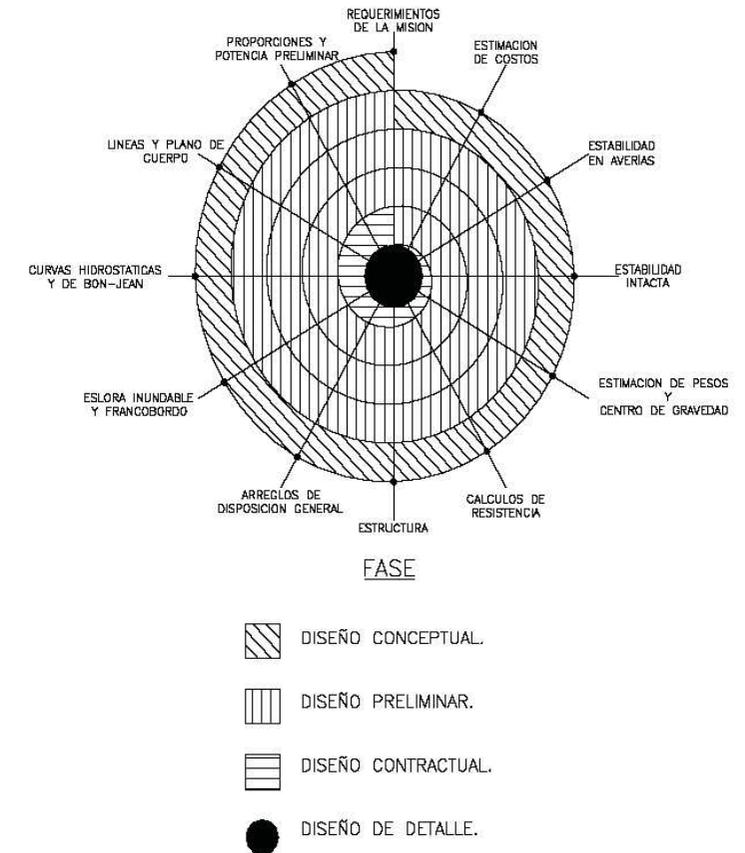


Imagen 196. Esquema de la espiral de diseño

B. Demostración estructural de funcionamiento de la obra.

1. Planteamiento inicial del sistema estructural.

a). Objetivos del proceso.

Uno de los mayores esfuerzos de esta tesis es demostrar por medio de modelos a escala el comportamiento estructural del sistema náutico propuesto. Se construyeron una serie de modelos siguiendo la teoría de modelos, donde se busco la mejor configuración geométrica y relación de pesos para lograr los objetivos y requerimientos de la hipótesis.

Los puntos más importantes que se fueron resolviendo paso a paso hasta llegar a la forma y ecuación precisa del sistema náutico fueron los siguientes:

(a). Elevar la habitabilidad por sobre la superficie del agua por medio de un sistema mecánico accionado únicamente por el lastre en el pontón central.

(b). Lograr que el pontón central se sumerja de manera uniforme, manteniendo su eje horizontal por medio de un sistema de compartimentos que regulan el acceso del agua.

(c). Equiparar la elevación de la habitabilidad con el ensanche de la manga, extendiendo los dos pontones laterales.

(d). Encontrar el calibre geométrico para alcanzar las dimensiones verticales y horizontales deseadas.

(e). Lograr la integración del espacio habitable a la estructura desplegable.

Cada uno de estos pasos se fue resolviendo con modelos sucesivos que dan respuesta particular y general a los requerimientos del sistema náutico. Del mismo modo, cada requerimiento presento sus propios objetivos y estudios correspondientes, como lo fue la integración del espacio habitable a la superestructura cuidando conservar la altura de habitabilidad, lo que requirió un estudio aparte.

Debido a la complejidad que plantea el sistema propuesto, se comenzó desde un modelo básico que cumple con un requerimiento, y a medida que se fueron resolviendo se le fueron agregando dimensiones nuevas.

b). Propuestas de flotabilidad.

Se toma el principio de estructuras plegables y sistemas náuticos que sumergen sus boyantes (submarinos y torres petroleras), para disipar la energía en climas adversos.

Las propuestas para la flotabilidad se debatieron entre la utilización de pontones verticales o horizontales y el sistema de pliegue de cada cual. Se construyeron una serie de modelos pequeños a escala 1:50 para estudiar sus comportamientos y analizar su respuesta a los objetivos planteados.

(a). Modelo 1. Sistema de pontones verticales y habitabilidad soportada.

Inicialmente se plantea un sistema de pontones verticales, cuya ventaja es resolver eficazmente el comportamiento ante el oleaje, logrando un buen desempeño frente a las perturbaciones de la ola. Debido a la mínima área de superficie de flotación el momento producido por la fuerza de la ola es mínimo. Por otro lado el sistema pre-

senta dos desventajas, el hecho de tener una mínima área de superficie de flotación hace que sea muy sensible a los cambios de peso internos, provocando escoras al trasladar un peso móvil dentro del espacio habitable. Por otro lado la longitud de los pontones verticales hace muy compleja cualquier maniobra de aproximación a la costa y remolque del artefacto naval. Se opta por comenzar a trabajar en modelos cuya configuración de pontones sea horizontal.

i). Observaciones:

- (1). Sensibilidad a pesos móviles debido a reducida área de superficie de flotación.
- (2). Complejidad de maniobra a poca profundidad por excesivo calado.
- (3). Complejidad de maniobras de remolque..

ii). Propuestas:

- (1)., (2). y (3). Probar configuración de pontones horizontales.

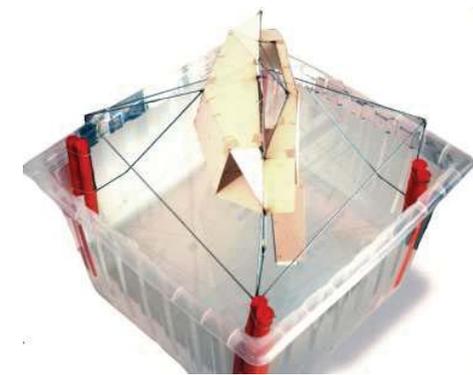


Imagen 197. Modelo 1, se prueba una configuración de fontones verticales.

(b). Modelo 2. Sistema de dos pontones horizontales y pilotes verticales con habitabilidad colgante.

Se propone un sistema de pontones mixtos uniendo las cualidades favorables de cada sistema, donde la boyantes principal sea aportada por dos pontones horizontales que se unen por medio de pilotes a la habitabilidad. Por medio del lastre de estos pontones se busca traspasar la boyantes perdida a los pilotes verticales a medida que se sumerge la estructura la plegable. El pliegue posibilita que la habitabilidad colgante adquiera mayor altura.

Las desventajas de este planteamiento resultaron ser muchas. Por un lado, si bien la habitabilidad aumentaba su altura con el pliegue de la estructura, la relación entre esta elevación y la inmersión total de la estructura no lograban cumplir con las dimensiones verticales mínimas.

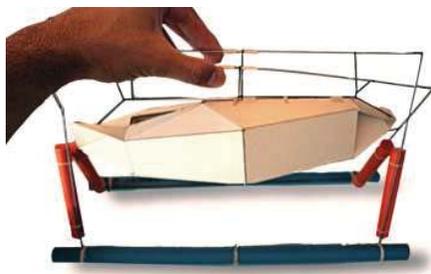


Imagen 198. Modelo 2, se prueba una configuración de pontones horizontales y habitabilidad colgante.

Esta configuración presentó los mismos problemas de escora ante pesos móviles, ya que su área de plano de flotación pasaba de una considerable área aportada por los pontones horizontales, a una mínima área en los pilotes. Otro comportamiento negativo es la excesiva dependencia del total de la estructura a los pontones laterales al momento de lastrarlos con agua, quedando referida la estabilidad a comportamientos de cuerpos en flotabilidad neutra que ejercen fuerzas negativas ante la poca resistencia de los pilotes.

i). Observaciones:

(1). La plegabilidad no logra alcanzar la dimensión vertical adecuada al sumergirse los pontones laterales.

(2). Con el traspaso de flotabilidad a los pilotes verticales se tienen los mismos problemas de sensibilidad a los pesos móviles.

ii). Propuestas:

(1). y (2). Integrar un pontón central que se sumerja con lastre y dejar los pontones laterales en la superficie sin perder el aporte de su área de flotación, ni restar altura al sumergirse.

(c). Modelo 3. Sistema de tres pontones horizontales y pilotes verticales con habitabilidad colgante.

El sistema resuelve los puntos anteriores incorporando un pontón central que se ocupa del lastre y librando los pontones laterales de dicho esfuerzo. De este modo, al mantener la línea de flotación, la altura de la habitabilidad adquirida por el pliegue de la estructura es considerable, alcanzando su objetivo. Se observa una notoria mejora en el comportamiento ante el oleaje.

Los puntos a solucionar siguen siendo fundamentales, por un lado la habitabilidad colgante no responde bien ante los efectos del oleaje, mostrando grandes balanceos y desestabilizando el total. También se presenta una contradicción en el pliegue de la estructura, al momento de sumergirse el pontón central conectado a los laterales, estos lo siguen logrando la elevación del espacio habita-

ble, pero perdiendo manga y por ende reduciendo la estabilidad transversal. Esto sumado a la elevación del centro de gravedad, deja al modelo menos estable que en su configuración sin lastre.

i). Observaciones:

81). La plegabilidad es actualmente inversa a lo que debiese ser en su dimensión horizontal, debe adquirir mayor manga y no restar.

(2). Balanceo de la habitabilidad colgante ante el oleaje.

ii). Propuestas:

(1). Diseñar un nuevo sistema de plegabilidad que se extienda tanto en su dimensión vertical como horizontal.

(2). Cambiar la partida estructural del espacio habitable de colgante a soportado.

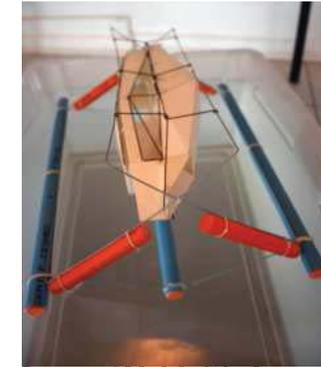


Imagen 199. Modelo 3. en su configuración sin lastre.

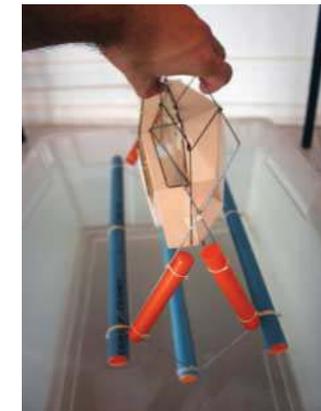


Imagen 200. Modelo 3. en su configuración con lastre.

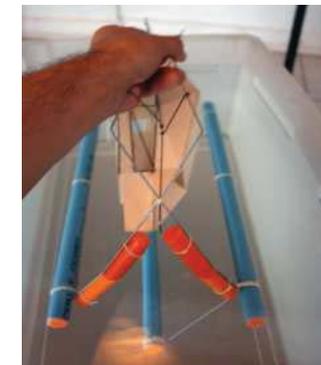


Imagen 201. Modelo 3. en su configuración semi-sumergida

c). Diseño de la geometría desplegable.

(a). Modelo 4. Sistema de tres pontones horizontales con pilotes verticales con habitabilidad soportante.

Se realiza un salto importante en el modelo enfocando el diseño en los dos aspectos a solucionar del modelo anterior, para lo que se proponen dos cambios en el sistema náutico:

i). Diseñar un estructura plegable que gane tanto en su dimensión vertical como en su dimensión horizontal, sin comprometer una a la otra.

Para ello, se realizan estudios de la inmersión de un cubo en el agua, analizando los planos formados por la superficie y las posibles modificaciones que pueden realizarse para “abrir” el cubo extendiendo las distancias de sus dos planos diagonales. (Ver capítulo V, B. Fundamento creativo) Se llega a la configuración de un cubo plegable a través de su plano diagonal por medio de la deformación de dos planos opuestos del cubo con vertices-bielas.

De este modo se pueden obtener la ampliación de las siguientes dimensiones:

Para un cubo de arista A, puede pasar de una dimensión vertical 0 a 2A, y puede pasar de una dimensión horizontal 0 a 4A. En el modelo, esto quiere decir que la habitabilidad puede pasar de estar a nivel de agua, hasta 2 veces el largo de los pilotes, del mismo modo que el pontón central se puede sumergir 2 veces esta distancia. Por otro lado, los pontones laterales pueden ampliar su manga al doble. Para el correcto desempeño de la estructura, solo se utiliza la mitad de las dimensiones, es decir el paso del plano al cubo con vértices de 90°. De este modo se obtienen dos instancias, el plano y el cubo. El plano es utilizado cuando el artefacto naval debe remolcarse y el cubo se utilizara cuando el artefacto naval deba adquirir mayor estabilidad.

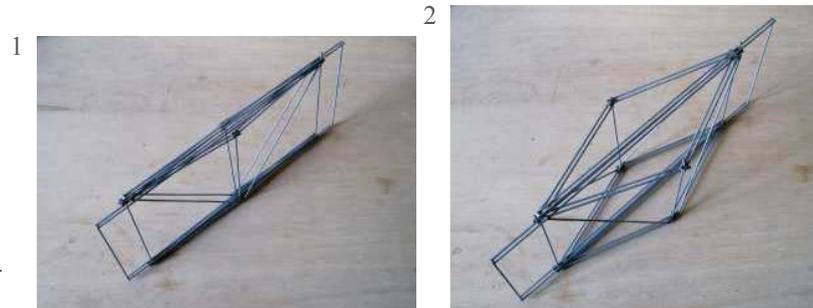
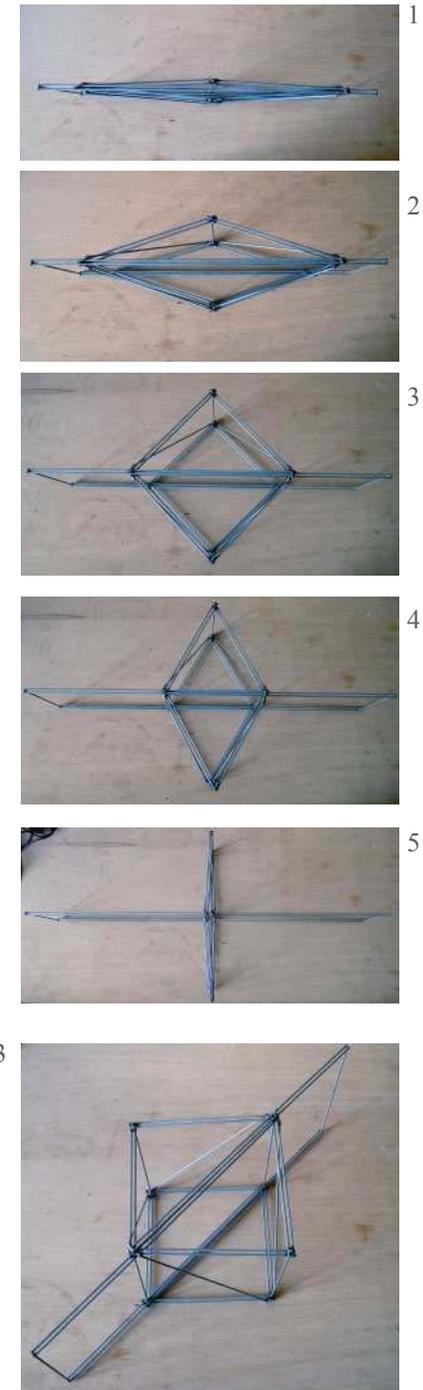


Imagen 202. Secuencias de despliegue y pliegue des mecanismo.

ii). Hacer que la habitabilidad se integre al sistema de modo que no sea colgante.

Para evitar el balanceo de la habitabilidad se integra a la superestructura de forma que los pilotes-bielas la soporten. De este modo se transforma la estructura original de cuatro bielas articuladas a cinco. La correcta elevación de la habitabilidad se corrige en futuros modelos, ya que ciertas pruebas demostraron que bajo la influencia de oleaje severo, el suelo de la habitabilidad podía ladearse.

Con estos dos puntos resueltos, se logro alcanzar un sistema estructural congruente a los requerimientos geométricos de la estructura para cumplir los objetivos. Por ello , se deajo la escala 1:50 y se comenzó a trabajar con escala 1:20 para tener un mejor control de la relación de pesos

necesaria para que el lastre logre elevar el espacio habitable sin necesidad de sistema de ayuda.

(1). Observaciones:

- Realizar un cambio de escala.
- Comenzar a estudiar la relación de pesos necesaria para que el lastre logre elevar el espacio habitable.

(2). Propuestas:

- Se comienza a trabajar en escala 1:20.
- Se comienza la construcción de una piscina de pruebas.

d). Piscina de pruebas.

Se construye una piscina de pruebas en la escuela de arquitectura de la PUCV, para poder gobernar de mejor modo cualquier variable que afecte las pruebas.

La piscina consiste en un anillo construido con láminas de cholguán liso y una superficie doble de polietileno transparente sobre una superficie de 75 cm.

El diámetro de la piscina se calcula de acuerdo a la medida de máxima extensión del modelo (120 cm.), sumando una distancia de margen al borde, llegando a los 200 cm de diámetro. Su profundidad se calcula de acuerdo al alcance máximo del pontón central al estar sumergido más un margen de 30 cm, llegando a 60 cm.



Imagen 203. Modelo 4 en su configuración plegada.



Imagen 204. Modelo 4 en su configuración desplegada.

2. Modelos estructurales para comprobar la relación de pesos y el sistema de lastre.

a). Modelo 5. Relación de pesos y sistema de lastre.

Este es el primer modelo con escala 1:20, cuyo objetivo principal es conocer el peso de lastre necesario para lograr elevar el espacio habitable.

(a). Estudio de las fuerzas componentes.

Se realizan pruebas en un modelo a escala 1:20 de la relación de pesos necesaria para elevar el peso con un contrapeso. Para ellos se utilizan pesos de plomo de 1 gr., llegando a la proporción necesaria para levantar el espacio habitable fuera del agua. Luego se ajusta el peso considerando la pérdida aparente de peso que experimenta el lastre sumergido.

Con este peso se calcula el volumen de los dos pontones laterales para que en la situación de máximo peso, es decir con la máxima carga y el pontón central sumergido, la línea de flotación este en el punto medio de los pontones presentando la máxima área de flotación para apoyar el momento de inercia. Esto significa que la reserva de flotabilidad es del 100%. Con esta relación de pesos como base, se comienzan las pruebas en el modelo a escala 1:20 para calibrar y corregir el sistema.

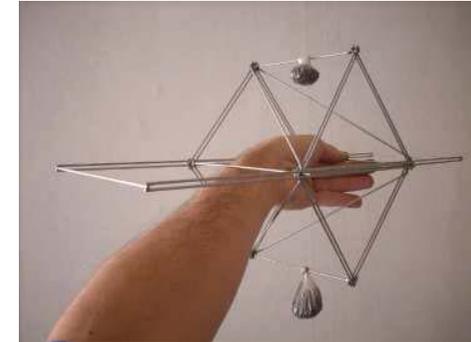


Imagen 205. Relación de pesos entre el lastre que acciona el mecanismo y el peso que debe ser elevado.



Imagen 206. Mangueras de llenado y vaciado del pontón central.



Imagen 207. Bomba exterior de llenado.



Imagen 208. Vara de cobre para otorgar pesos al modelo.



Imagen 209. Tubería de PVC, utilizada en el modelo como pontón central de lastre.

(b). Sistema de lastre del pontón central.

Se diseña un sistema de bombas para el lastre del pontón central para encontrar el peso indicado que accione la estructura elevando el espacio habitable.

i). Bomba de agua interna (Jebao ap355) de 42 mm x 52 mm x 45 mm.

ii). Bomba de agua externa (Shott) de 51 mm x 57 mm x 58 mm)

Ambas bombas con capacidad de 300 litros por hora, con una altura máxima de 0,6 m.

iii). Tubo PVC de 70 mm. de diámetro externo y 70 cm de largo. Con dos tapas de PCV.

iv). 4 tubos de PVC de 50 mm. de diámetro externo y de 75 cm de largo.

v). Mangueras de polietileno de 14 mm.

vi). Manguera shaft de 35 mm. enroscable.

vii). Lastre de varas de cobre de 12 mm.

viii). Cable eléctrico, y sistema interruptores para las bombas.

Se perforo el tubo de PVC a 10 centímetros de una de las tapas para poder tener acceso a la bomba interior, para lo cual se debió contrapesar el otro extremo a fin de mantener el centro de gravedad coincidiendo con el centro geométrico. Se agregan varas de cobre como lastre distribuidas en su interior hasta llegar al peso deseado. Luego se sellan las tapas del tubo con pegamento vinilit y hinchable aislante. Se instalan las mangueras dentro de un conducto mayor consolidando shaft por donde pasan

las mangueras de llenado y vaciado, el cable eléctrico de la bomba y el aire necesario para no generar vacíos. Este sistema debe integrarse al modelo, para lo cual debió considerarse que el pontón central tenía mayor diámetro que los laterales para poder instalar el sistema de lastre. Este cambio no significa mayores variaciones en la geometría y diseño del prototipo, pero sí debe ser considerada al momento de calcular la cantidad de agua que ingresa como lastre.



Imagen 210. Instalación de la bomba y los pesos al interior del PVC y manguera de conexión eléctrica y de mangueras.



Imagen 211. Modelo 5, detalle de pieza balancín adaptada en el eje móvil de corredera.

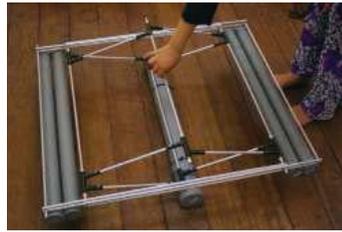


Imagen 212. Modelo 5, despliegue del mecanismo.

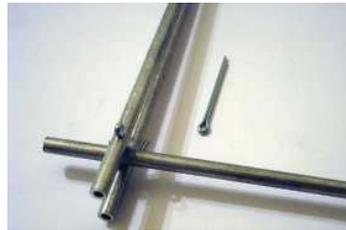
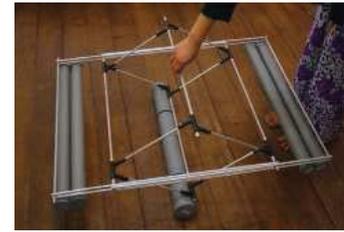


Imagen 213. Modelo 5, primeras pruebas de unión de perfiles aluminio.



Imagen 214. Modelo 5, detalle de la unión de los carriles de corredera a los pontones laterales.



Imagen 215. Modelo 5, situaciones de pliegue del modelo. Sus características finales son un largo de: un ancho variable de: un alto variable de: y un peso de:

(c). Estructura.

La estructura del modelo se realiza con tubos de aluminio de 8 mm. y 6 mm de diámetro con 1 mm. de espesor, y series de piezas: 8 de 76 cm, unidos con tornillos de 3x20, 3x35 y 3x50 mm. Las uniones flexibles se realizan con 16 conectores plásticos T, cortadas y trabajadas para conseguir los ángulos exactos de recorrido de rotación de las bielas.

Se agrega una vara de cobre en la arista superior para otorgar el peso del espacio habitable.

(d). Pruebas.

No se logran desarrollar las pruebas debidamente debido al roce producido por el eje que se desplaza horizontalmente al desplegarse, por lo que no se tienen lecturas reales de la relación de pesos.

i). Observaciones:

- (1). Los flotadores laterales amarrados con alambre se desplazan ejerciendo fuerzas no deseadas en el riel horizontal provocando deformaciones.
- (2). El roce del perfil que se desplaza por el riel tranca el

despliegue de la estructura haciendo mas difícil el trabajo del lastre por levantar el espacio habitable.

ii). Propuestas:

- (1). Diseñar un nuevo sistema de fijación de los flotadores laterales a la estructura.
- (2). Eliminar el roce del perfil que se desplaza por el riel por medio de un sistema de perfiles corredera.

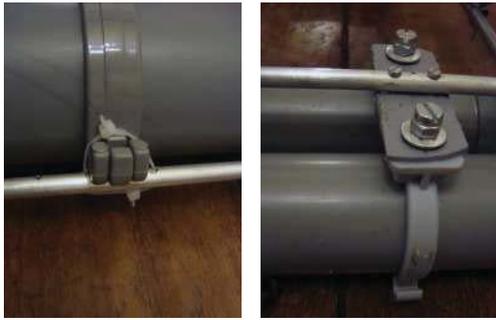


Imagen 216. Modelo 6, detalle de unión de pontones laterales y pontón central a los perfiles de aluminio.



Imagen 217. Modelo 6, detalle de la construcción de topes en el recorrido de las correderas y el calce de la rueda en los perfiles guías.



Imagen 218. Rueda con eje aluminio.



Imagen 219. Curvatura de calce al perfil y topes.



Imagen 220. Distintas pruebas.



Imagen 221. Introducción del alma de aluminio.

b). Modelo 6. Articulación de desplazamiento de ejes.

Este modelo se centro en resolver el roce producido por el desplazamiento de ciertos elementos en la estructura plegable. Para ello se experimento con diversos tipos de ruedas de múltiples radios y anchos instaladas en los ejes de rotación de los elementos que se desplazan para lograr la plegabilidad.

Se calculan los recorridos de cada pieza para pasar de la estructura plegada a la desplegada y se instalan topes en cada uno de los extremos del recorrido.

Para la nueva unión de los pontones laterales se utilizan placas de PVC unida por medio de tornillos a abrazaderas de PVC, conformando de este modo una unión solida que otorga la facilidad de montar y desarmar los pontones. Estas uniones son instaladas en cada extremo de los pontones. Para el pontón central se utilizan abrazadera de mayor tamaño, también de PVC a las cuales se unen perfiles de aluminio por medio de aprieta cables. Este sistema permite la manipulación del pontón central de forma separada del modelo para la calibración de pesos, sellado y bombas de agua.



Imagen 222. Modelo dispuesto en la piscina de pruebas en su configuración plegado.



Imagen 223. Inicio de llenado del pontón central muestra irregularidades en la inmersión del mismo y en la elevación del peso superior.



Imagen 224. Aleatoriamente se logra realizar inmersiones estables del pontón central con un correcto despliegue de la estructura.

Se observa que el pontón central se sumerge de forma irregular, produciendo un desajuste en el despliegue, trancando el proceso. Por otro lado, cuando el pontón logra sumergirse de forma controlada, el sistema logra elevar el peso situado en el espacio habitable.

Se nota la influencia de la bomba en el comportamiento del pontón central, siendo una de las posibles causas del desajuste en la inmersión del pontón. Por otro lado, la deformación de los planos conformados por el eje superior (habitabilidad) y los pilotes-bielas, acentúa las trabas durante el despliegue, revelando problemas de rigidez en las bielas que sostienen el espacio habitable y las que sostienen el pontón central.

(a). Observaciones:

- i). Inmersión irregular del pontón central.
- ii). Deformación de los planos estructurales conformados por las bielas.

(b). Propuestas:

- i). Centrar la bomba de agua en el pontón y diseñar un sistema de mamparos para su equitativa distribución en el pontón.
- ii). Consolidar los planos estructurales por medio de tensores.

(c). Análisis de medidas.

Se miden los calados de los pontones y las distancias de recorrido de los ejes plegables, así como el recorrido vertical de elevación del espacio habitable y la inmersión del pontón. Con estas medidas se calibra geométricamente la estructura y los ángulos de recorrido de las bielas.

Pontón A.



Recorrido eje A.



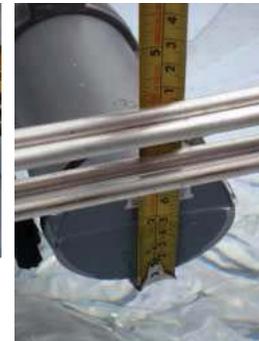
Eje C.



Recorrido eje B.



Pontón B.



Pontón central.

Calado pontón A. 3 cm.

Calado pontón B. 3 cm.

Calado pontón central. 4,8 cm.

Recorrido eje A. 12 cm.

Recorrido eje B. 12 cm.

Elevación eje C. 32 cm.

Inmersión Pontón central. 30 cm.

Imagen 225. Serie de imágenes de las distancias y calados de la estructura utilizadas para ajustar la geometría del mecanismo.



Imagen 226. Modelo 7, rigidización de los planos de elevación e inmersión.

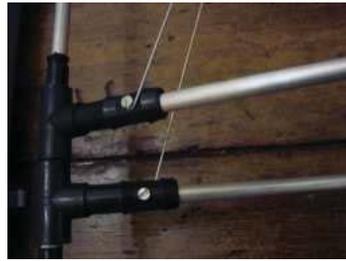


Imagen 227. Modelo 7, detalle de unión de tensores a pieza articuladora de bielas.



Imagen 228. Pruebas de mamparos divisores interiores al pontón central para el control de la distribución del lastre interior.



Imagen 229. Pruebas de despliegue en piscina, el mecanismo alcanza un grado de desarrollo y justeza. La serie de pruebas resulta exitosa, comprobando la relación de pesos necesaria para el despliegue.

c). Modelo 7. Rigidización de planos y diseño de compartimentos de llenado progresivo del pontón central.

Se afianzan los planos generados por las bielas con diagonales de alambre unidas a las piezas plásticas de rotación por medio de un tornillo. Se realiza esta operación tanto para los planos que levantan el espacio habitable como para los que se sumergen con el pontón central.

Se diseñan mamparos de poliestireno para el interior del pontón central que logren distribuir de manera equitativa el agua que ingresa o que sale del pontón. Se opta por una configuración con dos aperturas, una en la parte superior para el correcto intercambio de aire entre los compartimentos y una inferior para una distribución controlada del agua al interior.

Se logran los objetivos en el modelo, realizando varias serie de pruebas exitosas en cuanto al correcto despliegue de la estructura con los pesos calculados.

(a). Observaciones:

- i). La relación de pesos funciona en la geometría simplificada de la estructura, falta integrar la habitabilidad.
- ii). La transmisión de fuerzas de las bielas no es directa.

(b). Propuestas:

- i). Integrar el espacio habitable a la geometría del modelo.
- ii). Diseñar las conexiones de rotación de bielas alineadas para una optimización de las fuerzas en la estructura.



Imagen 230. Medidas de distancias en eje de correderas y calado demuestran que la geometría alcanzo un calibre óptimo.



3. Modelos estructurales para integrar el espacio habitable.

a). Modelo 8. Integración del espacio habitable.

El modelo se introduce al estudio de un sistema para integrar el espacio habitable a la estructura de modo que funcione como un total. Para ello se estudian distintos tipos de objetos plegables y los elementos que los componen, poniendo especial interés en aquellos objetos que construyen la plegabilidad desde la traslación de un elemento en su eje vertical.

Tomando el ejemplo del paraguas o el trípode, se definen tres elementos básicos: el anillo que se traslada verticalmente, las bielas que lo sostienen y conectan a los brazos principales que completan el propósito del objeto, que en el caso del paraguas tensan la membrana impermeable y en caso del trípode otorgan los puntos de apoyo en el suelo para la estabilidad de la cámara.

En el caso del modelo, el elemento guía del anillo, es un eje virtual, siendo el anillo el suelo del espacio habitable, las bielas, los conectores entre este suelo y los brazos-bielas mayores de la estructura, y estos últimos los elementos que cumplen el propósito, en este caso elevar. Para aplicar este concepto se toma la sección correspondiente a las bielas y se comienza a indagar en el campo de las dos dimensiones tomando la figura de un triángulo (conformado por las dos bielas), que dentro de el tiene un plano horizontal (el suelo del espacio habitable).

Imagen 231. Estudios de plegabilidad de un paraguas, observación de piezas y ejes de trayectoria.

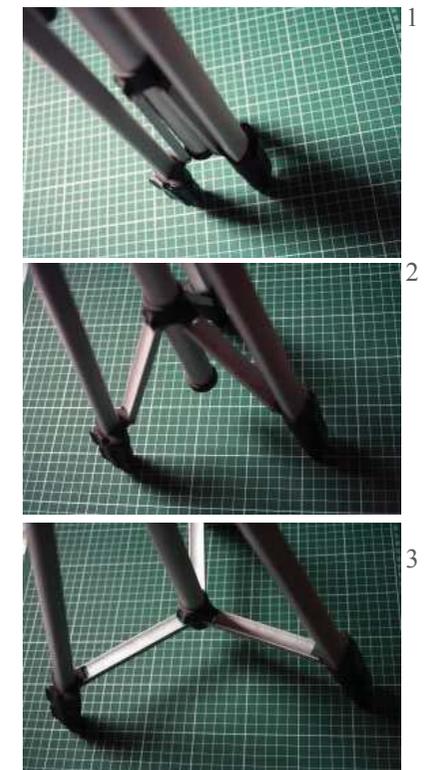
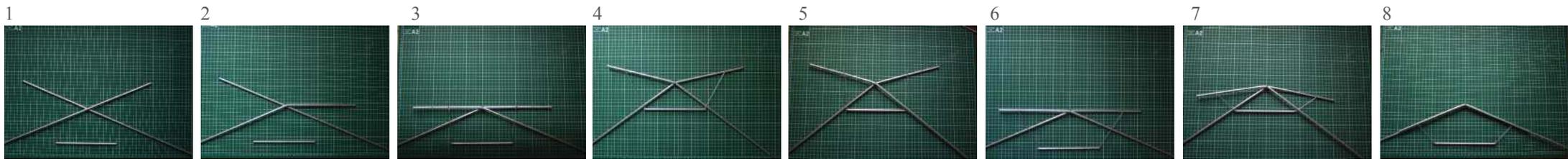


Imagen 232. Estudio de pliegue de un trípode, observación de piezas y ejes de trayectoria.



1 Serie de pruebas bidimensionales para encontrar la geometría que logre integrar el espacio habitable a la estructura. Se busca un sistema mecánico que permita cumplir con las alturas interiores y exteriores estableciendo tamaños, formas, composiciones de los materiales y disposiciones de las piezas.



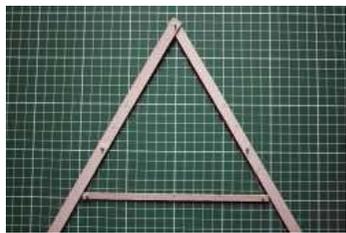
2



3



4



5

Imagen 233. Estudio de las alturas generadas.



Imagen 234. Estudio de los ángulos generados.

(a). Pruebas geométricas de pliegue.

Se prueban distintos largos y puntos de unión para los elementos hasta encontrar la configuración adecuada en cuanto a alturas interiores, ancho del espacio habitable y elevación del mismo.

La configuración que cumple con los requerimientos de altura integrándose al despliegue de la estructura fue la siguiente para un ancho de suelo de 2,8 mt.:

Largo de biela: 7,3 mt., Distancia al eje de rotación superior 4,9 mt. y Largo unión suelo-biela: 3,3 mt.

Las configuraciones probadas con un largo del espacio habitable fijo en 2,8 mt. fueron las siguientes:

- Largo biela: 8/ Distancia a eje de rotación superior: 3 a 6 mt. / Largo unión suelo-biela: 2,5 a 4 mt.
- Largo biela: 7,8/ Distancia a eje de rotación superior: 3 a 6 mt. / Largo unión suelo-biela: 2,5 a 4 mt.
- Largo biela: 7,5/ Distancia a eje de rotación superior: 3 a 6 mt. / Largo unión suelo-biela: 2,5 a 4 mt.
- **Largo biela: 7,3/ Distancia a eje de rotación superior: 3 a 6 mt. (4,9)/ Largo unión suelo-biela: 2,5 a 4 mt. (3,3)**
- Largo biela: 7/ Distancia a eje de rotación superior: 3 a 6 mt. / Largo unión suelo-biela: 2,5 a 4 mt.
- Largo biela: 6,8/ Distancia a eje de rotación superior: 3 a 6 mt. / Largo unión suelo-biela: 2,5 a 4 mt.
- Largo biela: 6,5/ Distancia a eje de rotación superior: 3 a 6 mt. / Largo unión suelo-biela: 2,5 a 4 mt.

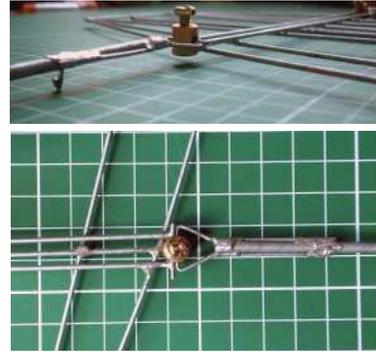


Imagen 235. Propuestas de uniones al suelo del espacio habitable.

(b). Construcción de uniones.

Se prueban distintos tipos de unión entre el suelo del espacio habitable y las bielas. Luego de una serie de pruebas se opta por construir piezas especiales de unión debido a la necesidad de rigidez para evitar el juego del espacio habitable. Las piezas construidas con aluminio consisten en los siguientes elementos:

Biela de aluminio 6 mm. de diámetro y 17 cm con extremo plano curvo perforado y extremo con ranura perforada.

Unión a suelo, consiste en una chapa de aluminio para unir el plano horizontal con del suelo con el eje vertical de la biela. Ambos extremos unidos con tornillos de 3/4".



Imagen 236. Unión realizada con perfiles perforados y aprieta cables, resulta con un mínimo juego que debe corregirse.



Imagen 237. Propuesta de pieza perforada con unión especialmente diseñada para otorgar rigidez.



Imagen 238. Proceso de construcción del extremo de la pieza de unión.

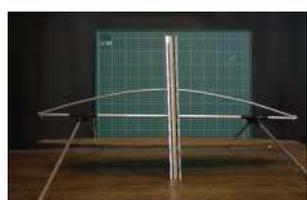


Imagen 239. Estudio de las alturas alcanzadas en distintas etapas de la elevación del espacio habitable.



Imagen 240. Diseño de una pieza de transmisión directa de la componente entre el pontón central y el espacio habitable.

Se realizan pruebas para determinar alturas interiores y exteriores. El espacio interior se deja con una altura máxima de 2,8 mt. y con una altura mínima de 2,2 mt. en sus extremos.

Finalmente el suelo queda en parte colgando del eje central en tres puntos: el punto medio del arco que conforma el cielo y en cada una de las uniones de rotación de las bielas; y en parte sostenido por las bielas, logrando su correcta inserción en la estructura total, elevándose o bajando según la geometría de la estructura.

De este modo el espacio habitable queda en todo momento confinado por elementos que lo mantienen horizontal, ya sea con la estructura plegada, desplegada o en el intervalo de estas dos situaciones, asegurando su posición incluso ante la influencia del viento y el oleaje.



Imagen 241. Uniones del pontón central y eje superior.

Se diseñan nuevamente las piezas de rotación de la bielas, dejando el encuentro de las bielas en un solo punto para transmitir de modo más directo las fuerzas.

Se reajustan las alturas de los rieles con golillas y se cortan todos los elementos sobrantes de tornillos y tubos de aluminio dejando la estructura ajustada y limpia.

4. Modelo estructural de envolvente.

a). Modelo de burbuja de jabón.

Se construye un modelo tridimensional de alambre que, sumergiéndolo en agua con jabón, revela la mínima superficie generada por las curvas de su envolvente.

La forma de la película de jabón en el aire tiende al equilibrio de una esfera, presentando la menor área de superficie exterior de todas las formas geométricas y conteniendo la misma cantidad de aire.

Se desarrollan una serie de modelos a escala 1:50 para observar y corregir el diseño de la envolvente aerodinámica del proyecto, tomando las correcciones naturales de las burbujas y trazando nuevamente los arcos de acuerdo a las uniones generadas en la película de jabón.

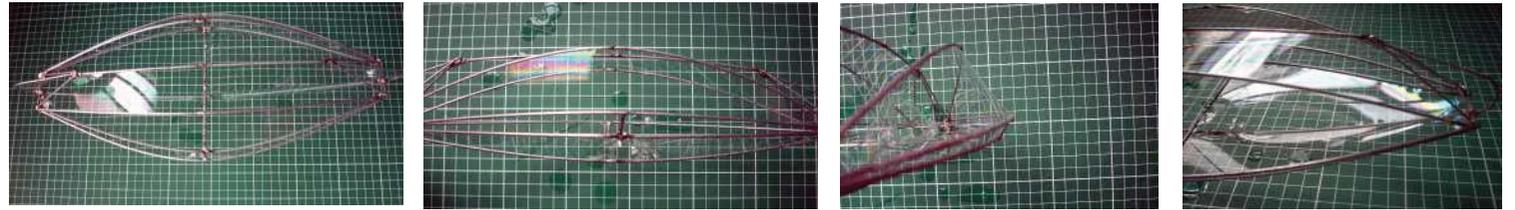


Imagen 242. Modelos de burbujas de jabón, se revela en las uniones de la película de jabón los ajustes que se le deben hacer a la tenso-estructura.

Imagen 243. Frei Otto uso modelos de películas de jabón para diseñar sus tenso-estructuras, desarrollando una técnica de evaluación fotogramétrica muy precisa para recoger los datos. Un caso arquitectónico diseñado bajo estos modelos, es el estadio Olímpico de Munich.



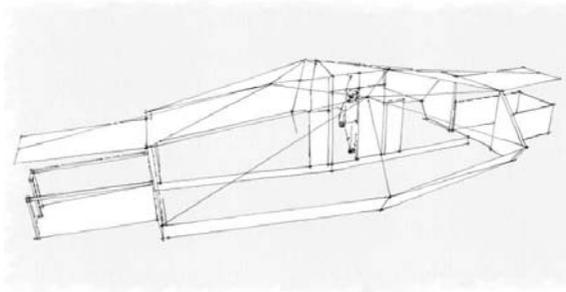


Imagen 244. Primera propuesta contemplando los espacios en una envolvente de geometría poliédrica.

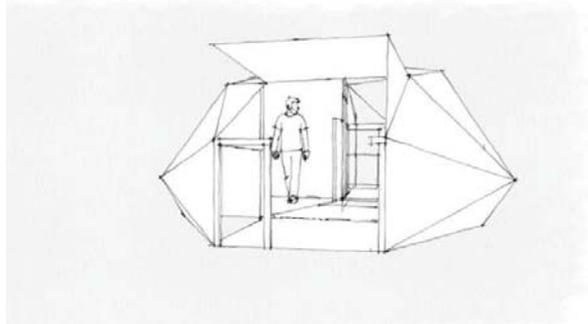


Imagen 245. Extremos cúbicos de acceso.

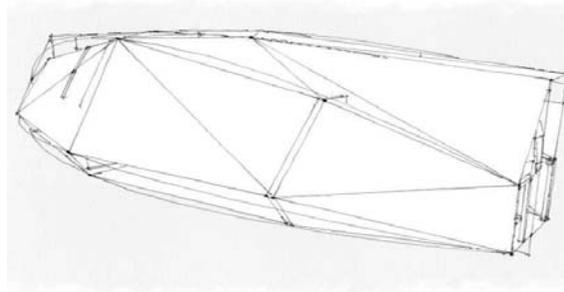


Imagen 247. Diseño de envolvente asimétrica.

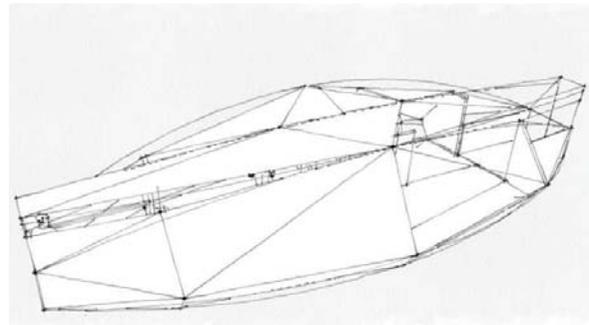


Imagen 248. El pasillo como rasgo fundamental y elemento ordenador tiene impronta en la envolvente uniendo los accesos por un cielo común.

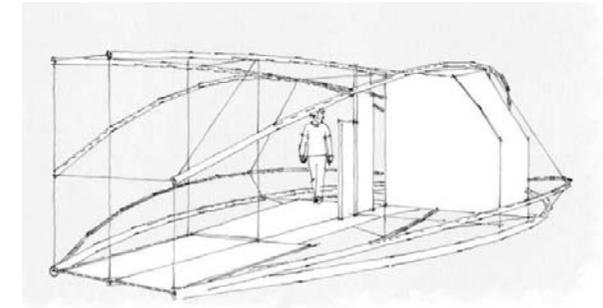


Imagen 250. Introducción de elementos curvos, paso a una geometría de planos alabeados y de doblecurvatura.

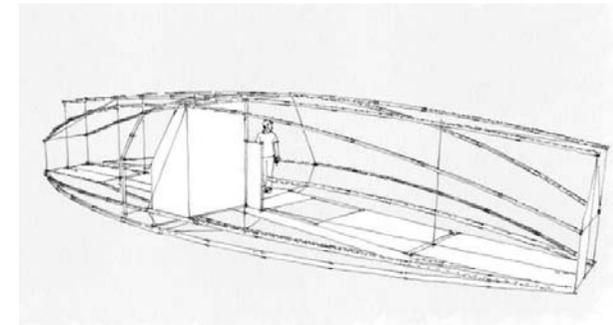


Imagen 251. Las líneas de cierre recorriendo el total para lograr una continuidad en la envolvente exterior.

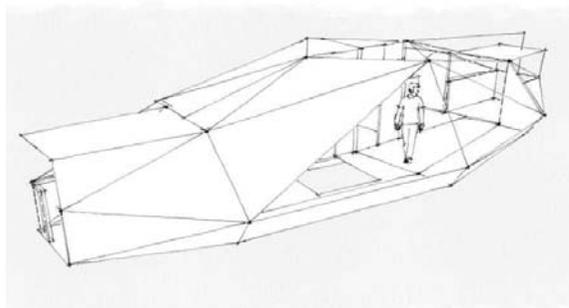


Imagen 246. Transparencia por sustracción de superficies.

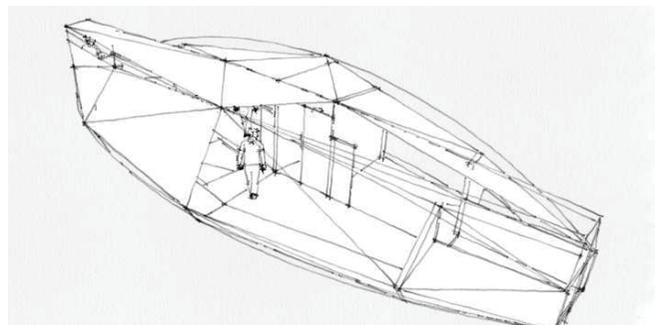


Imagen 249. Lateralidad de la geometría desde el programa interior.

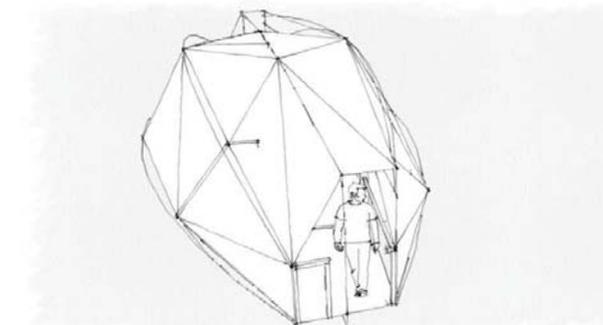


Imagen 252. Reducción de los accesos.

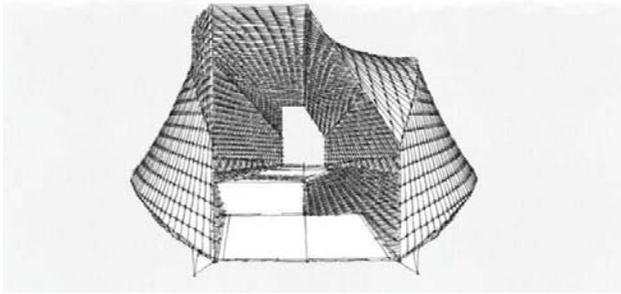


Imagen 253. Envoltura alabeada asimétrica.

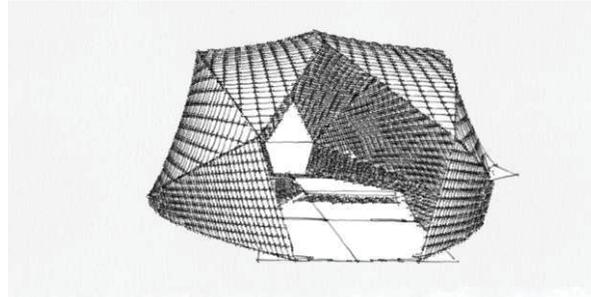


Imagen 255. Envoltura simétrica con extremos

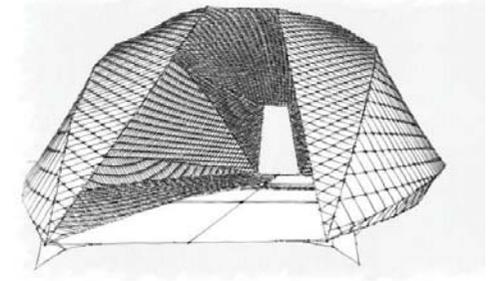


Imagen 257. Envoltura simétrica con extremo en ángulo agudo.

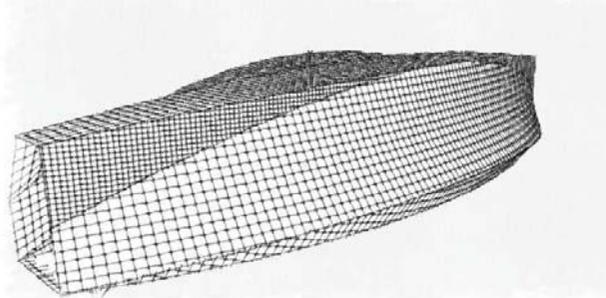


Imagen 254. Vista longitudinal de la envoltura alabeada asimétrica.

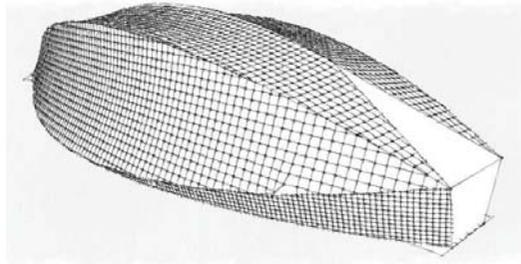


Imagen 256. El cierre queda con superficies planas.

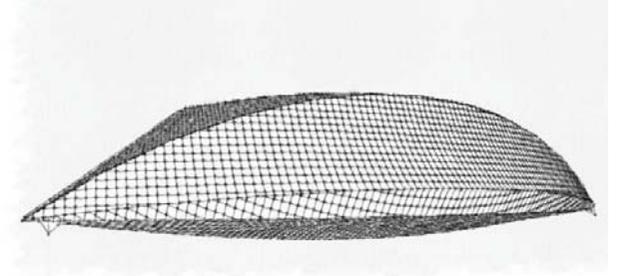


Imagen 258. Dos grandes arcos de extremo a extremo conforman el volumen.

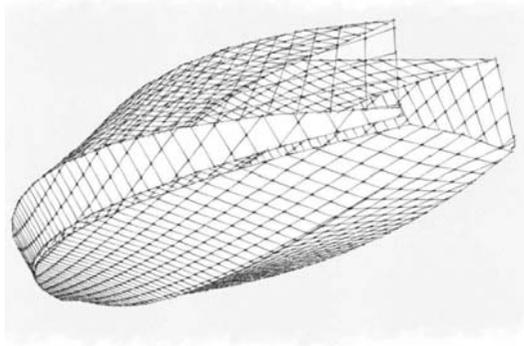


Imagen 259. Vista inferior de la envoltura.

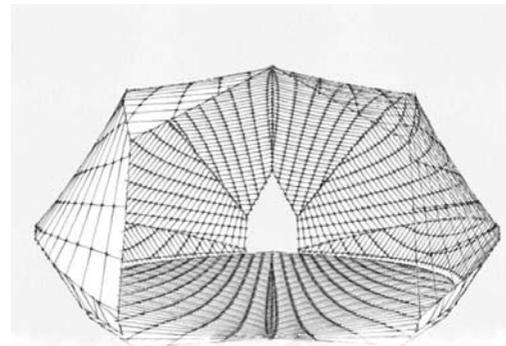


Imagen 260. Envoltura final interior.

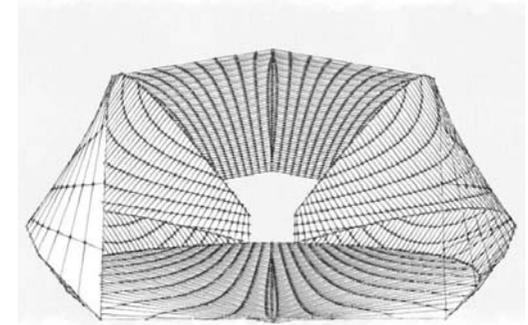


Imagen 261. Envoltura final exterior.



Imagen 262. Primer modelo de traspaso de envoltente de doble curvatura de la película de jabón a plástico tensado.

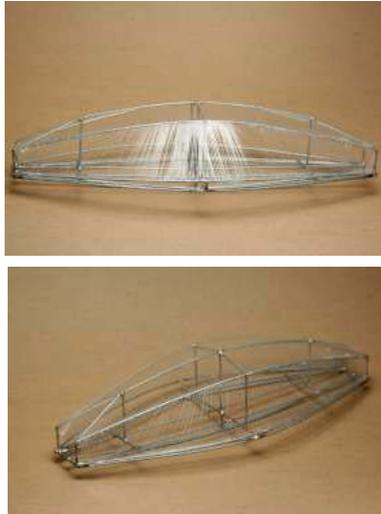


Imagen 263. Segundo modelo con correcciones de curvas y perímetros.

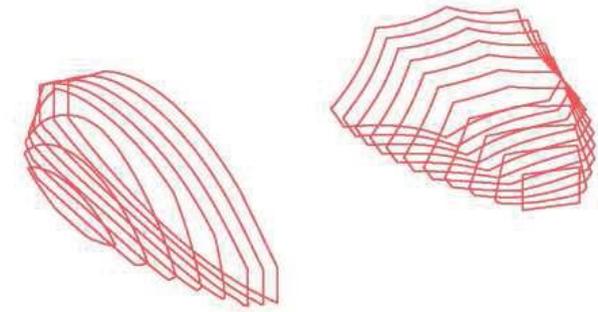
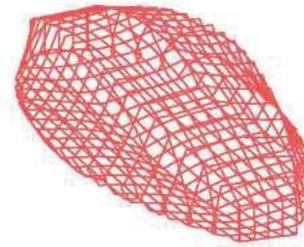


Imagen 264. Generación de un plano de líneas de la envoltente de doble curvatura para poder reproducir las superficies en modelos mayores.

b). Dibujo de los planos de doble curvatura y modelación.

Se trabaja una envoltente compuesta por una membrana cuya forma esta dada por perfiles tubulares y cuadernas, en una estructura solidaria.

Se recubre la maqueta con plástico y se buscan las mejores configuraciones de ancho y curvatura, las cuales luego se probarán en el túnel de viento. Este proceso es desarrollado en la sección D, 2., de este mismo capítulo.

Se dibuja la doble curvatura con programas computacionales obteniendo las componentes transversales y longitudinales para su reproducción en el modelo aerodinámico, es cual es corregido luego de las pruebas en el túnel de viento. El proceso de modelado se realiza variando los arcos para lograr distintas superficies de doble curvatura. En este proceso se utilizaron tubos de policarbonato con la flexibilidad requerida para probar distintas configuraciones.

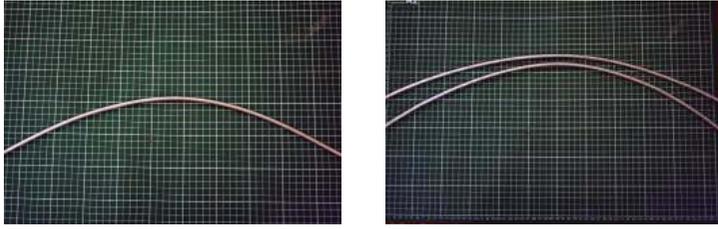


Imagen 265. Doblado de curvas generadoras de la envolvente.



Imagen 266. Instalación de curvas en la estructura y construcción de la envolvente.

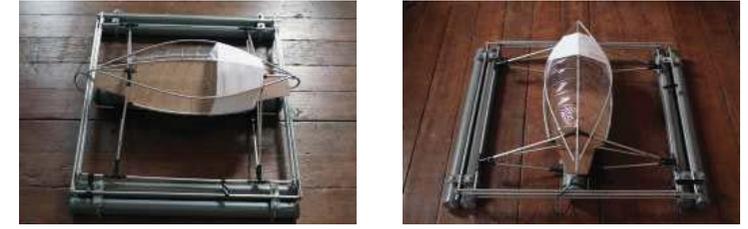


Imagen 267. Se deja la primera capa de plástico y la segunda se construye solo una sección para poder apreciar los espacios y cambios que se producen entre ambas durante el despliegue.

El proceso de construcción de la envolvente comienza con la construcción de los seis arcos, los cuales son doblados cuidadosamente.

Se instalan las cuadernas cada un metro unidas en cuatro puntos de la sección: Arco superior, intersección con suelo en ambos costados y arco inferior. Estas cuadernas son simplificadas en el modelo utilizando alambre.

Los dos arcos intermedios quedan unidos a una pieza que los conecta directamente a las bielas, de modo que cambian su posición de acuerdo al despliegue de la estructura logrando transformar la envolvente, ampliándola o reduciéndola. Con esto se logra que durante la situación plegada, se gana un aire interior, y durante la situación

desplegada, se reduce, reduciendo con ello el área de influencia y cambiando su ángulo de ataque mejorando su respuesta aerodinámica ante la influencia del viento.

Cubriendo las cuadernas va una primera capa plástica simulando la envolvente interior de textil arquitectónico. En la capa externa por fuera de los arcos intermedios se instala lycra simulando la capa exterior de textil arquitectónico.

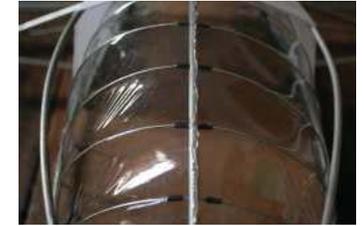


Imagen 268. Detalle de unión al eje central del techo y tensión de la membrana.



Imagen 269. Detalle del interior y los ejes las piezas de rotación.



Imagen 270. Vista general de todas las curvas que componen la envolvente y su resolución estructural.



Imagen 271. Detalle del cambio de ángulo de ataque en la envolvente en la situación de estructura plegada y la situación de estructura desplegada.

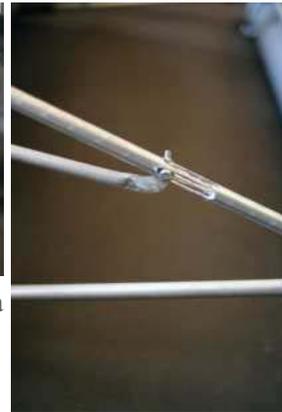


Imagen 272. Detalle de la unión de los estabilizadores del suelo habitable.

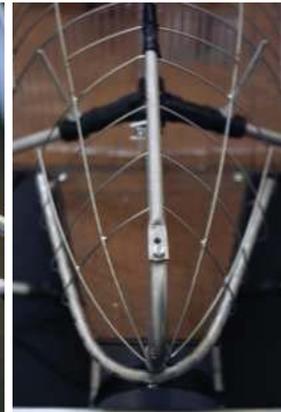


Imagen 273. Detalle de enlace de elementos en los extremos.

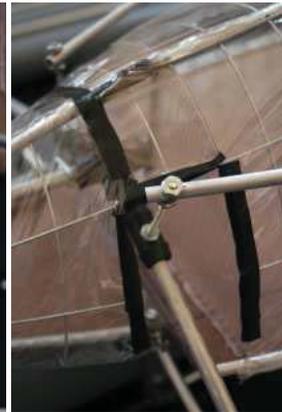


Imagen 274. Detalle del espacio de acceso y los espacios de tránsito de las piezas.



Imagen 275. Vista superior de la estructura.



Imagen 276. Vista general del modelo.

5. Modelo estructural final.

La última etapa del modelo consistió en resolver detalles finales, así como integrar elementos espaciales y de la habitabilidad necesarios para tener una presentación completa de los requerimientos espaciales y buscar cualquier encuentro que pudiese existir entre estos y los elementos técnicos y constructivos que posibilitan el despliegue de la estructura.

Se reconstruyen las piezas de aluminio que han sufrido desgaste en las sucesivas pruebas y se refuerzan las partes de la estructura que trabajan más.

Se calibran nuevamente los ejes desplazables para realizar una última prueba que cierre el proceso.



Imagen 277. Detalle de unión de las piezas correderas y los pontones laterales.



Imagen 278. Ajuste de piezas
Imagen 279. Vista lateral del modelo final.



Imagen 280. Vista frontal del modelo final.

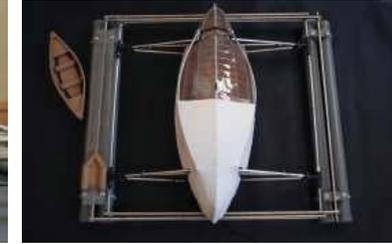


Imagen 281. Vista en plata del modelo final.



Imagen 282. Pruebas finales de relación de pesos y funcionamiento de la estructura.

Se llevan a cabo las última pruebas del modelo en su versión definitiva, tomando todas las medidas y comprobando el correcto funcionamiento de la estructura y sistema de lastre.



Imagen 283. Mediciones de logro de alturas necesarias.

C. Demostración de la estabilidad estática.

Se desarrollan los cálculos hidrostáticos y la aplicación de conceptos de estabilidad analizando el diseño por medio de:

1. Conceptos generales.
2. Cálculo de las Curvas hidrostáticas.
3. Experimento de inclinación en modelos a escala.

1. Conceptos generales.

a). Arquímedes.

El principio de Arquímedes es la base fundamental para comprender los principios de la flotabilidad y el desarrollo de los sistemas náuticos en general, sobre todo los sistemas con la cualidad de sumergirse y emerger en un fluido.

Este afirma que un cuerpo total o parcialmente sumergido en un fluido, será empujado con una fuerza vertical ascendente igual al peso del fluido desplazado por dicho cuerpo. Esta fuerza recibe el nombre de empuje hidrostático o de Arquímedes, y se mide en newtons (en el SI). Otro modo de formular este principio es que todo cuerpo sumergido en un fluido, sufre una pérdida aparente de su peso, igual al volumen del líquido desplazado.

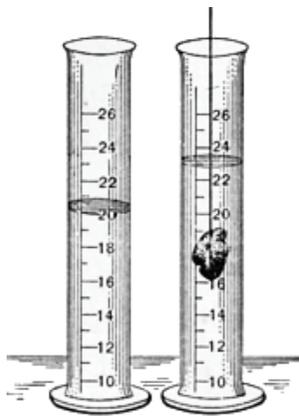


Imagen 284. Desplazamiento de agua equivalente al volumen de un cuerpo.

b). Flotabilidad.

La flotabilidad es la capacidad de un cuerpo para sostenerse dentro del fluido, y está determinada por las diferentes fuerzas que actúan sobre él y el sentido de las mismas. Teniendo en cuenta la presión que el fluido ejerce sobre el cuerpo, se infiere que el efecto neto de las fuerzas de presión es una fuerza resultante apuntando verticalmente hacia arriba, la cual tiende, en forma parcial, a neutralizar la fuerza de gravedad, también vertical, pero apuntando hacia abajo. La fuerza ascendente se llama fuerza de empuje o fuerza de flotación y su magnitud es exactamente igual al peso del fluido desplazado.

La flotabilidad es positiva cuando el cuerpo tienda a as-

cender dentro del fluido (peso cuerpo < peso fluido desplazado), es negativa cuando el cuerpo tiende a descender dentro del fluido (peso cuerpo > peso fluido desplazado), y es neutra cuando se mantiene en suspensión dentro del fluido (peso cuerpo = peso fluido desplazado).

La flotabilidad viene establecida por el Principio de Arquímedes: todo cuerpo que se encuentra en un medio fluido pierde, aparentemente, tanto peso como sea el peso del fluido desplazado por el cuerpo. Otro modo de plantear el principio es que, todo cuerpo total o parcialmente sumergido en un líquido recibe un empuje vertical de abajo hacia arriba igual al peso del líquido desplazado por éste.

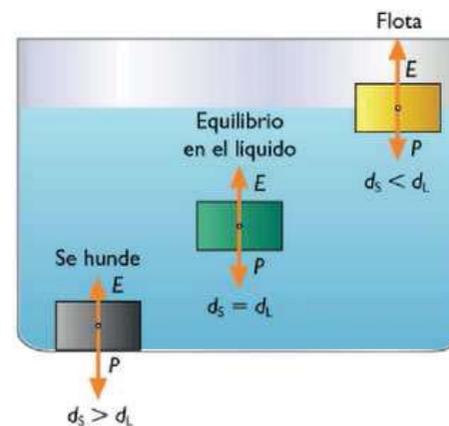


Imagen 285. Flotabilidad de un cuerpo en el agua. Positivo, neutro y negativo.

(a). Flotabilidad del artefacto naval.

Este artefacto naval responde a un sistema de flotabilidad variable. Al modo de un submarino, puede variar su peso ingresando agua a un compartimento de lastre, sumergiendo su pontón central. Conceptos importantes dentro de la flotabilidad del objeto flotante son:

i) **Reserva de Flotabilidad.** Es el espacio que queda en el “casco estanco” sobre el plano de flotación. Puede expresarse en términos de “volumen” o en base al “peso” que podría agregarse para que se sumerja totalmente, o sea el volumen sobre el plano de flotación multiplicado por el peso específico. En el caso de este proyecto adquiere una condición variable debido a la naturaleza del sistema de flotación. El peso que debe agregarse para que se sumerja totalmente es (el volumen sobre el plano de flotación x el peso específico).

ii). **Francobordo.** Es la distancia entre el plano de flotación y la borda, en la sección media. También adquiere una medida variable en el caso específico de este proyecto: con la estructura plegada corresponde al francobordo mínimo y con la estructura desplegada corresponde al francobordo máximo.

iii). **Área del Plano de Flotación.** Es el área que se genera al cortar el casco por la superficie del mar. El área del plano de flotación es de al estar la estructura plegada, y de al estar la estructura desplegada.

iv). **Superficie Mojada.** Es el área del casco en contacto con el líquido. Su área es variable, siendo la mínima en estado emergido y la máxima en estado sumergido.

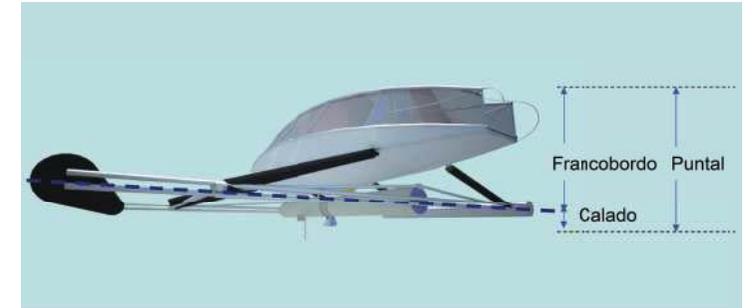


Imagen 286. Estructura plegada con menor francobordo y puntal.

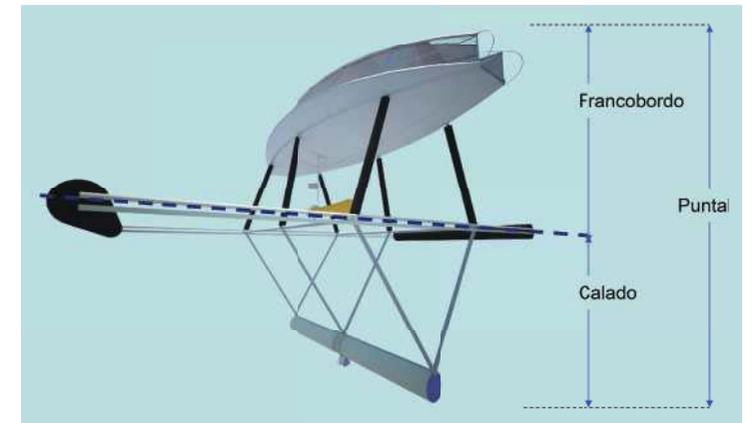


Imagen 287. Estructura desplegada con mayor francobordo y puntal.

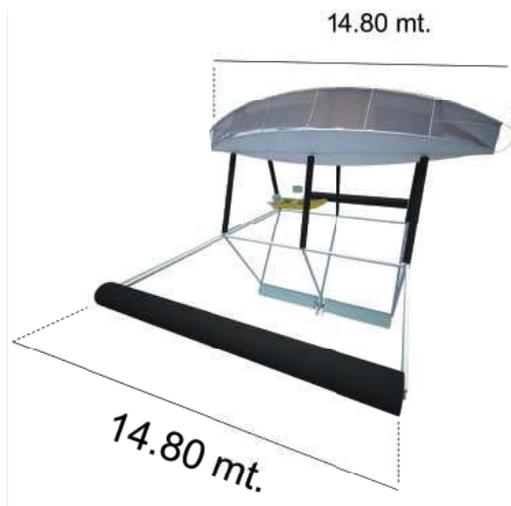


Imagen 288. Dimensiones longitudinales.

v). Resumen del cuadro de carga.

Peso liviano.....	12,8 TM.
Carga constante.....	0,16 TM.
Agua bebida.....	0,5 TM.
Carga 1 (víveres).....	0,2 TM.
Carga 2 (equipo).....	0,4 TM.
TOTAL.....	14,75 TM.
DESPLAZAMIENTO W.....	14,9 TM.

Ver cuadro de carga completo el capítulo de resultados.

vi). Cálculo de la flotabilidad y reserva de flotabilidad.

Si el peso total de la obra es de 14,75 TM y para accionar el despliegue se requiere un contrapeso de 5 TM; el volumen de agua a desplazar para ganar el empuje necesario es de $14,75 + 5 = 19,75$ TM. Desplazar ese volumen implicará un empuje vertical que dejará la obra en una flotabilidad neutra. Por ello, considerando que además en esta situación de desplazamiento, se necesita tener la máxima área de flotación para ganar inercia: los pontones debieran estar en su sección media. Esto quiere decir, que su volumen sumergido debe ser de 19,75 TM, por lo tanto desplazando en total 39,5 TM. Quedando con una reserva del 50 %.

Luego cada flotador lateral debiera desplazar 19,75 TM; los cuales son divididos en dos cilindros de HDPE.

Para 2 flotadores de 20 m^3 , compuestos a su vez, por dos cilindros de 10 m^3 cada uno, tenemos que la media del cilindro es de:

$$10 \text{ m}^3 = V = \pi * r^2 * h$$

Luego, en un largo de 14,80 m. Se obtiene un diámetro de:

$$10 \text{ m}^3 = 3,14 * r^2 * 14,80 \text{ m}$$

$$\frac{10}{3,14 * 14,80} = r^2$$

$$46 \text{ cm.} = r \quad \text{es decir: } d = 92 \text{ cm.}$$

Por lo tanto la flotabilidad de la obra se logra por medio de dos flotadores laterales, cada uno compuestos por dos cilindros de radio 46 cm. y largo 14,80 m. otorgando un empuje de 20 TM. c/u. Considerando la densidad del HDPE como 950 kg/m^3 y el espesor de los cilindros de 17 mm., siendo el área de la superficie cilíndrica $2 \pi * r * (r + h) = 44 \text{ m}^2$, Da un volumen de: $44 * 0,017 = 0,748 \text{ m}^3$. Cada flotador pesa: 710,6 Kg. Se debe volver a considerar el volumen a desplazar por los flotadores sumando su propio peso, el que es aproximado a 1 TM que se le suma a cada flotador, que repitiendo el procedimiento de cálculo ajusta los diámetros a 48 cm, los cuales se aumentan a 50 cm. para cubrir el peso agregado del ajuste del flotador central que se desarrolla a continuación.

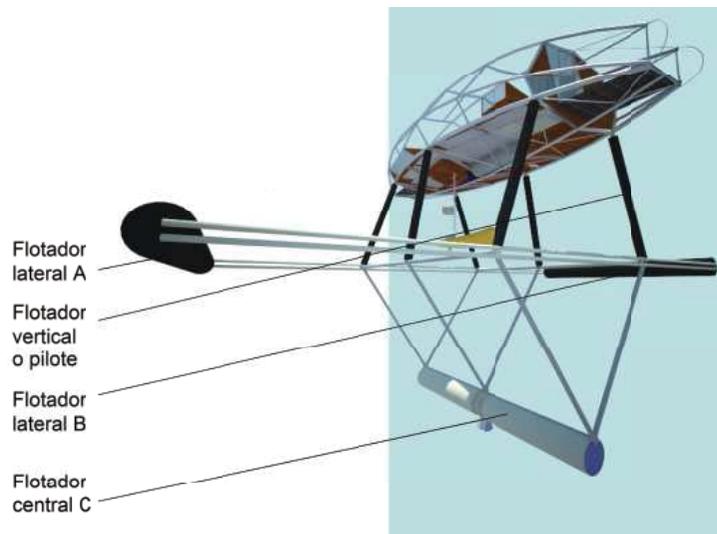


Imagen 289. Pontones desplegados en la estructura.

Para lograr la ecuación de pesos del flotador central se debe considerar que las 5 TM deben ser ejercidas como peso tomando en cuenta la pérdida aparente de su propio peso, equivalente a su volumen desplazado. Se usa la siguiente configuración: un cilindro de hierro (densidad 7874 kg/m^3) de 10 metros de longitud y un radio de 15,2 cm. Con ello se obtiene un volumen de $0,728 \text{ m}^3$, lo que significa un peso de 5732 kg., considerando que la pérdida aparente de peso es de 728 kg al estar sumergido, se estará efectuando un fuerza efectiva de 5004 kg.

Luego, para mantener este cilindro en situación de flotabilidad positiva se debe introducir en un flotador que desplace el doble del peso del lastre de hierro, 11.464 Kg. Se aproxima a 12 TM, para lo cual se usa un flotador de HDPE de 12 metros de largo y 56,5 cm de radio. Finalmente se suma el peso del flotador que contiene el lastre, ya considerado en el aumento del radio de los flotadores laterales.

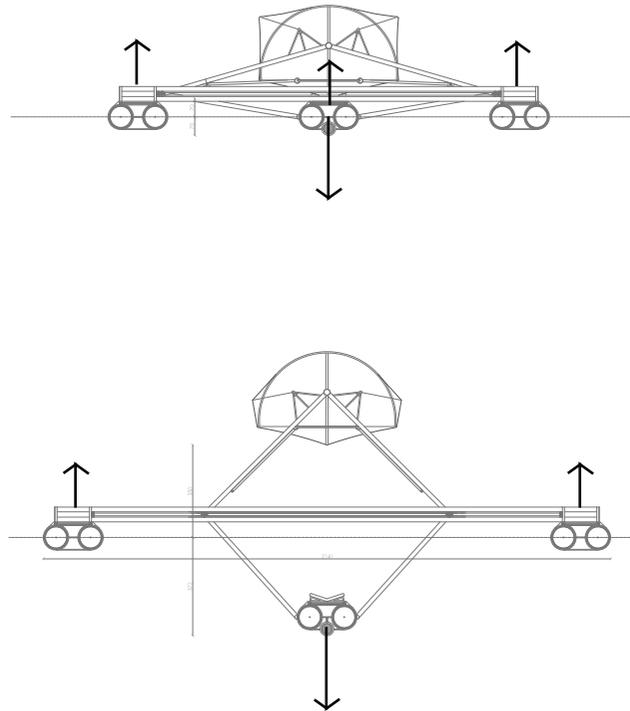


Imagen 290. Esquema del despliegue por acción de las fuerzas de boyantes y lastre.

(b). Puntos notables del artefacto naval.

i). Centro de gravedad G: Punto imaginario donde se reúnen todos los pesos de una embarcación. Se ubica en el plano de simetría longitudinal que permanece fijo en la escora, sobre el cual se aplica una fuerza vertical hacia abajo (G) igual al peso total de la embarcación.

Por medio de un diagrama de cuerpo libre se advierte un lugar hipotético del centro de gravedad en dos situaciones distintas. Lo que pasa, es que en el estado plegado de la obra, o su modalidad para ser remolcada, el centro de gravedad se encuentra sobre el centro de boyantes en una situación normal como los estudiados en clases. Pero cuando la estructura está desplegada por la acción del contrapeso, el centro de gravedad baja, invirtiéndose con el centro de boyantes, adquiriendo otro concepto de flotabilidad al modo de una boya.

Cuando la estructura está plegada, el CG está sobre el CB, como resultante de todos los pesos de las estructura. Cuando la estructura está desplegada, el CG está bajo el CB, en una nueva situación de flotabilidad. Esto sucede por que el peso del lastre, hace que el CG baje, a pesar que la parte habitable suba.

Para encontrar el centro de gravedad en ambas situaciones se realizan dos cuadros de carga de acuerdo al siguiente procedimiento:

- (1). Cálculo de pesos y ubicación de estos.
- (2). Trazado de dos ejes perpendiculares X,Y.
- (3). Medición de las distancias de los diferentes elementos con respecto a los ejes.
- (4). Cálculo del producto de la distancia de cada elemento por su peso respectivo, obteniendo el momento de cada elemento con respecto al eje.
- (5). División de la suma de los momentos por la de los pesos, obteniendo así la distancia entre el centro de gravedad y los ejes.

Elemento	Peso (TM)	LCG (m)	Mto Long	KG (m)	Mto vertical
Estructura habitáculo (cubierta y envolvente)	2,82	695			
Estructura plegable	5,43	695			
Pontón lateral A	1,42	695			
Pontón lateral B	1,42	695			
Pontón central	0,71	695			
Muelle A	0,34	695			
Muelle B	0,34	695			
Escalera acceso	0,03	255			
Escotilla	0,04	530			
Anclaje	0,1	15			
Sistemas de navegación y comunicación	0,02	670			
Dispositivos seguridad y salvataje	0,02	10500			
Literas	0,04	695			
Baterías	0,13	8000			
Generador diesel, estanque	0,1	100			
Paneles fotovoltaicos	0,27	695			
Paneles solares termales	0,02	695			
Estanque agua dulce	0,5	695			
Planta desalinizadora	0,03	950			
Planta tratamiento aguas residuales	0,04	750			
Termo	0,01	870			
Cocina	0,03	870			
Baño	0,07	800			
Pañol laboratorio	0,08	350			
Pañol equipo terreno	0,01	550			
Pañol equipo buceo	0,2	350			
Alacena víveres	0,07	1000			
Bote auxiliar	0,03	1250			
Efectos personales	0,1	695			
Tripulación	0,37	x	x		
Centro de gravedad	14,8	695			

Tabla 21. Cuadro de carga para encontrar el centro de gravedad.

ii). Centro de carena C: Punto donde se concentra toda la fuerza de flotación que ejerce el agua sobre el casco. Se ubica en el centro geométrico de la figura sumergida, y en él se aplica una fuerza vertical hacia arriba (C) igual al peso total de la embarcación.

iii). Adrizamiento: El eje de simetría del barco se encuentra en posición vertical, las fuerzas G y C se oponen en un mismo eje.

iv). Escora: C se desplaza, apareciendo el brazo de adrizamiento entre los ejes verticales de C y G. Este par de fuerzas crea un momento de giro que endereza el barco a su posición inicial de adrizamiento.

v). Metacentro M: Punto imaginario en que se intercepta la proyección vertical del centro de carena con el eje central del artefacto naval.

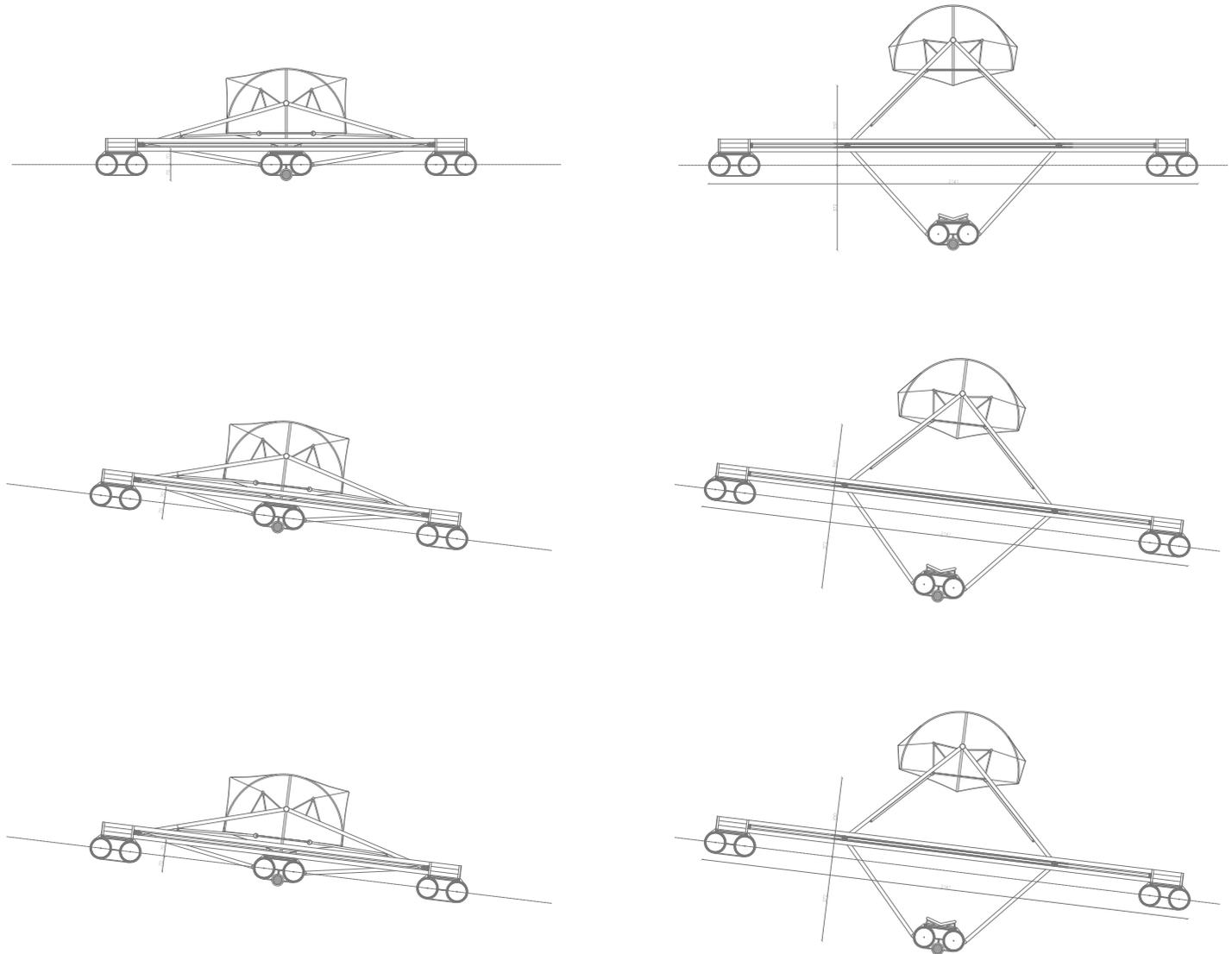


Imagen 291. Esquemas del desplazamiento y ubicación de ciertos puntos notables del artefacto naval.

(c). Estabilidad.

Es la capacidad del cuerpo flotante de recuperar su posición de equilibrio (adrizamiento) cuando circunstancias accidentales lo han inclinado sacándolo de ésta (escora). La estabilidad depende de las formas del casco que en este caso adopta dos configuraciones (plegada, desplegada) y del reparto del peso, que es variable en cantidad y en estiba.

En el estudio de la estabilidad se utilizaron dos métodos:

i). Cálculos teóricos: desarrollo de los cálculos del centro de gravedad, curvas cruzadas de estabilidad, curvas de estabilidad y momentos de inercia.

ii). Modelo experimental: construcción de un modelo del artefacto naval a escala reducida, ubicando todos los pesos en su posición real, también a escala (p/e3: peso partido por la escala al cubo). Se hace flotar el modelo y se realizan numerosas pruebas, cambiando la ubicación de los pesos y por tanto, el centro de gravedad. Al escorar se analiza el comportamiento de su estabilidad. Las pruebas se realizan en las dos modalidades de despliegue del artefacto naval. También se observa su comportamiento ante el oleaje.

2. Cálculo de las Curvas Hidrostáticas.

En ellas se reúnen las cualidades hidrostáticas del artefacto naval. Son 14 curvas que entregan información sobre las cualidades particulares de la obra tales como niveles de flotación, desplazamiento, superficie de área mojada a determinados calados, centro de carena, etc.

Se trabaja con los pontones sólidos en el software autocad, situando el origen de los ejes coordenados en el eje de simetría entre los dos pontones y en el punto más bajo de su circunferencia.

Se efectúan cortes del sólido cada 10 centímetros y se analizan las propiedades físicas obteniendo el volumen sumergido para todos los calados, junto con la posición vertical y longitudinal de su centro geométrico.

Luego se calculan las toneladas por centímetro de inmersión (TPC) cortando el volumen sumergido a 1 cm. más abajo de la línea de flotación. Este volumen obtenido multiplicado por el peso específico del agua dan las TPC. También obtenemos el centro de flotación ya que prácticamente coincide con el centro geométrico del área del plano de flotación.

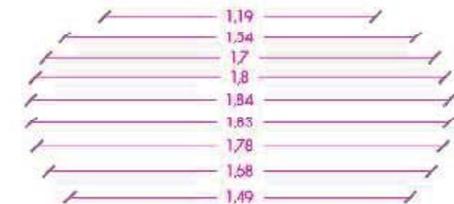
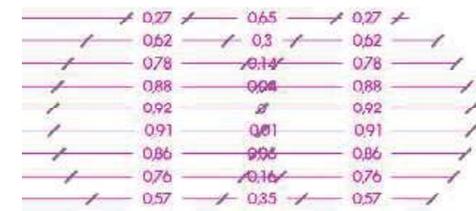
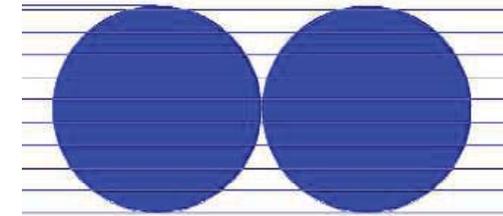
Momentos de Inercia del Plano de Flotación.

En base al mismo plano de flotación deberemos calcular:

- 1.- El momento de inercia transversal (I), con respecto al plano de crujía, o simetral.
- 2.- El momento de inercial longitudinal (I'), con respecto a la sección transversal que pasa por "F".

Momento de Inercia Transversal

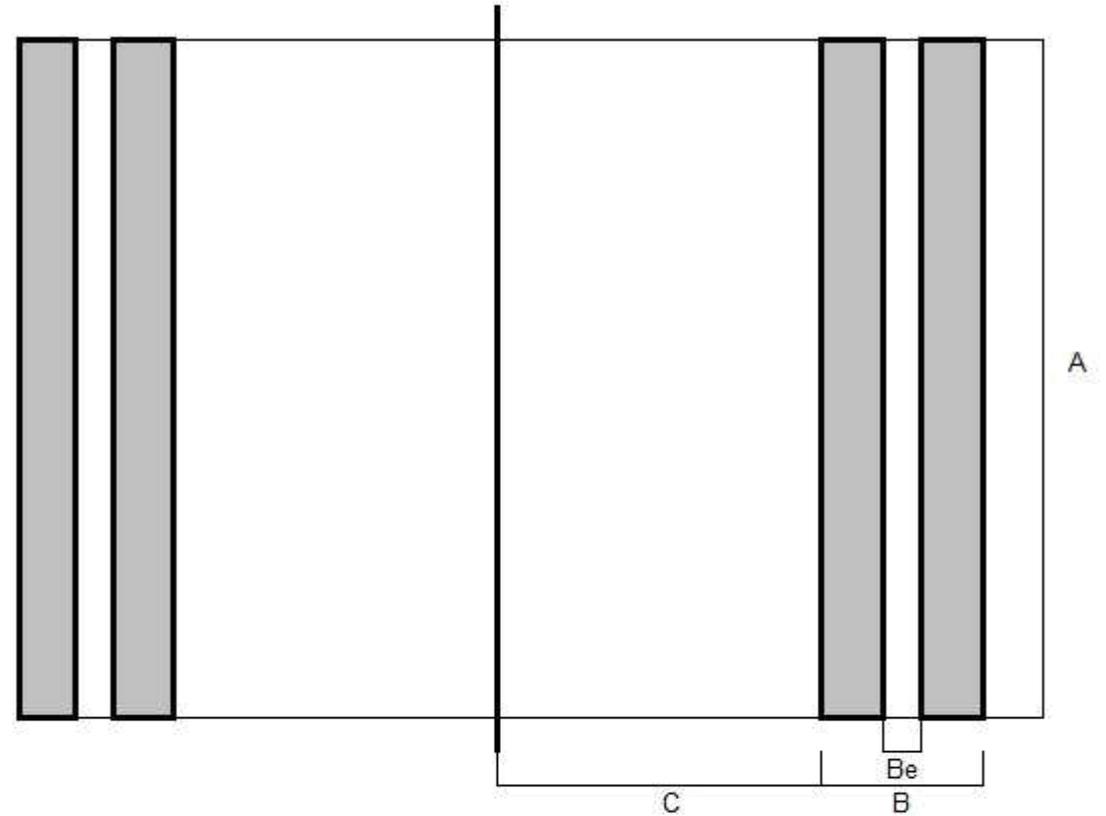
$$\begin{aligned} \text{Vimos que } BM &= I / V \\ &= 84,09 \text{ m}^4 / 27,636 \text{ m}^3 \\ &= 3,04 \text{ m} \\ KB &= 0,65 \text{ m} \\ BM &= 3,04 \text{ m} \\ KM &= 3,69 \text{ m} \end{aligned}$$



Momentos de inercia transversales					
calado	A	B	Be	C	I
0,1	14,8	1,49	0,35	9,72	4833,226
0,2	14,8	1,68	0,16	9,62	5452,476
0,3	14,8	1,78	0,06	9,57	5778,588
0,4	14,8	1,83	0,01	9,55	5941,724
0,5	14,8	1,84	0	9,54	5974,359
0,6	14,8	1,8	0,04	9,56	5843,835
0,7	14,8	1,7	0,14	9,61	5517,683
0,8	14,8	1,54	0,3	9,69	4996,161
0,9	14,8	1,19	0,65	9,87	3855,361

Momentos de inercia longitudinales					
calado	A	B	Be	C	I'
0,1	14,8	1,49	0,35	9,72	615,940
0,2	14,8	1,68	0,16	9,62	821,254
0,3	14,8	1,78	0,06	9,57	929,314
0,4	14,8	1,83	0,01	9,55	983,344
0,5	14,8	1,84	0	9,54	994,150
0,6	14,8	1,8	0,04	9,56	950,926
0,7	14,8	1,7	0,14	9,61	842,866
0,8	14,8	1,54	0,3	9,69	669,970
0,9	14,8	1,19	0,65	9,87	291,761

Esquema de la sección en planta de la obra.



$$1/12 A * (2C + 2B)^3 - 1/12 A * (2C)^3$$

Tabla 22. Tablas de momentos de inercia transversales y longitudinales.

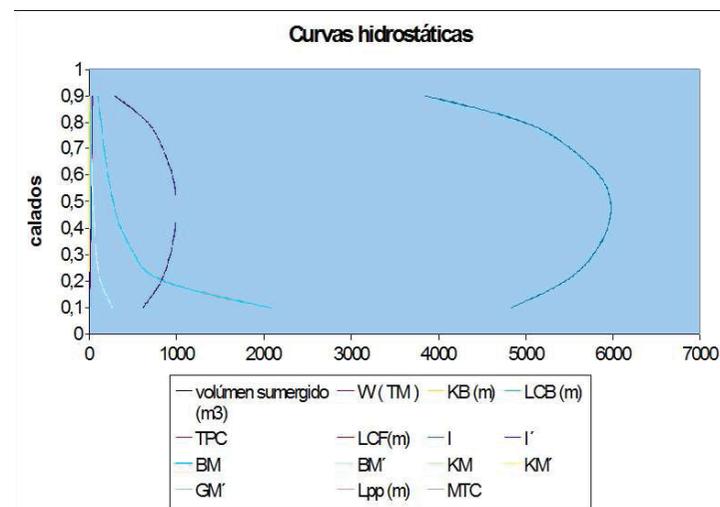
Corte (m)	volumen sumergido (m3)	W (TM)	KB (m)	LCB (m)	TPC	LCF(m)	I	I'	BM	BM'	KM	KM'	GM'	Lpp (m)	MTC
0,1	2,314	2,372	0,05	7,400	0,339	7,400	4833,226	615,94	2088,328	266,134	2088,378	266,184	265,734	14,800	0,426
0,2	6,311	6,469	0,10	7,400	0,456	7,400	5452,476	821,25	863,936	130,126	864,036	130,226	129,776	14,800	0,567
0,3	11,142	11,420	0,15	7,400	0,521	7,400	5778,588	929,31	518,650	83,409	518,800	83,559	83,109	14,800	0,641
0,4	16,422	16,833	0,20	7,400	0,552	7,400	5941,724	983,34	361,806	59,878	362,006	60,078	59,628	14,800	0,678
0,5	21,853	22,399	0,25	7,400	0,556	7,400	5974,359	994,15	273,391	45,493	273,641	45,743	45,293	14,800	0,685
0,6	27,182	27,862	0,30	7,400	0,533	7,400	5843,835	950,926	214,986	34,983	215,286	35,283	34,833	14,800	0,656
0,7	32,128	32,932	0,35	7,400	0,479	7,400	5517,683	842,87	171,738	26,234	172,088	26,584	26,134	14,800	0,582
0,8	36,333	37,241	0,40	7,400	0,382	7,400	4996,161	669,97	137,511	18,440	137,911	18,840	18,390	14,800	0,463
0,9	39,141	40,120	0,45	7,400	0,181	7,400	3855,361	291,76	98,499	7,454	98,949	7,904	7,454	14,800	0,202

Tabla 23. Parámetros para las curvas de estabilidad.

KG	Se estima en 0,45 metros
Corte	Cada corte representa un calado distinto de los pontones a 10 cm.
W	Es el desplazamiento en TM, se calculó para agua salda multiplicando cada volumen sumergido por la densidad específica del agua salada (1,025 TM/m3)
KB	Corresponde a la posición vertical del centro geométrico de cada volumen sumergido, en otras palabras, la posición vertical de B (centro de Boyantes) con respecto al punto inicial.
LCB	Corresponde a la posición longitudinal del centro geométrico de cada volumen sumergido
TPC	Toneladas por centímetro de inmersión. Se calcularon "rebanando" a 1 cm por debajo de la línea de flotación de cada volumen sumergido y ese nuevo volumen multiplicándolo por la densidad específica de agua donde flota (1,025 TM/m3)
LCF	Posición longitudinal del centro del área del plano de flotación que coincide con el centro geométrico
I	Corresponde al momento de inercia de cada plano de flotación con respecto al eje de crujía o simetral (I transversal)
I'	Corresponde al momento de inercia de cada plano de flotación con respecto a la sección transversal que pasa por F (I longitudinal)
BM	I / vol
BM'	I' / vol
KM	KB + BM
KM'	KB + BM'
GM'	Altura metacéntrica longitudinal = KM' - KG
Lpp	Eslora entre perpendiculares.
MTC	$GM' \times W / (Lpp \times 100)$, con GM' la altura metacéntrica longitudinal y Lpp la eslora entre perpendiculares.

Datos respecto del punto inicial ubicado en eje de simetría entre los pontones y la primera coordenada de popa

Tabla 24. Curvas de estabilidad hidrostáticas.



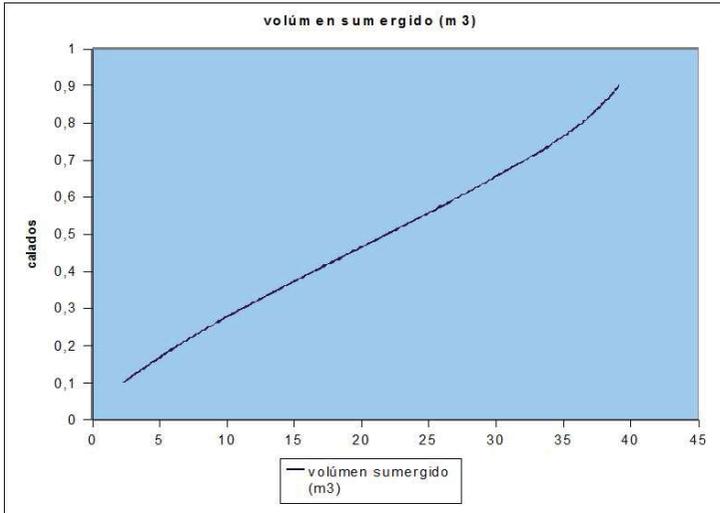


Tabla 25. Curva del volumen sumergido.

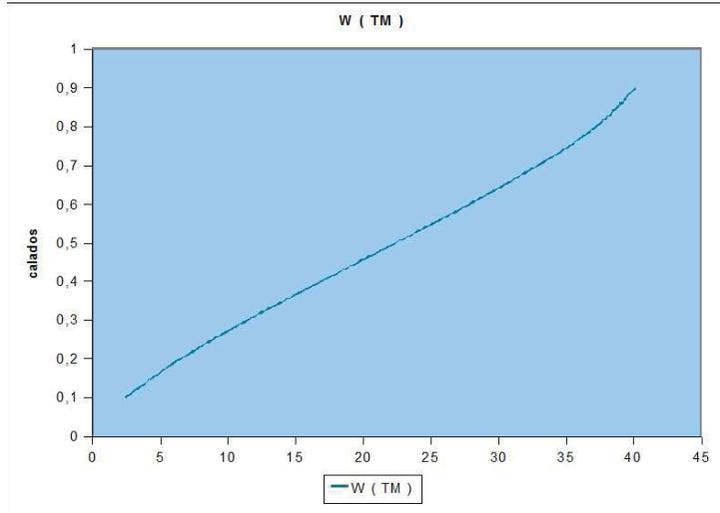


Tabla 26. Curva del desplazamiento en toneladas métricas.

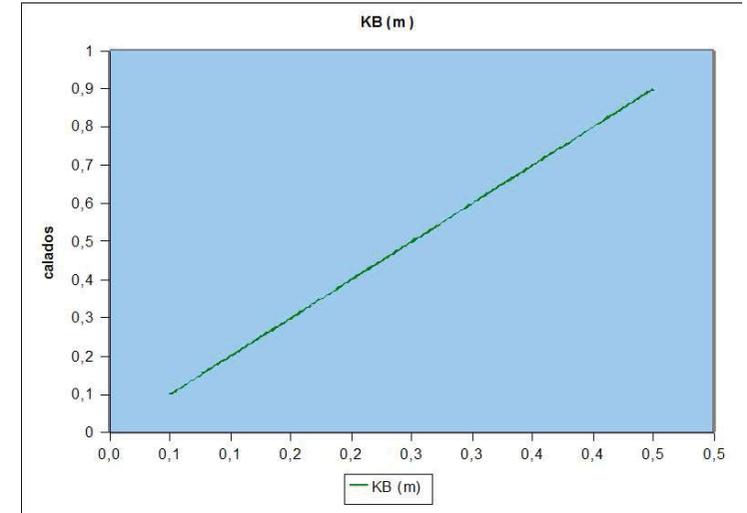


Tabla 27. Curva de la posición vertical del centro geométrico de cada volumen sumergido.

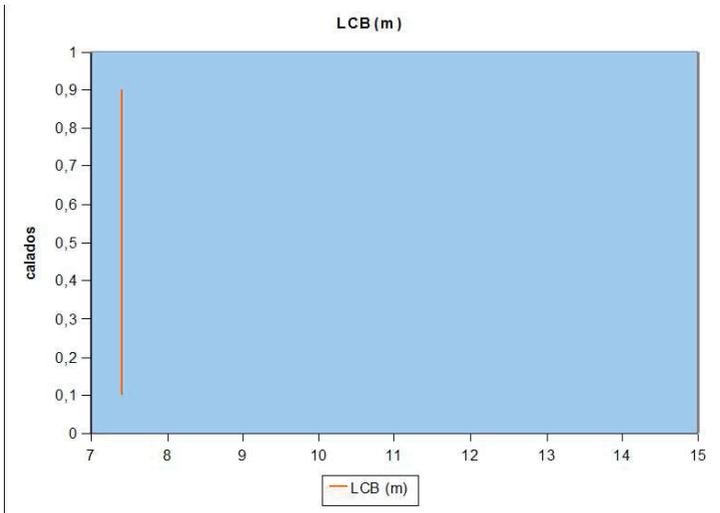


Tabla 28. Curva de la posición longitudinal del centro geométrico de cada volumen sumergido.

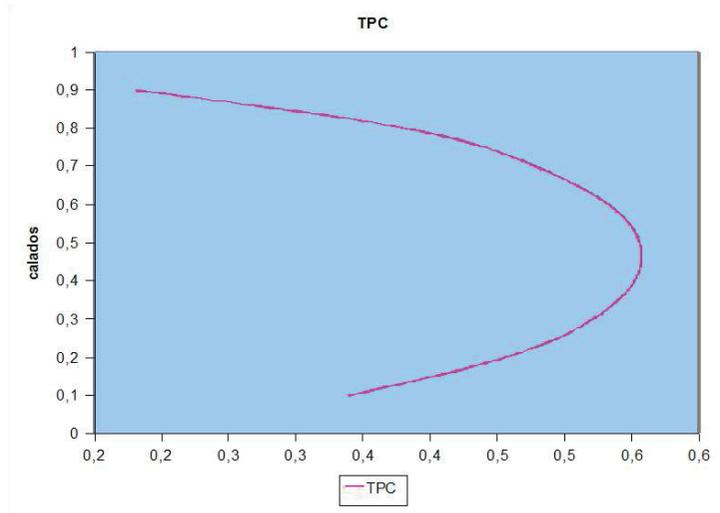


Tabla 29. Curva de toneladas por centímetro de inmersión.

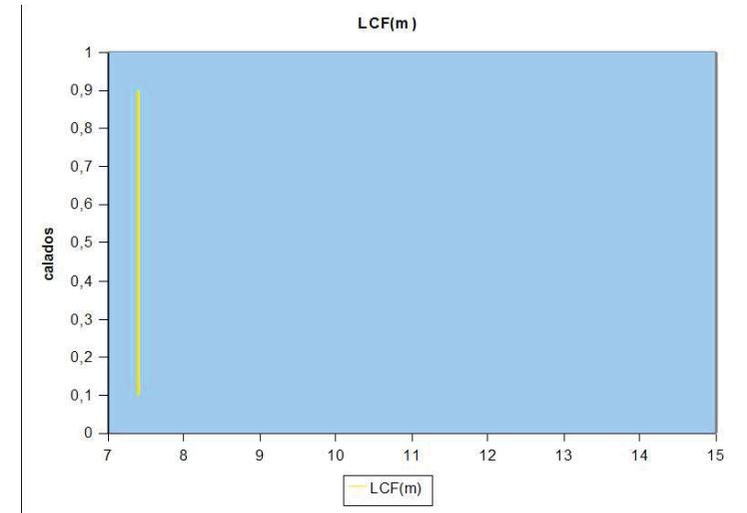


Tabla 30. Curva de la posición longitudinal del centro del área del plano de flotación que coincide con el centro geométrico.

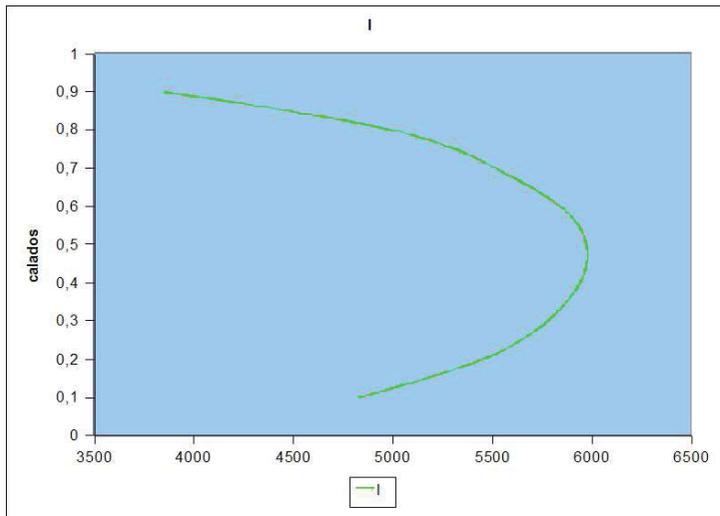


Tabla 31. Curva que corresponde al momento de inercia de cada plano de flotación con respecto al eje de crujía.

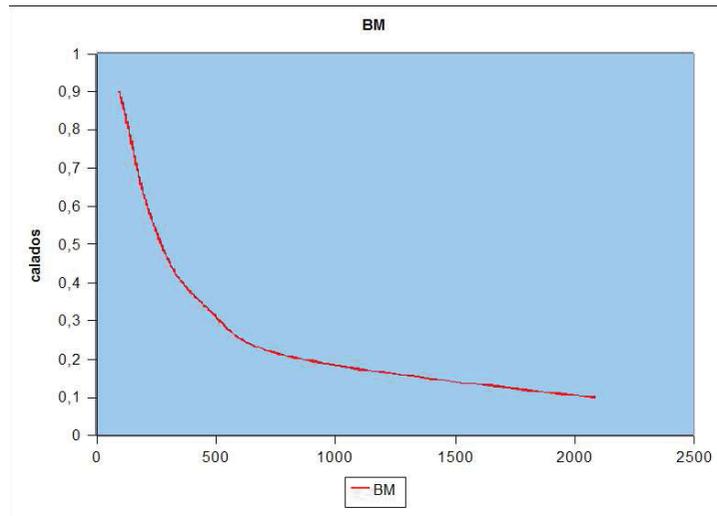


Tabla 33. Curva del I/Vol

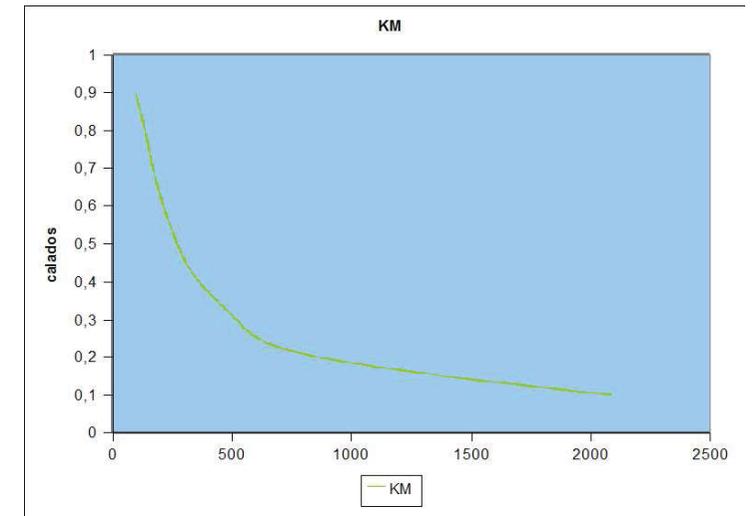


Tabla 35. Curva de KB + BM.

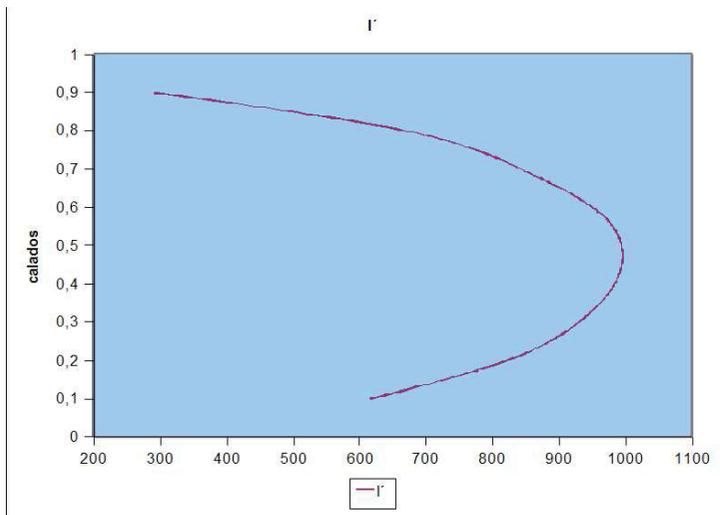


Tabla 32. Curva que corresponde al momento de inercia de cada plano de flotación con respecto a la sección transversal.

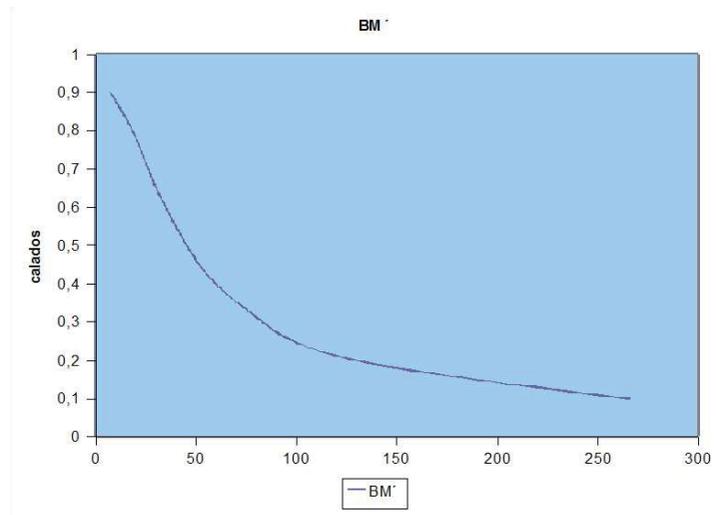


Tabla 34. Curva del I'/Vol

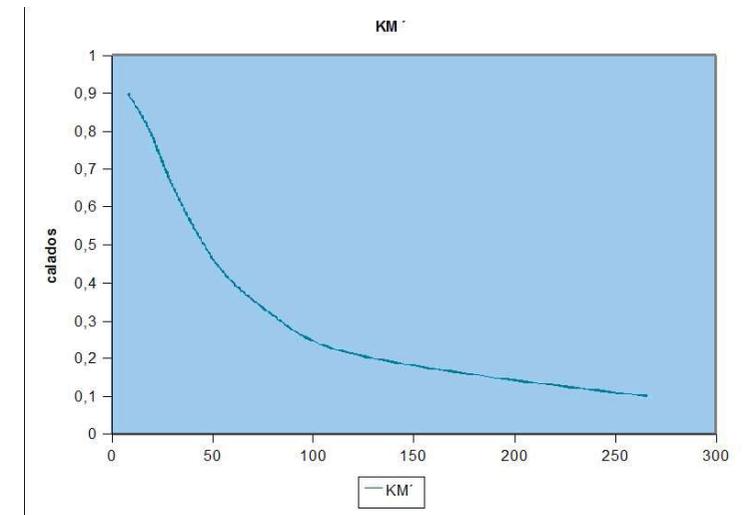


Tabla 36. Gráfico de KB + BM'.

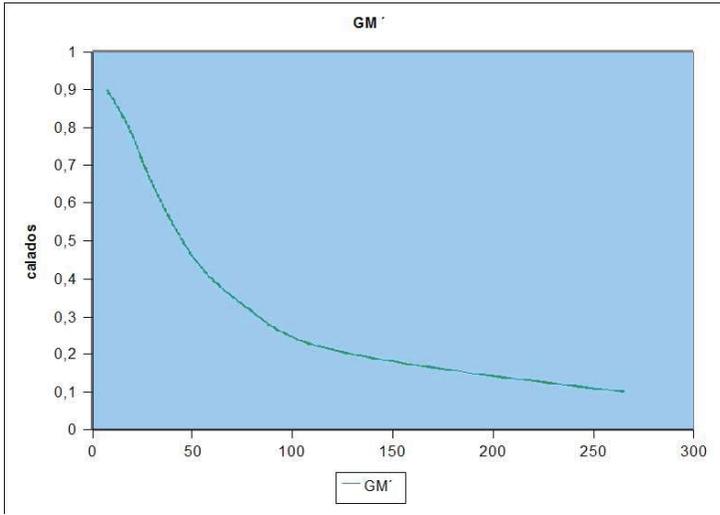


Tabla 37. Curva metacéntrica longitudinal.

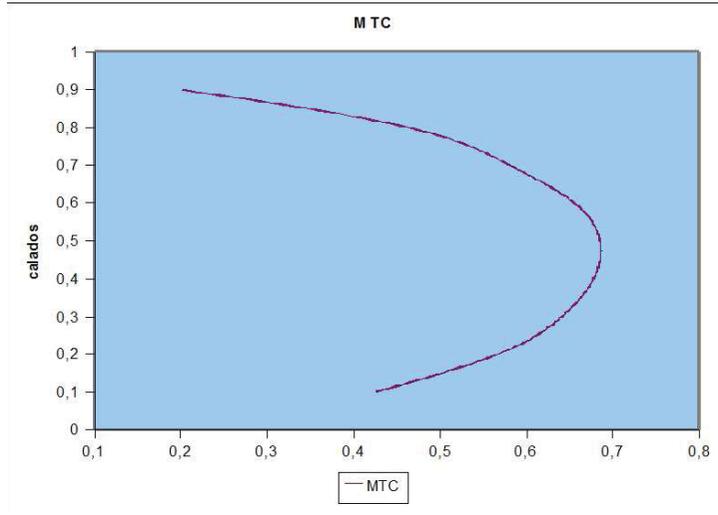


Tabla 38. Curva de GM' * W

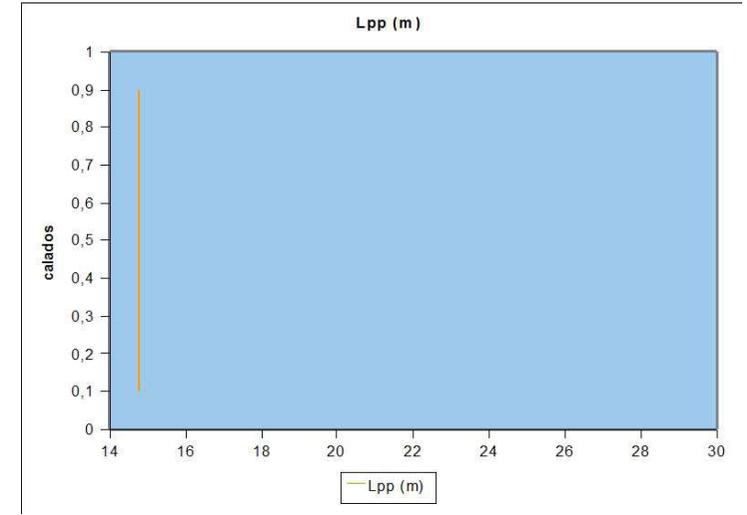


Tabla 39. Curva de eslora entre perpendiculares.

3. Experimento de inclinación.

El objetivo del experimento de inclinación es determinar la posición real del Centro de Gravedad “G” para una cierta condición de carga, en general, y para la condición Barco Liviano, en especial.

Procedimiento para el modelo.

- 1.- Se realiza en una piscina o en un sitio de aguas quietas.
- 2.- El modelo se deja flotar libremente sin fondear y suelto de cualquier tipo de amarre.
- 3.- Se toman las sondas con exactitud.
- 4.- Se miden los calados con exactitud (proa, centro y popa).
- 5.- Se mide la densidad del agua en la mitad del calado en 3 partes de la eslora.
- 5.- El modelo no debe tener “asiento”.
- 6.- Se debe construir el modelo pensando en el peso de la obra liviana.
- 7.- Se provee un peso movable que tenga un valor cercano al 0,5 % del desplazamiento (W) de la nave. La escora debe ser del orden de 1,5° a 2°.
- 8.- Se integra una plomada de no menos de dos metros a escala del modelo, una regla.
- 9.- Se mueve el peso lateralmente. Se anota la distancia lateral, el valor del peso y la lectura en la regla.

El Momento lateral del peso “w”, es el producto del peso “w” multiplicado por la distancia recorrida, o sea:

$$w \times gg1$$

Este momento debe ser igual al efecto ocurrido en el modelo, siendo el momento en él:

$$W \times GG1 \quad \text{tendremos:}$$

$$W \times GG1 = w \times gg1$$

$$GG1 = w \times gg1 / W$$

$$GG1 = GM \times \text{tg } \theta$$

$$GM \times \text{tg } \theta = w \times gg1 / W$$

$$GM = \frac{w \times gg1}{W \times \text{tg } \theta}$$

$$W \times \text{tg } \theta$$

Si llamamos “s” a la medida sobre la regla y “l” al largo de la plomada tendremos que:

$$\text{tg } \theta = \frac{s}{l}$$

$$l$$

La expresión matemática queda:

$$GM = \frac{w \times gg1 \times l}{W \times s}$$

D. Demostración del comportamiento del artefacto flotante ante el viento y las olas.

Realización de modelos a escala para su estudio, verificación y cálculo en túnel de viento y piscina de olas, y sus posteriores correcciones de perfeccionamiento.

1. Pruebas de oleaje.

El objetivo de las pruebas de oleaje, es observar el comportamiento del artefacto naval ante distintas longitudes de ondas, realizando pruebas para analizar como afecta la ola larga y la ola corta. Para la generación de olas se utilizó una paleta de 2 m por 0,6 m. instalada en el borde de una piscina de 6 m x 10 m.

Para el cálculo de los parámetros de ola a utilizar, se usó el método de correlación de Froude.

(a). Método de correlación de Froude para el cálculo del oleaje.

Para los cálculos se definen las siguientes variables:

d = Profundidad.

Lo = Longitud de onda.

T = Periodo

V = Velocidad.

Vm = Velocidad del modelo.

Vp = Velocidad del prototipo.

$\lambda =$

Fr = Froude.

a). Cálculo de la ola real.

i). Longitud de onda.

Utilizando los datos obtenidos en la polarización de información de clima marítimo en el capítulo..., tenemos que,

$$\frac{d}{Lo} = \frac{2 \pi d}{gT^2}$$

$$Lo = \frac{gT^2}{2 \pi}$$

ii). Periodo.

$$\frac{gT^2}{2 \pi} = Lo$$

Despejando T se obtiene el periodo.

iii). Velocidad.

$$V = \frac{Lo}{T}$$

b). Cálculo de la ola en el modelo.

i). Velocidad.

Utilizando Froude,

$$Fr = \frac{V^2}{gL}$$

Luego en el modelo a escala 1:20, el cálculo de la velocidad será,

$$Vm = \frac{Vp}{\sqrt{\lambda}}$$



Imagen 292. Vista interior del programa y equipamiento de un barco a vapor.

ii). Longitud de onda.

La longitud de onda en el modelo será,

$$\frac{V_p^2}{gL_p} = \frac{V_m^2}{gL_m} \quad L_m = \frac{V_m^2 L_p}{V_p^2}$$

iii). Periodo.

Finalmente se calcula el periodo de la ola en el modelo,

$$\frac{d}{L_o} = \frac{2\pi d}{gT^2}$$

$$T = \sqrt{\frac{2\pi L_m}{g}}$$

c). Tipos de oleaje al que se somete el modelo.

El modelo se sometió a oleaje de aguas profundas y someras para cubrir un espectro total de 6 tipos de oleaje.

i). Oleaje de aguas profundas.

$V = [(g * l) / 2\pi] \exp 1/2$, donde g es el valor de la aceleración de la gravedad, l la longitud de onda y pi el número pi.

ii). Oleaje de aguas someras.

$V = (g * h) \exp 1/2$, donde “h” es la altura de la ola.

Olas prototipo	Lo	T	V	h
A	Lo _{A-PROT}	T _{A-PROT}	V _{A-PROT}	h _{A-PROT}
B	Lo _{B-PROT}	T _{B-PROT}	V _{B-PROT}	h _{B-PROT}
C	Lo _{C-PROT}	T _{C-PROT}	V _{C-PROT}	h _{C-PROT}
Olas modelo				
A	Lo _{A-MOD}	T _{A-MOD}	V _{A-MOD}	h _{A-MOD}
B	Lo _{B-MOD}	T _{B-MOD}	V _{B-MOD}	h _{B-MOD}
C	Lo _{C-MOD}	T _{C-MOD}	V _{C-MOD}	h _{C-MOD}

Tabla 40. Tabla de parámetros de oleaje a desarrollar.

2. Pruebas aerodinámicas.

a). Descripción del proceso.

El proceso busca medir el coeficiente de arrastre del espacio habitable del artefacto naval, que estará elevado sobre la superficie marina bajo la influencia de los vientos del archipiélago.

Se construye un modelo a escala 1:20 para observar el comportamiento aerodinámico de la envolvente en el túnel de viento del laboratorio de fluidos de la escuela de ingeniería mecánica de la PUCV. Este modelo fue desarrollado junto con las pruebas estructurales de modelos de burbujas para la definición de la envolvente de doble curvatura (Capítulo...). La primera prueba aerodinámica fue realizada con un modelo de la envolvente propuesta en una primera instancia, la cual fue corregida desde el modelo estructural de burbujas y desde las observaciones realizadas en las pruebas aerodinámicas. Luego se dio paso a una segunda propuesta, diseñada desde las correcciones del proceso descrito anteriormente, la cual fue sometida a una segunda prueba aerodinámica para comprobar el efecto de las correcciones y afinar las curvaturas y ángulos de ataque.

b). Túnel.

El túnel de viento es una herramienta de investigación, para el estudio en modelos a escala reducida, del comportamiento aerodinámico del aire.

Las dimensiones del túnel utilizado en estas pruebas son de 300 cm. de largo, con secciones de 60cm. x 60cm. conteniendo una cámara de observación de acrílico de 200cm. x 60cm. y pared de fondo negra con cuadrículas blancas. El túnel posee una doble alternativa de su superficie de base:

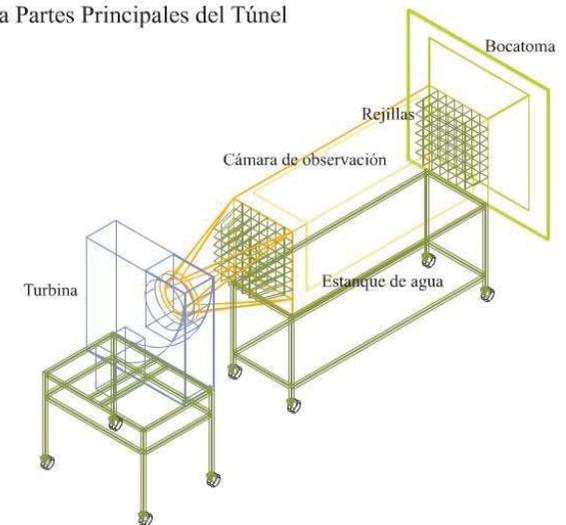
(a). Superficie seca y rígida, donde se fijan estáticamente los modelos de edificios.

(b). Superficie de agua, conformado por un estanque de 15 cm. de profundidad, donde se fondean los modelos flotantes, para las pruebas aerodinámicas. Alternativamente se pueden realizar pruebas hidrodinámicas.

El aire es aspirado por medio de una turbina situada en uno de los extremos del túnel. Ambos extremos poseen bocatomas y rejillas metálicas para generar flujos laminares al interior de la cámara. Inyectando humo se visualiza el movimiento geométrico de las partículas, al cho-

car con las superficies de los modelos. El túnel de viento se diseñó y construyó en conjunto con la Escuela de Ingeniería Mecánica de la PUCV, y está ubicado en su laboratorio de fluidos. (ead.cl)

Isométrica Partes Principales del Túnel



293. Túnel de viento del laboratorio de fluidos en la escuela de ingeniería mecánica.

c). Primer Modelo.

Se construye un modelo escala 1:20, de alambre y membrana plástica para construir las superficies de doble curvatura. Se le agrega el peso necesario para alcanzar el peso proporcional del prototipo utilizando la fórmula:

$$\text{Peso Modelo} = \frac{\text{Peso Prototipo}}{\text{Escala}^3}$$

Se preparó una plataforma de poliestireno para que el modelo este flotando a la distancia adecuada de la superficie del agua y pueda desplazarse en el interior del canal de agua del túnel hidrodinámico.

El modelo se somete a condiciones de viento promedio y máximas posibles. El objetivo es calcular el coeficiente de arrastre para conocer la fuerza de arrastre a la que está sometida la estructura. Para dar con el diseño de la membrana se hicieron modelos burbujas de jabón de los cuales se estudiaron las distancias entre arcos y posibilidades de superficie de cubierta desde la generación del arco superior y las curvas laterales, corrigiendo radios y cuerdas de los arcos estructurales.

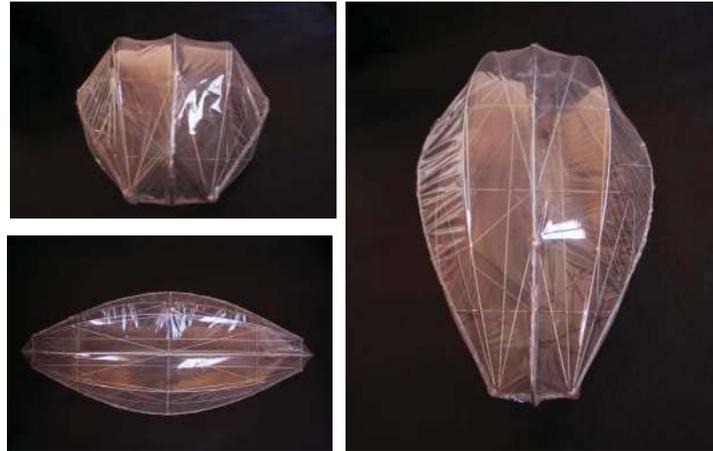


Imagen 294. Modelo 1.20 de alambre y plástico.

Se instala un resorte de acero para la medición del arrastre, entre la proa del espacio habitable y la rejilla de acceso de aire. Este resorte es calibrado previo a las pruebas para saber su coeficiente elástico, parámetro necesario en los cálculos a desarrollar.

Ya que el artefacto naval presenta un punto de fondeo para quedar a la gira, se toma el área de la sección trans-



Imagen 295. Vista de la prueba aerodinámica con el modelo flotando en la sobre una superficie móvil de aislapol. Imagen. Medición de la velocidad del flujo con un anemómetro.

versal suponiendo que se dispondrá según la dirección del viento. De todos modos se debiesen probar otras secciones debido a que si bien, normalmente el viento y el oleaje comparten su dirección, existen ocasiones en que se manifiestan desde distintos cuadrantes.

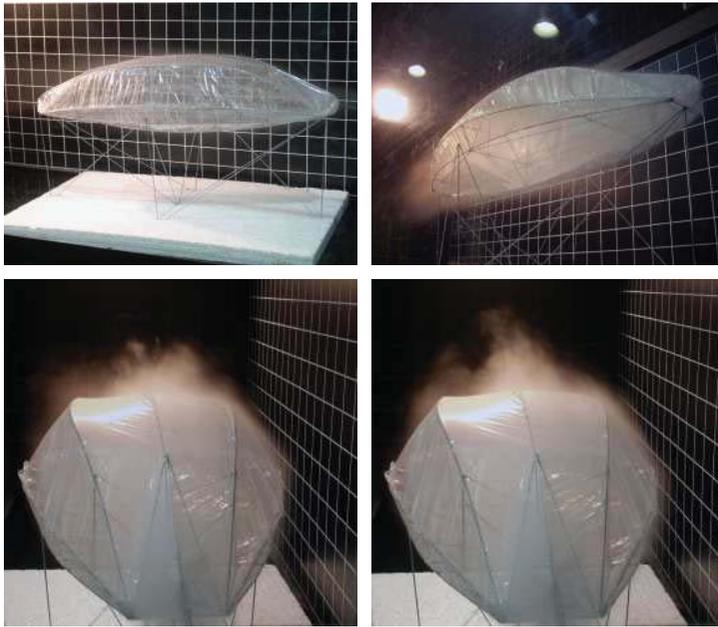


Imagen 296. Vista del modelo sometido al flujo de aire visible por medio de humo.

5. Incidencia del flujo de aire en la envolvente a distintas velocidades.

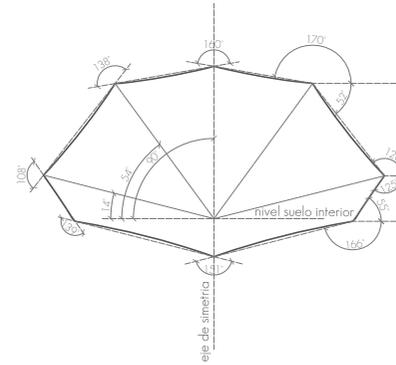


Imagen 297. Área frontal utilizada en los cálculos de resistencia.

Se realizan observaciones de los flujos de aire y las turbulencias por medio de una estela de humo y se realiza un registro fotográfico detallado del movimiento del modelo en las distintas velocidades de viento con respecto a la cuadrícula de fondo, así como registro audiovisual. Para variar el flujo de aire se regula la bocatoma de la turbina axial y se utiliza un anemómetro para llegar a la intensidad del flujo de aire deseado.

El modelo se somete a vientos de velocidades elegidas del estudio de clima de oleaje y viento del capítulo II.

En este estudio se llega a una velocidad máxima de 49.50 nudos en 100 años, pero considerando que esta es una extrapolación de datos y agregándola un margen de seguridad se opta por dejar un máximo de 70 nudos.

Con ello se calcula el coeficiente de arrastre de la sección frontal mediante la relación de similitud dinámica modelo-prototipo utilizando el número de Reynolds.



Imagen 298. Vista interior del programa y equipamiento de un barco a vapor.

d). Segundo Modelo.

Se construye un segundo modelo desde las correcciones realizadas con el modelo de burbujas y las observaciones del modelo anterior. Se sigue el mismo procedimiento de pruebas con las mismas características de viento y utilizando el mismo resorte, de este modo los resultados de ambas pruebas se pueden comparar. Se observa el comportamiento del modelo y se analizan los posibles avances con respecto al modelo anterior.

Imagen 299. Vista interior del programa y equipamiento de un barco a vapor.



(a). Velocidad.

El cálculo de intensidades de viento en el túnel se basan en el estudio realizado de clima de oleaje y viento en el capítulo Tomando estos parámetros, se obtuvieron las velocidades a las que debe estar sometido el modelo por medio del cálculo de numeros adimensionales utilizando el número de Reynolds.

Los parámetros considerados son,

V_1 = velocidad en el prototipo.

V_2 = velocidad en el modelo.

D_1 = longitud en el prototipo.

D_2 = longitud en el modelo

μ_1 = viscosidad del aire en el prototipo.

μ_2 = viscosidad del aire en el modelo.

$D1$ relación de escala modelo-prototipo (1:20 = 0,05).

$D2$

ρ = densidad.

La fórmula utilizada es,

$$\frac{V D \rho}{\mu} = \frac{V_1 * D_1}{\mu_1} = \frac{V_2 * D_2}{\mu_2}$$

Como la viscosidad es la misma: $V_2 = V_1 * \frac{D_1}{D_2}$

(b). Constante de elasticidad.

Para calcular el coeficiente de elasticidad del resorte utilizado, se realiza una simple prueba de graduación de pesos conocidos con sus respectivos estiramientos. Con estos datos se obtiene el coeficiente de elasticidad.

Parámetros considerados,

F = Fuerza del resorte, peso conocido.

K = Constante de elasticidad.

L= Longitud que se estira.

Fórmula,

$$F = K L$$

Tenemos que, $K = \frac{F}{L}$

(c). Arrastre.

El cálculo del coeficiente de arrastre por medio del túnel de viento, entregará la fuerza de arrastre a la que está sometida la obra. Para ello se necesitan los datos del área proyectada transversal que enfrenta el flujo de aire, la densidad del aire y la velocidad del viento.

Los parámetros considerados,

Densidad del aire, $\rho = 1,18 \text{ kg/m}^3$ (a 25 °C)

Área de la sección del modelo que enfrenta al viento $A = 0,0312 \text{ m}^2$

Velocidad del viento en cada prueba (V).

La fórmula a utilizar,

$$C_D = \frac{F_D}{1/2 * \rho * V * A}$$

E. Estudio energético.

Se trata de un diagnóstico energético eléctrico del artefacto naval, para dar solución a su producción y almacenamiento aprovechando las energías renovables. El estudio corresponde a un resumen del trabajo realizado por Caroline Dehais, estudiante Francesa del Institut National des Sciences Appliquées, Département Génie Energétique et Environnement. La cual realizó su intercambio en la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

1. Análisis funcional destinado a la evaluación de las necesidades energéticas.

a). Presupuestos de ocupación de la embarcación.

El estudio se hace en base a que la ocupación pueda satisfacer la presencia de 4 tripulantes, más un visitante (pescador necesitando un abrigo por ejemplo) durante 1 semana entera. Este rango de tiempo considera que las previsiones meteorológicas en el archipiélago sean buenas, y la repatriación de las personas y del artefacto naval se pueda hacer a tiempo.

El artefacto naval servirá de base para la observación, y la colección de datos, y en escasa ocasión para el análisis de estos. En ese sentido, las herramientas electrónicas embarcadas no serán numerosas. La red eléctrica viene con una tensión de 12Volts, como de costumbre en las embarcaciones marinas de pequeño tamaño, por lo que para los cálculos de la iluminación del artefacto naval, se tomara en consideración la situación más acotada en cuanto a duración de día, o sea el día 21 de junio, día del solsticio de invierno en el hemisferio sur. El Observatorio Naval de Estados Unidos da lo datos requeridos en esta fecha en la siguiente imagen:

U.S. Naval Observatory
Astronomical Applications Department

Sun and Moon Data for One Day

The following information is provided for Archipelago Juan Fernandez (longitude W78.8, latitude S33.6):

Sunday 21 June 2009	Universal Time - 6h
SUN	
Begin civil twilight	05:52
Sunrise	06:20
Sun transit	11:17
Sunset	16:15
End civil twilight	16:42
MOON	
Moonset	14:01 on preceding day
Moonrise	05:09
Moon transit	10:05
Moonset	15:00
Moonrise	06:16 on following day

Phase of the Moon on 21 June: waning crescent with 2% of the Moon's visible disk illuminated.

New Moon on 22 June 2009 at 13:35 (Universal Time - 6h).

Imagen 300: Horas de salida y entrada del sol el 21 de junio, día del solsticio de invierno, en el archipiélago Juan Fernández.

Según los datos del observatorio de la US Navy, el día el más corto del año en el archipiélago, el sol sale a las 6'20 Am. y se esconde a las 16'15 Pm.

Se considera que la iluminación interior no se necesita en la mañana, ya que la salida del sol se produce muy temprano coincidiendo con el despertar de la tripulación. No obstante en la tarde se necesita encender la iluminación interior en la sala de trabajo y el pasillo media hora antes de la puesta del sol, o a las 15'45 y eso hasta las 12 de la noche. O sea son 8 horas y 15 minutos por día.

Luces de señalización y seguridad tienen que ser encendidas de la puesta del sol hasta su salida, o sea de las 16'15 a las 06'20 Am. del día siguiente. O sea quedan encendidas durante 14 horas y 5 minutos por día.

A partir de estas consideraciones, y de las necesidades de seguridad implementadas por el ambiente especial de la embarcación, se pueden estimar las funciones a satisfacer ordenadas según una jerarquía simple derivada de la importancia de cada función, que sea con vista a la seguridad, o a la comodidad de vida a bordo.

Las primeras funciones, son destinadas a la seguridad a bordo, asegurar la vida de los tripulantes.

- (a). Asegurar el anclaje.
- (b). Satisfacer las necesidades energéticas.
- (c). Permitir el vaciamiento de la cala en caso de inundación.
- (d). Permitir al artefacto naval ser visto.
- (e). Permitir la comunicación entre el artefacto naval y tierra.
- (f). Permitir el posicionamiento geográfico del artefacto naval.
- (g). Permitir la visibilidad interna.
- (h). Permitir la conservación de alimentos perecibles.
- (i). Dar el acceso al agua corriente a bordo.
- (j). Permitir el uso de las tecnologías necesarias al estudio científico.
- (k). Permitir la carga de objetos pesados por la escotilla.
- (l). Satisfacer una calidad de aire ambiente.

b). Necesidades de seguridad y sus soluciones.

(a). Asegurar el anclaje.

Se requiere asegurar la posición estable del artefacto naval, para ello, se necesita elegir el ancla a implementar. Se define el peso del ancla, el diámetro del eslabón de la cadena y del cabo, según el peso y la eslora del artefacto naval. Los resultados del método de elección del ancla, de su cadena y de su cabo se encuentran en el capítulo de resultados.

i). Método de elección del Ancla

Las principales anclas usadas actualmente son las siguientes:

- (1). La ancla Almirantazgo se distingue por su gran agarre en fondo duro, de arcilla y de arena pero de rendimiento inferior en fondo de limo o barro. Por su tamaño y peso resulta difícil de estibar, inadecuada para barcos de eslora menor a 30 pies. Se debe fondear con precaución para que la cadena no se enrede en el cepo y pierda su eficiencia. Se la utiliza preferentemente como ancla de respeto o para fondear en condiciones rigurosas, siendo la única que agarra en fondo de algas.

(2). Danforth. Consiste en dos grandes uñas planas que pivotan 30° respecto a la caña, compacta y fácil de estibar. Su desventaja es que cuando garrea lo hace de golpe y si el barco tiene arrancada es difícil que agarre de nuevo. No es apta para fondo de piedra o de tosca dura.

(3). C.Q.R. Consiste en una uñas de dos caras simétricas y unidas que forman una “V” invertida, en tanto que la caña pivota lateralmente sobre un eje. Tiene un excelente agarre en fondo de arena y arcilla, pero de menor eficiencia en fondo blando de limo, adecuada para barcos de eslora superior a 26 pies.

(4). Bruce. Pensada originariamente para trabajos costa fuera, tales como en plataformas semi-sumergibles de perforación petrolera y en dragado. El anclaje costa fuera tiene sus particularidades, pero el diseño de Bruce fue pronto adoptado por el yachting, ya que es un ancla de performance excepcional aunque difícil de estibar.

(5). Rezón. También conocido como “grampín”, es un ancla para embarcaciones pequeñas tales como gomones, canoas y botes. Tiene cuatro uñas plegables, sin cepe, y es muy fácil de estibar. También se lo utiliza para rastrear el fondo con diversas finalidades.

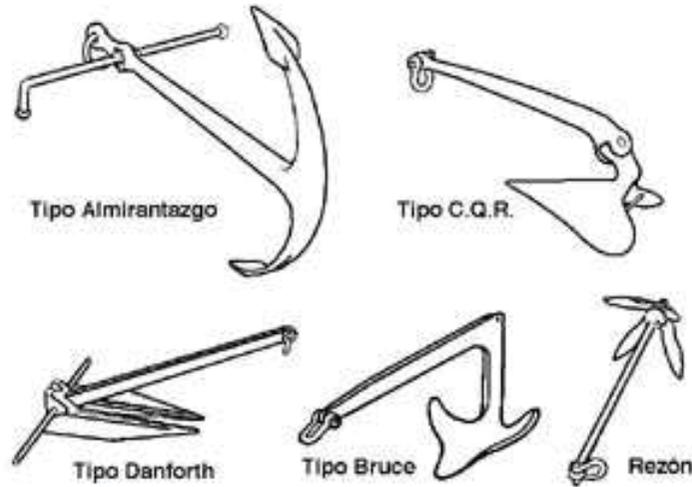


Imagen 301. Vista interior del programa y equipamiento de un barco a vapor.

Dado que el fondo oceánico del archipiélago es rocoso, y presenta condiciones climáticas de costa afuera, la ancla tipo Bruce parece la más apta para el proyecto.

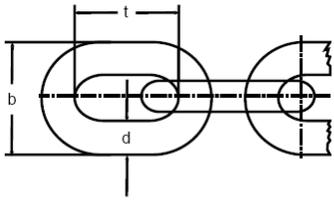
El largo del fondeo se elige según la tabla A, según esta, se sabe que para una embarcación como la nuestra (14m o 46 pies), o sea de uso principal y de más de 33 pies, se requiere implementar una cadena de larga 2 veces la eslora y un cable de 70 metros. También se necesita elegir el diámetro del eslabón de cadena y del cabo, según la tabla B, la cual dice que se requiere un eslabón de cadena de 9.5mm y un eslabón de cabo de 18mm.

Uso	Eslora	Largo de cadena	Largo de cabo (m)
Principal	- 33 pies	2 veces la eslora	45-55
Principal	+ 33 pies	2 veces la eslora	64-73
Secundario	- 33 pies	1 1/2 la eslora	55-64
Secundario	+ 33 pes	1 1/2 la eslora	73-82

Tabla 41. Regulación francesa de largo de fondeo combinado de cadena y cable.

Eslora (pies)	Tonelaje	Ancla (Kg)	Ø eslabón cadena	Ø cabo
Hasta 21	Hasta 1	8	6 mm	10 mm
22 - 25	1 - 2	10	8 mm	14 mm
26 - 30	2 - 3	12	8 mm	14 mm
31 - 34	3 - 4,5	14	8 mm	14 mm
35 - 41	4,5 - 8	16	9,4 mm	18 mm
42 - 52	8 - 12	20	9,5 mm	18 mm
53 - 59	12 - 16	24	12 mm	22 mm
60 - 65	16 - 20	34	12 mm	22 mm
66 - 82	20 - 30	40	14 mm	24 mm
-	25 - 30	60	16 mm	28 mm

Tabla 42. Regulación francesa de peso del ancla y medida de cabos.



Cadena DIN-5684 Grado-50

Diámetro d		Peso t		Ancho Exterior b		Peso	Coef. Seg. Crg. Trab.Máx.		Carga de Prueba	Carga de Rotura
mm.	Inches	mm.	Inches	mm.	Inches	Kg./m.	4:1 Kg	5:1 Kg	Kg	Kg
5	3/16	15	0,591	17	0,669	0,54	475	380	950	1.900
6	7/32	18	0,709	20	0,787	0,78	700	560	1.400	2.800
7	1/4	21	0,827	23	0,905	1,08	950	760	1.900	3.800
8	5/16	24	0,945	26	1,024	1,40	1.250	1.000	2.500	5.000
10	3/8	28	1,102	34	1,338	2,25	1.950	1.560	3.900	7.800

Tabla 43. Relación peso/eslabón de la cadena.

Diámetro (mm)	Peso (g/m)	Resistencia (kg)
5	11 g	320
6	16 g	500
8	32 g	1.020
10	53 g	1.700
12	80 g	2.500
15	128 g	4.100
18	166 g	5.300
20	210 g	6.700
22	260 g	8.300
24	315 g	10.000

Tabla 44. Relación eslabón/ peso del cable.

(b). Satisfacer las necesidades energéticas.

Se requiere permitir en funcionamiento de los aparatos eléctricos solicitados por medio de un sistema seguro, que permita el cuidado del equipo en casos extremos y que la gran parte de la producción energética sea utilizando las energías renovables disponibles.

De todos modos, se implementará un generador eléctrico de emergencia. Dado que la embarcación no es motorizada y que en consecuencia no posee reservas de gasolina, y que al contrario posee reservas de gas, la mejor alternativa es de tener un generador funcionando con el estanque de gas inicialmente destinada a la cocina. Por otro lado, se puede considerar otra solución, dado que los artefactos necesarios en caso de corte de electricidad son pocos, pueden ser alimentados únicamente por una batería que serviría exclusivamente en caso de emergencia. En ese caso, una batería de auto sería suficiente.

(c). Bombas de achique en caso de inundación y sistema del pontón central.

Se requiere un sistema con bajo consumo de energía y con una bomba capaz de funcionar con agua salada. Se usan bombas sumergibles, con un caudal de más de 2000 litros por hora.

Voltios	Caudal litros/hora	Consumo Amp.	Peso
24 V	a nivel	1,3	525 g
	naar 1 m.		
12 V	4160	2,8	
	2650		
12 V	3565		
	2525		

Tabla 45. Tabla de bomba de cala sumergible Attwood.

i). Calculo de consumo total máximo de la red de Agua a 12V.

(1). En casos leves, cuando se requiere calibrar el lastre no se necesitará la bomba más de 15 minutos para volver a la situación normal. Lo que equivale a un consumo de:
 $P = U \cdot I \cdot \text{tiempo} = 12 \cdot 2,8 \cdot 0,25 = 13,44$ vatios horas

$$I = 2,8 \cdot 0,25 = 0,7 \text{ ampere horas}$$

(2). En un caso de emergencia en que se pueda necesitar de satisfacer el vaciamiento continuo de la cala durante 2 días: tiempo para socorrer la embarcación si se ubica alejada del poblado. En ese caso, se requiere satisfacer ese consumo de:

$$P = U \cdot I \cdot \text{tiempo} = 12 \cdot 2,8 \cdot 48 = 806,4 \text{ Vatios Horas.}$$

$$I = 48 \cdot 2,8 = 134,4 \text{ amperes horas}$$

(d). Dar visibilidad al artefacto naval.

Se requiere la iluminación exterior de acuerdo a la reglamentación aplicable a los artefactos navales, así como la comodidad para embarcar y desembarcar por los muelles laterales, la escotilla o la escalera de acceso.

i). Escotilla. Tiene 2 necesidades distintas: la primera es señalar el contorno de la escotilla tanto para el interior como el exterior. La segunda tiene que permitir la observación de lo que se ubica abajo el espacio habitable por las personas presentes a bordo. Para la señalización de la compuerta, se puede simplemente implementar una cinta foto luminiscente, para evitar el encandilamiento tanto para los que transitan por el interior como para los que están en el exterior. Para la iluminación de la parte del área del agua, se propone usar un foco direccionado que permite enfocar en el lugar deseado.

ii). Iluminación del acceso, se implementa un foco de luz difusa en el techo, para permitir la entrada o salida de noche, y además, señalar la entrada. Se implementara 1 focos de 70 vatios que se usara 2 horas diarias.

iii). Luces de Seguridad: señalización obligatoria de la embarcación de noche. Según la reglamentación actual, se necesita implementar las siguientes luces de señalización:

(1). Luces de costado rojas y verdes visibles desde por lo menos dos millas (1.21 Km.). Esas luces tienen como meta precisar la orientación del artefacto naval, y la dirección de su movimiento.

(2). Una luz todo horizonte blanca, o una luz blanca de tope y una luz blanca de popa. Estas luces deben ser visibles desde por lo menos dos millas (3.21 Km.) en una noche oscura sin nubes. La luz todo horizonte blanca (o la luz de tope) debe estar por lo menos 1 metro más arriba que las luces del costado.

(3). Cuando el artefacto naval está fondeado, tiene que exhibir una luz blanca visible desde todas las direcciones, entre la puesta del sol y su salida, incluidos los períodos de visibilidad reducida.

Entonces en nuestro caso existen 2 posibilidades: una luz bicolor, o una verde conjuntamente a una roja; la luz blanca también puede ser una todo horizonte o una de popa conjuntamente a una de proa. La elección entre las dos posibilidades se hará según el consumo que implica cada solución. Para ese destino, existen las bombillas tradicionales El consumo con ese tipo de luz es de 25W para cada lámpara. También está ya desarrollada la tecnología LED en ese campo,

Usando esta solución, se usan solo 5W por lámpara, para características de iluminación iguales.

Se implementarán entonces una luz bicolor verde/rojo con un ángulo de 225°, visible entre 2 y 3 millas náuticas en una noche clara. El consumo de esa lámpara es de 4*1W, la lámpara se ubicará a la proa. Conjuntamente se implementarán una luz de popa blanca de ángulo 135° que consume 5*1W y otra luz blanca de tope, ángulo 225° que consume 4*1W. Con esas 2 lámparas blancas, se señala la embarcación con un ángulo de 360° grados, como la requiere la ley de navegación náutica.

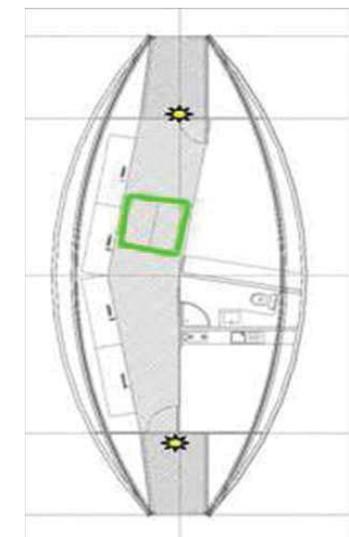


Imagen 302. Vista interior del programa y equipamiento de un barco a vapor.

(e). Permitir la comunicación entre el barco y la tierra.

Se requiere permitir la comunicación entre el artefacto naval con la isla y el continente con un sistema autónomo y que también posibilite una radio de comunicación con tripulantes en misión en la isla.

Se propone la utilización de una Radio VHF: Tipo GX600, desarrollado por GME. Sus consumos son los siguientes:

Cuando no se está comunicando: <200mA

Cuando está recibiendo: 700mA

Cuando está transmitiendo a potencia mínima: 850mA

Cuando está transmitiendo a potencia máxima: <5 A

Se considera que en tiempo normal, se escucha las previsiones meteorológicas 2 veces por día (se transmiten cada hora en un canal fijo), durante 5 minutos (o sea 10 minutos de recepción a full volumen: $0.7 \times 1/6 = 0.12 \text{ Ah}$). Además, cada día se comunica durante 5 minutos con la capitanía de puerto o CONAF (o sea 5 minutos de transmisión alta potencia y recepción a alto volumen ($5 + 0.7 / 12 = 0.475 \text{ Ah}$)).

O sea un consumo diario destinado a la VHF en tiempo normal de 0.595 Ah.

En tiempo de problemas (técnicos, de salud o condiciones meteorológicas difíciles), estimando que se puede esperar la ayuda durante 2 días. Bajo estas condiciones, la comunicación por radio VHF es un punto primordial para la llegada de los auxilios, la radio VHF debe poder estar encendida en continua durante 2 días para la recepción a alto volumen, y permitir emitir a alta potencia durante 2 horas por día (o sea $24 \times 0.7 + 2 \times 5 = 26.1 \text{ Ah}$ diarios)

Consumo en 2 días de espera de llegada de la ayuda: 52.2Ah

Además, está disponible en la embarcación una radio VHF portátil, que permite guardar el contacto entre las personas presentes en la embarcación, y las que están en misión en la isla. La radio portátil puede ser de la misma gama que la radio de mesa, se propone la utilización de la Radio VHF portátil GX620. Las baterías de esa radio se cargarán en el poblado antes de partir de expedición.

(f). Permitir la ubicación geográfica.

Se requiere saber en cualquier momento la posición del artefacto naval, por lo que se implementa un GPS, ya que si es arrastrado por una corriente, o por el viento, es imprescindible para socorrerlo, que pueda avisar de su posición precisa y actualizada. Además, en el caso en cual el sonar no funcione, el GPS puede dar informaciones sobre la profundidad, la cual sería aproximada, pero siempre útil.

Entonces, se requiere implementar un GPS básico del tipo siguiente: GP450X de GME. El GPS consume 240mA con una tensión de 12V, dado lo precedente, el GPS será usado únicamente en caso de problemas.

c). Necesidades de comodidad y sus soluciones.

(a). Permitir la visibilidad interna.

La iluminación del interior debe contemplar la iluminación suficiente para moverse en la embarcación: señalización del suelo, iluminación del pasillo. Alumbrado suficiente para trabajar, cocinar, comer, leer en la cama, estar en el baño. Todo este sistema debe estar bajo un sistema de ahorro de energía y debe tener la luz correcta para cada actividad.

i). Sala de trabajo:

(1). 2 lámparas empotradas en la pared arriba de la mesa de trabajo equivalente 100 vatios. Con un uso diario de 5 horas.

(2). 4 lámparas empotradas en el techo equivalente 120 vatios. Con un uso diario de 5 horas.

Comedor:

(3). 3 lámparas empotradas en el techo equivalente 120 vatios. Con un uso diario de 3 horas (principalmente durante la cena)

ii). Cocina:

(1). 2 ampolletas empotradas equivalente 100 vatios. Con un uso diario de 2 horas (preparación de la cena.)

iii). Camas:

(1). 4 ampolletas para permitir leer en la cama, equivalente 60 vatios. Con un uso diario de 1 hora.

iv). Baño:

(1). 1 ampolletas empotrada arriba del espejo equivalente 100 vatios. Con un uso diario de 2 horas.

v). Pasillo:

(1). 2 ampolletas empotradas en el techo equivalente 100 vatios. Con un uso diario de 5 horas.

(2). LEDs guías de suelo:

La idea inicial para señalar el pasillo era la implementación de LEDs guías, pero considerando que la parte interior de la embarcación recibirá luz durante todo el día, y que la luces guía del suelo tienen un papel de ayuda más que de iluminación, se puede implementar un material fosforescente. Existen distintas soluciones, principalmente la pintura, o una cinta foto luminiscente, que se venden libremente en el mercado.

De las cintas foto luminiscentes, existen unas que tienen además de la fosforescencia una característica antideslizante. Esa característica es primordial en un lugar que puede recibir agua. Entonces, se elige implementar una cinta de 4 o 5 cm. de ancho, como guía del suelo en el pasillo central de la embarcación. Una banda por cada lado del pasillo que se ubica en la parte central de la embarcación. Esta cinta satisface completamente la necesidad de visibilidad del suelo.

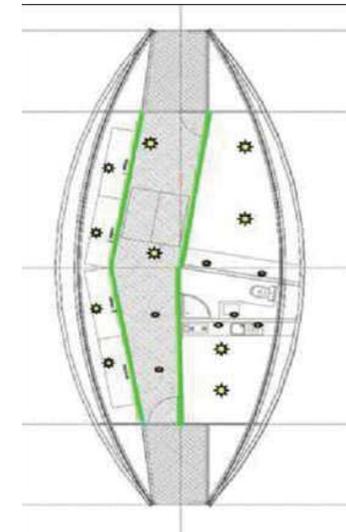
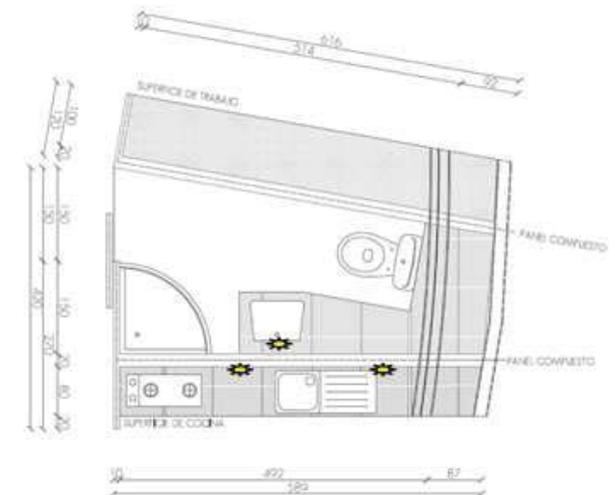


Imagen 303. Vista interior del programa y equipamiento de un barco a vapor.



304. En la cocina y el baño, las lámparas empotradas se ubicarán según la Ilustración 28.

(b). Permitir la conservación de alimentos.

Se requiere conservar alimentos a temperatura con un sistema de bajo consumo compatible con una red eléctrica a 12 volts. y de poco volumen.

Existen refrigeradores adaptados a los veleros, que son cajas isotérmicas, adornadas de un sistema de refrigeración y funcionan con redes eléctricas de 12 voltios. Se puede entonces implementar un refrigerador Heladera Ground point 50L, cuyo consumo por día es de: 600Vatios o 50Ah.

(c). Implementación de un sistema de distribución de agua a bordo.

Se requiere el uso de agua salada y potable (doble red) con presión aceptable y disponibilidad de agua caliente para la ducha y la loza.

i). Bomba agua salada.

Se opta por instalar una bomba de agua salada para ser utilizada en el lavadero. Se considera que la bomba se usa 15 minutos por día por lo que su consumo será de:

$$P = U \cdot I \cdot 0.25 = 12 \cdot 8.5 \cdot 0.25 = 25.5 \text{ Vatios horas}$$

$$I = 8.5 \cdot 0.25 = 2.125 \text{ Amperes horas.}$$

ii). Bomba de agua dulce.

Se puede implementar una bomba de presión Flojet diseñada para usar hasta con 5 grifos proporcionando un caudal de 11 l/min a una presión de hasta 3,4 bar.

(1). Totalmente automática. No necesita tanque de acumulación de agua gracias a su caudal constante.

(2). Puede trabajar en seco durante un período razonable.

(3). Diámetros de entrada y salida: 12,5 mm (1/2").

(4). Dispone de protector térmico (ISO 8846)

(5). Consumo 12V: 3,9 A (0,7 bar)

(6). Consumo 24V: 2 A (0,7 bar)

La bomba de agua dulce se usa en el baño al lavarse y al ducharse. Se estima el tiempo de uso en el baño de 50 minutos por día para la ducha (10 min/duchas/personas) y 10 minutos para lavarse la cara (2 min/persona/día)

En la cocina, se considera que se usa durante 20 minutos, tiempo de lavado de loza, y tirar el agua necesaria. O sea en total 1 hora y 20 minutos, lo que equivale a:

$$P = U \cdot I \cdot \text{tiempo} = 12 \cdot 3.9 \cdot 1.33 = 63 \text{ Wh/día}$$

$$I = 3.9 / 3 = 1.3 \text{ ampere horas}$$

iii). Agua Caliente: El agua caliente es destinada al baño y la cocina, se considera que esa agua, necesita una temperatura de 30 grados para permitir una ducha agradable en invierno.

La cantidad de agua necesaria para una ducha es de 15 litros. Considerando que cada uno se tomaría una ducha cada 2 días. Si se duchan únicamente los 4 científicos a bordo, serían 2 duchas por día, o 30 litros por día. Además, el agua necesaria a limpiar la loza, una cantidad estimada de 10 litros por día. La cantidad de agua tibia disponible por día sería de 55 litros a 30 grados Celsius. La superficie de la envolvente explotada por los paneles fotovoltaicos puede también utilizarse para paneles termosolares, o también sería posible usar como calefactor de agua la bomba de gas ya presente en el artefacto naval para la cocina.

(c). Permitir el uso de las tecnologías de investigación.

Se calcula la utilización de cuatro computadores para el registro y procesamiento de datos. Se considera que un computador portátil de tamaño pequeño consume alrededor de 30 Vatios.

(d). Permitir la introducción de objetos pesados por la escotilla.

Se requiere el levantamiento del ancla o del bote auxiliar, así como muestras de agua, cantidades considerable de plantas, etc.

El sistema debe permitir elevar el ancla de respeto junto a su cadenas y al cabo, los cuales tiene un peso acumulado de aproximadamente 80 Kg. El molinete que sirve para la elevación del ancla puede ser vertical o horizontal, y manual o eléctrico. Un molinete vertical sirve cuando el ancla se sube por una compuerta horizontal, lo que es el caso del proyecto.

Dado el alto consumo de un molinete eléctrico, se elige implementar un molinete manual, que servirá al descenso y la elevación del ancla y sus cadenas, la embarcación auxiliar, la escalera de buzos y otros objetos de pesos importantes.

(e). Garantizar la calidad del aire interior.

Se requiere asegurar la renovación y temperatura del aire interior.

i). Calefacción: Aprovechando la doble membrana de la envolvente se realizan aberturas que permiten la circulación del aire al modo de un muro trombe, que permite calentar el aire naturalmente por la energía solar, la circulación del aire se hace naturalmente por convección. El muro trombe puede servir para calentar un espacio, pero también para permitir su ventilación.

En nuestro caso, las paredes son de telas. La tela exterior, de tipo “precontraint 702 fluotop T2”,

La eficiencia del muro trombe no se estudiara ahora, simplemente se considera suficiente para la calefacción del lugar.

2. Posibilidades de producción y acumulación de energía.

a). Energía solar.

(a). Recursos disponibles

El archipiélago se ubica en latitud y longitud 33°32'S y 78°43'O. La ciudad de Valparaíso se ubica en 33° 03' S y 71° 36' O. Considerando de que el archipiélago se ubica en una latitud bastante similar a la de Valparaíso, se tomarán en cuenta los datos de exposición solar disponibles de la ciudad de Valparaíso. Aunque Valparaíso está más cercano al ecuador que el archipiélago, la aproximación no parece demasiado optimista dando que la contaminación en Valparaíso absorbe una parte de los rayos solares, y que además, el cielo en la costa es más nublado que el que se encuentra generalmente en el archipiélago.

Como queremos considerar las peores condiciones posibles, se toman en cuenta los datos solares de menor irradiación por mes en un año,.

La irradiación global mensual mínima en la latitud de Valparaíso ocurre en el mes de junio, con un valor de 175,5 MJ/m², o sea 5,85 MJ/m² diario, o sea 1,625kW/m² diario. La irradiación global mensual máxima ocurre en el mes de enero, con un valor de 680,9 MJ/m², o sea 22,0 MJ/m² diario, o sea 6,101 kW/m² diario.

(b). El solar fotovoltaico.

Cuando se implementa una instalación fotovoltaica en tierra firme, se justifica orientarla según la mejor exposición solar, y si se puede, implementar un sistema mecánico automático, ajustando la exposición del panel a la posición del sol. En nuestro caso, es mejor tener una instalación firme, unida a la estructura, dado que las condiciones marítimas son muy dañinas, sobre todo la sal, que complica la mantención de los sistemas mecánicos. La envolvente del artefacto naval no es horizontal, se puede notar que la parte la menos inclinada del techo, a 10° de la línea horizontal, sigue una parte inclinada a 52° de la línea de horizonte.

Según la orientación de los paneles se pierde un porcen-

Tabla 46. Tabla de irradiación solar por mes en un año.

LOCALIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
V Región													
EL YESO	791,3	639,0	584,0	425,2	290,9	212,6	263,6	356,0	514,3	627,2	687,2	788,5	6179,8
ISLA DE PASCUA	631,3	515,9	497,5	376,8	314,9	245,4	296,9	362,4	483,9	574,5	606,4	634,9	5540,8
QUILLOTA	680,7	560,7	477,1	304,8	228,2	194,1	299,7	364,0	512,5	597,1	680,3	680,2	5098,2
EL OLIVAR	671,1	521,0	482,5	306,8	201,8	176,3	206,3	283,9	348,0	482,1	608,3	680,2	4968,2
VALPARAISO	680,9	528,8	467,4	310,7	218,7	175,5	199,5	293,3	397,4	521,7	616,4	678,3	5088,8
EL BELLOTO	578,3	458,5	452,5	349,4	268,0	203,2	278,7	339,9	448,3	449,9	594,0	620,3	5041,0
LIU LIU	758,7	585,8	558,5	382,7	271,5	215,4	231,7	325,8	421,6	551,1	627,0	746,2	5676,1

taje de la irradiación total. A partir de estas consideraciones, se debe usar únicamente la parte del techo con 10° de inclinación para implementar los paneles solares, dado que la parte con un ángulo de 52° tendrá un porcentaje de ineficiencia importante la mayor parte del tiempo; dado que no se puede saber si, según la orientación de la embarcación (vale decir del viento), el sol llegará por babor o estribor.

Se pueden implementar paneles en una superficie de 892x300cm². Para elegir el tipo de panel que se implementara, se estudia el número de paneles de un tipo que se alcanza a colocar en la superficie disponible.

En conclusión, se nota que la configuración la más eficiente viene con 56 paneles SM225M, para tener una potencia de 3136Wp.

Dado que la irradiación diaria mediana del peor mes del año es de 1,625kW/m², produciría en este caso, 5096 vatios diarios. Pero obviamente, este valor es un promedio hecho en un mes, y no es el reflejo de cada día del mes. Se intentó conseguir datos meteorológicos más detallados, contactando las autoridades del archipiélago, así como al aeródromo de la isla, pero no dieron acceso a estos datos.

En este contexto, se considera como la peor situación, un 60% de la irradiación diaria mas baja del año, o sea unos 0,98 kw/m² diarios, a los cuales se debe retirar un 15% como factor de perdida de irradiación por la inclinación y orientación de la pared. En este caso, Se logra una producción eléctrica de 3058 vatios diarios gracias a los 56 paneles fotovoltaicos SM225M.

Tipo de panel	Potencia unitaria (Wp)	I	L	Numero de I alcanzado en 3000cm	Numero de L en 8900cm	Num total de paneles	Potencia máxima (Wp)
SM60M	15	250	620	12	14	168	2520
	15	620	250	4	35	140	2100
SM80M	20	430	450	6	19	114	2280
	20	450	430	6	20	120	2400
SM120M	30	450	590	6	15	90	2700
	30	590	450	5	19	95	2850
SM160M	40	450	740	6	12	72	2880
	40	740	450	4	19	76	3040
SM225M	56	610	750	4	11	44	2464
	56	750	610	4	14	56	3136

Tabla 47. Tabla de producción de paneles fotovoltaicos.

Panels Solares Flexibles	SM60M	SM80M	SM120M	SM160M	SM225M
Potencia	15Wp	20Wp	30Wp	40Wp	56Wp
Intensidad (A)	0,9	1,1	1,7	2,2	3,0
Peso (Kg)	1,55	2,4	3,15	3,9	4,9
Dimensiones (mm)	620 x 250 x 2	430 x 450 x 2	590 x 450 x 2	740 x 450 x 2	750 x 610 x 2

Tabla 48. Tabla de características de paneles fotovoltaicos.

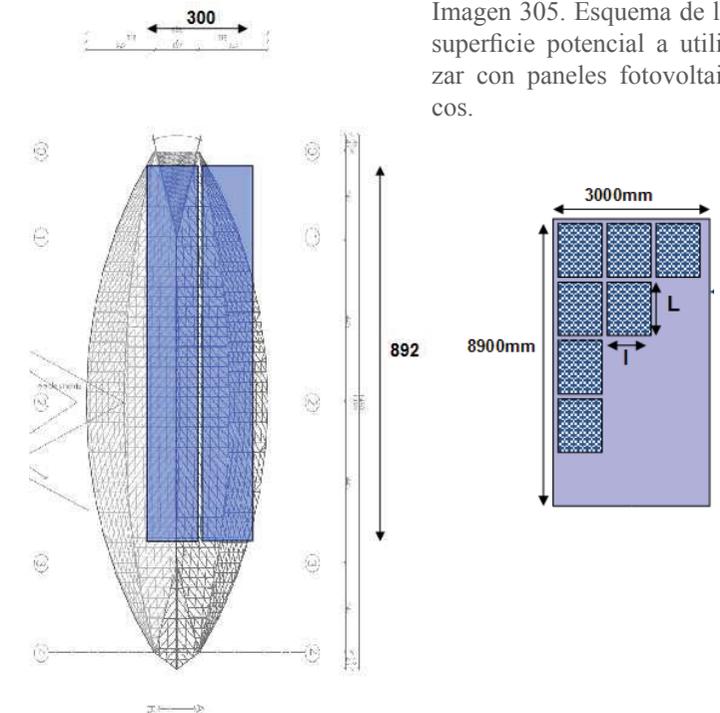


Imagen 305. Esquema de la superficie potencial a utilizar con paneles fotovoltaicos.

b). Energía eólica.

(a). Recursos disponibles.

Como datos de viento en el archipiélago, tenemos como valores que la velocidad media mensual del viento oscila entre 3,53m/s y 9,38m/s, y que la velocidad media general es de 5,88 m/s. Esta constatación es bastante satisfactoria dado que los molinos eólicos empiezan a ser eficientes a los 5m/s de viento.

(b). Posibilidad de producción de electricidad por el uso de molinos eólicos

Dado que los paneles solares no producirán bastante energía para satisfacer las necesidades eléctricas, es necesario recurrir a la producción de energía por el uso de los molinos eólicos. Como dato de referencia, para la velocidad del viento, se tomara un 80% de la velocidad mediana de los datos que tenemos, o sea unos 4,70m/s.

A esta velocidad, el molino aero4gen puede producir 10 vatios, y el molino aero6gen puede producir 22 vatios. El molino aero6gen parece mucho mas apto para nuestro caso, porque el consumo energético de la embarcación es bastante alto. El molino Aero6gen tiene un diámetro de 1220mm.

Dado que la embarcación, en la parte trasera, tiene como ancho 1520mm, es posible implementar 2 molinos, para proveer más energía.

F. Definición de la materialidad.

La definición de la materialidad del artefacto naval se resuelve desde el cruce de los cursos teóricos con el estudio de los modelos estructurales. En cuanto a los cursos teóricos, los mayores aportes los entregaron las clases de Construcción y Estructura náutica 1 de Boris Guerrero, y las clases de Construcción y Estructura Náutica 2 de Boris Ivelic. El aporte del modelo estructural se recibe desde las constantes interrogantes en cuanto a uniones y piezas específicas que tienen su traducción en el prototipo.

Otra dimensión que decanta en la definición de la materialidad son los requerimientos específicos de la obra, los

cuales son abarcados en el capítulo II. en el subcapítulo de fundamentos técnicos, donde se realiza un estudio de materiales livianos utilizados en la aeronáutica. También se reciben orientaciones desde los ejemplos expuestos en el subcapítulo de fundamentos teóricos, especialmente ciertas obras planteadas en climas extremos.

Una experiencia que aporta directamente a este capítulo es la travesía realizada visitando astilleros y conociendo los procesos de construcción de embarcaciones de distintos materiales. Aportan especialmente a esta tesis los procesos de construcción de embarcaciones en HDPE, realizados en Seaplast los cuales se pueden encontrar en el capítulo II.

G. Demostraciones geométrica acotadas de calce y funcionamiento de las partes y total.

Demostraciones geométricas acotadas de calce y funcionamiento de las partes y total del proyecto. Se realizarán representaciones mediante dibujos tridimensionales, 3D, maquetas a escala y planimetría.

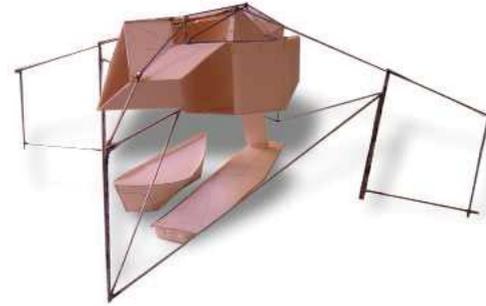


Imagen 306. Maqueta de estudio de la relación entre el espacio habitable y la superficie marítima.

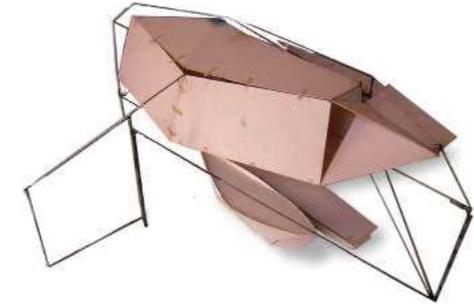


Imagen 307. Maqueta de estudio de la relación entre el espacio habitable y la superficie marítima.

1. Maquetas de estudio formal.

Las primeras versiones nacen siempre de la galería como elemento arquitectónico ordenador y rasgo fundamental de la obra. El programa se establece referido a la luz que entrega la galería, y al rasgo formal longitudinal, que posteriormente se reafirmo con el criterio aerodinámico de la envolvente.

Se progreso en la geometría de la envolvente, comenzando con planos quebrados que se fueron multiplicando hasta adquirir un carácter cristalino. Finalmente se dio un salto hacia el uso de las superficies hiperbólicas estudiando nuevas estructuras y materiales que satisfagan



Imagen 308. Maqueta de estudio de la permeabilidad de la envolvente.

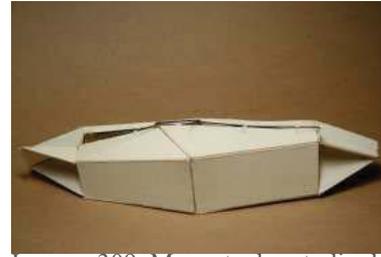


Imagen 309. Maqueta de estudio de la permeabilidad de la envolvente.

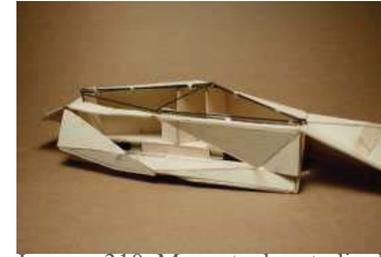


Imagen 310. Maqueta de estudio de la permeabilidad de la envolvente.

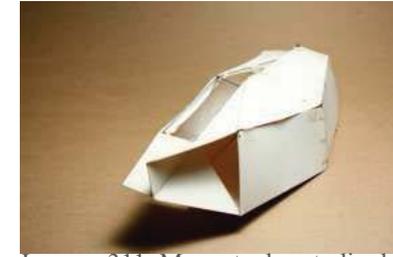


Imagen 311. Maqueta de estudio de la permeabilidad de la envolvente.

2. Maquetas programáticas.

los requerimientos de planos alabeados y de doble curvatura.

En las primeras propuestas, la lateralidad estaba dada por casi todas las dimensiones de la obra, tanto como el programa, el vacío interior y la envolvente. Después de varias versiones algunas de estas dimensiones fueron avanzando necesariamente hacia una simetría requerida por las condiciones del medio y como respondería la obra a ellas. La búsqueda de la lateralidad se siguió trabajando desde el programa, el orden interior y la luz.

Se desarrolló una maqueta programática para ajustar la esbeltez en pos de los requerimientos de habitabilidad y elementos requeridos para el correcto funcionamiento de todos los sistemas. Se opta por un núcleo de servicios central donde se controlan todas las redes y estanques de la obra, concentrando la mayor cantidad de pesos en el centro geométrico. Este núcleo de servicio separa la zona de trabajo y la zona de restauración abasteciendo ambas al modo de un shaft central. El corredor de la galería queda como un espacio común al total del programa estructurando el habitar del interior y otorgando un aire regalado como desahogo que recibe durante la noche las literas.

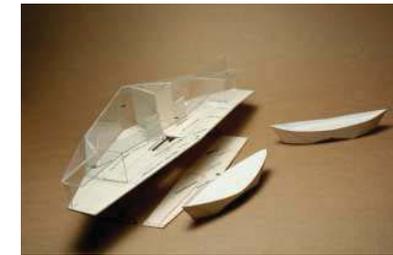


Imagen 312. Maqueta de estudio del programa y distribución interior.

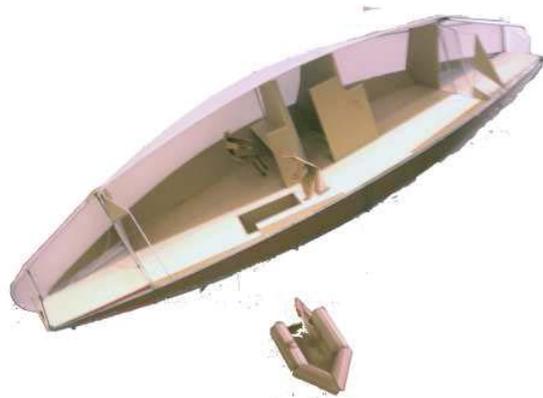


Imagen 313. Maqueta de estudio formal de la relación entre la envolvente de doble curvatura y el espacio interior.



Imagen 314. Maqueta de estudio formal de la relación entre la envolvente de doble curvatura y el espacio interior.



Imagen 315. Maqueta de estudio, construcción de los espacios bajo cubierta para la instalación de redes y sistemas.

3. Habitabilidad.

Se construyó una maqueta de habitabilidad 1:200, para observar las cualidades luminosas y espaciales. También se desarrolla una maqueta 3D para estudiar el calce y estiba de redes y ductos generales, así como los estanques y espacios de carga.

En ella se ajustan los espacios, cuidando los requerimientos de alto nivel, pero conservando el tamaño del acto. Este fue el fin principal de esta maqueta, establecer el vacío arquitectónico dictado por el tamaño del acto en los campos de abstracción, cuidando la galería como elemento arquitectónico que define el habitar de la obra, pero integrando las dimensiones propias de un habitar extremo.

4. Requerimientos y programa.

- Galería de distribución, aire mayor del espacio habitable, contiene el elemento luminoso, recorriendo de proa a popa conformando la circulación y los accesos extremos. Cuenta con la compuerta de descenso de buzos y mecanismos para descender o estibar la embarcación de apoyo. Contiene los camarotes y la camilla, la grúa de carga. Sistemas de seguridad por persona, superficies de guardado personales, equipajes.

- Estar - Comedor – Cocina

Manipulación de alimentos, almacenamiento de alimentos e insumos, traslados, superficies útiles.

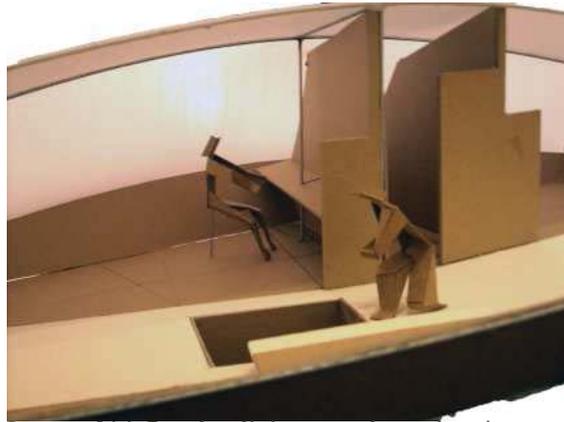


Imagen 316. Paneles divisores y alturas interiores.

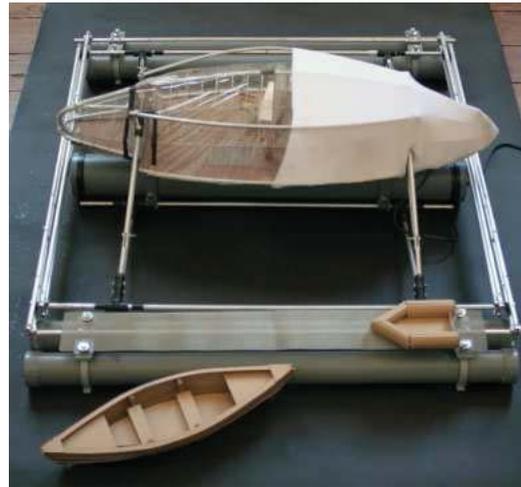


Imagen 317. Maqueta general con todos los sistemas y mecanismos integrados a los requerimientos de la habitabilidad.



Imagen 318. Espacio habitable central y muelles laterales.

- El baño, el termo, las bodegas y colectores deben tener a estar próximos al centro de gravedad G y al eje longitudinal.

- Salón de trabajo, espacio libre con un mesón de trabajo abierto a recibir los equipos de ocasión.



Imagen 319. Maqueta de estudio del aire interior con la construcción de la estructura de la envolvente.



Imagen 320. Maqueta virtual de la estructura plegada.

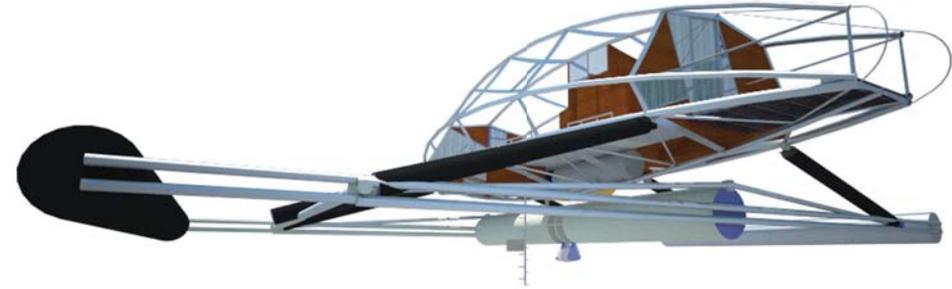


Imagen 322. Maqueta virtual de la estructura plegada sin envoltente.

Imagen 321. Maqueta virtual de la estructura desplegada.



Imagen 323. Maqueta virtual de la estructura desplegada sin envoltente.



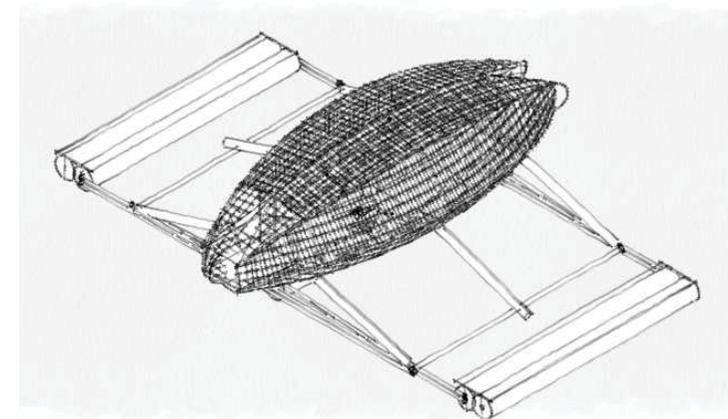
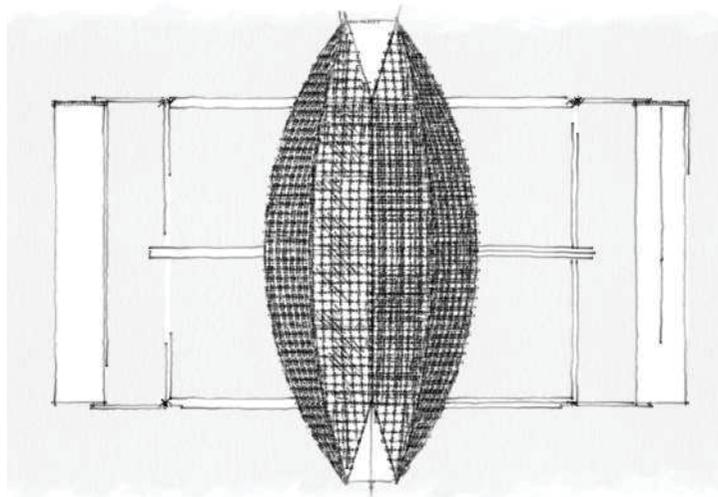
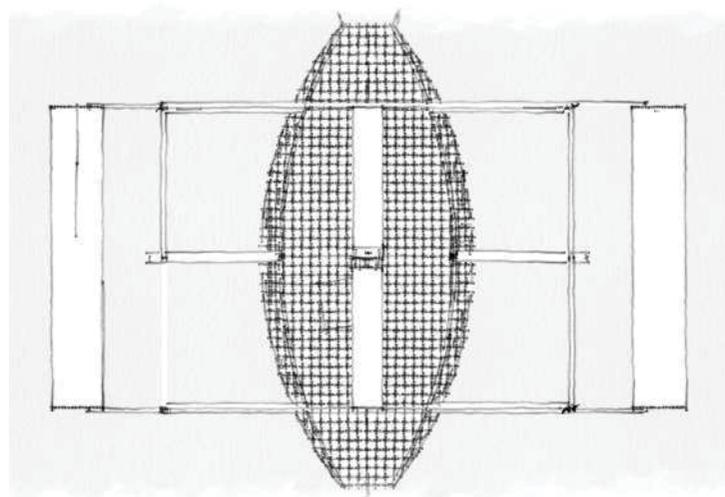
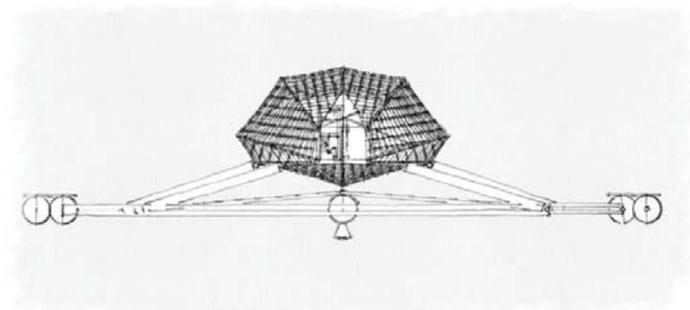
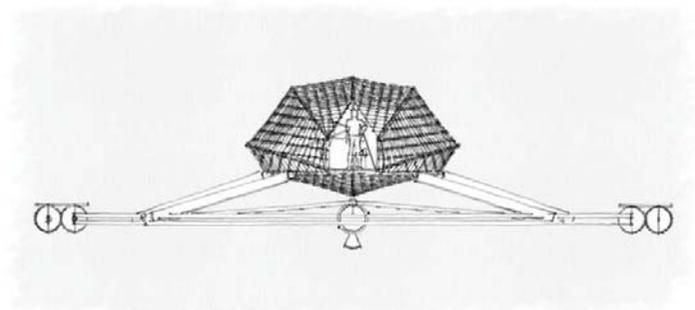
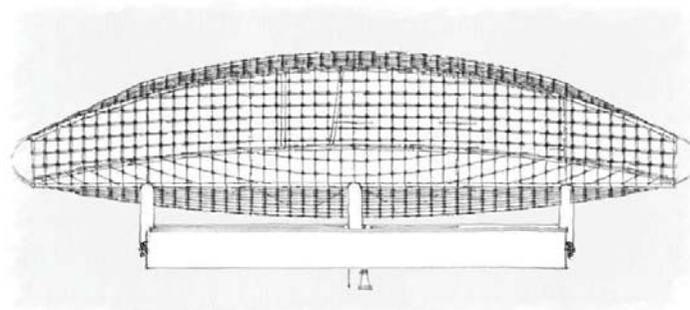
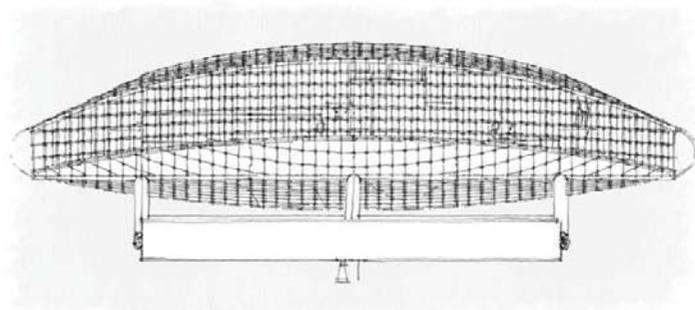


Imagen 324. Plantas, elevaciones e isométricas esquemáticas del modelo virtual en la modalidad plegada.



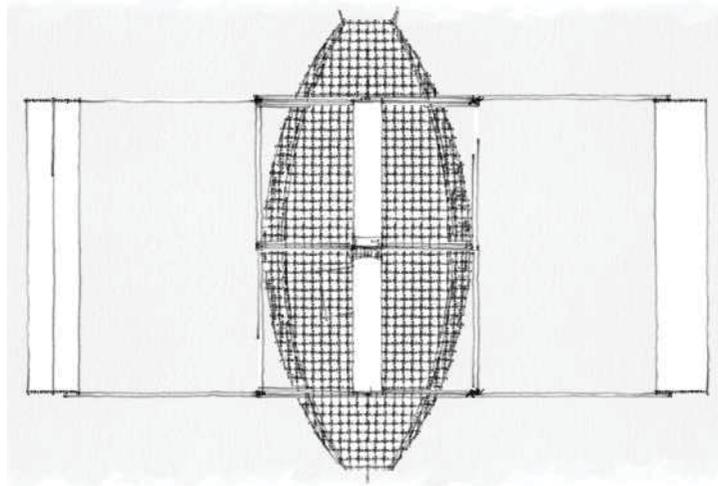
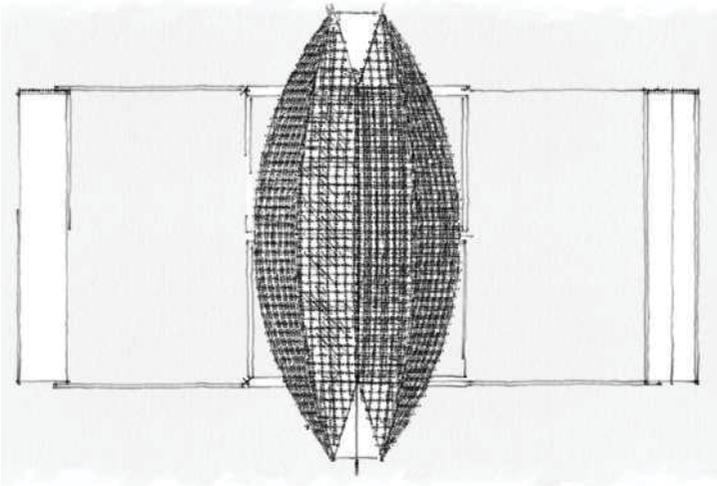
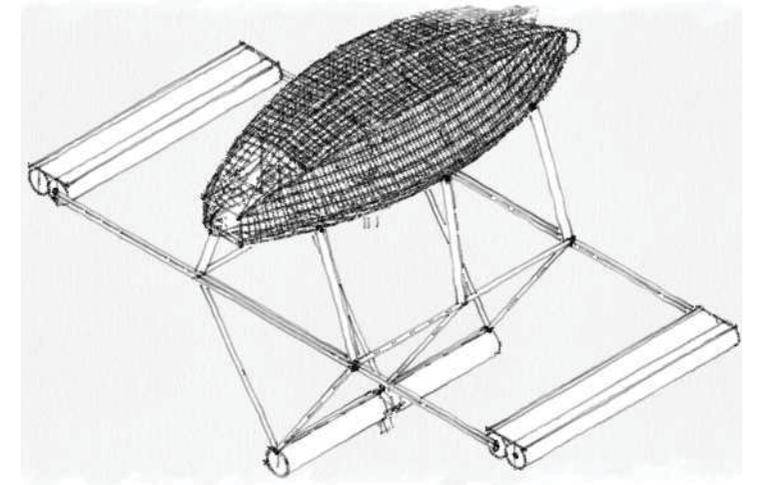
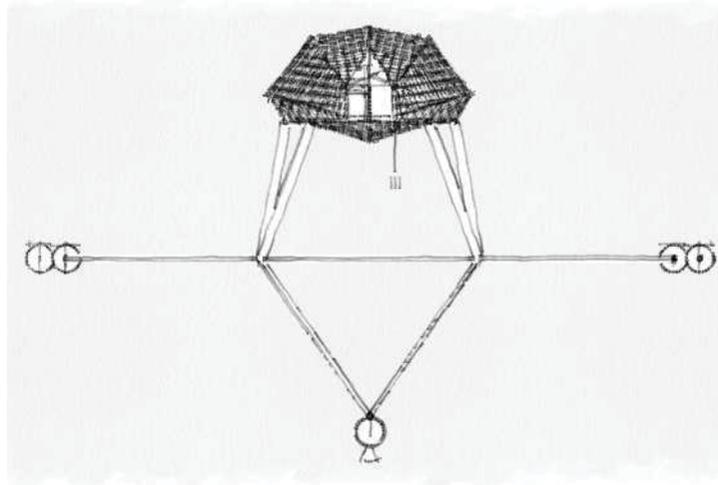
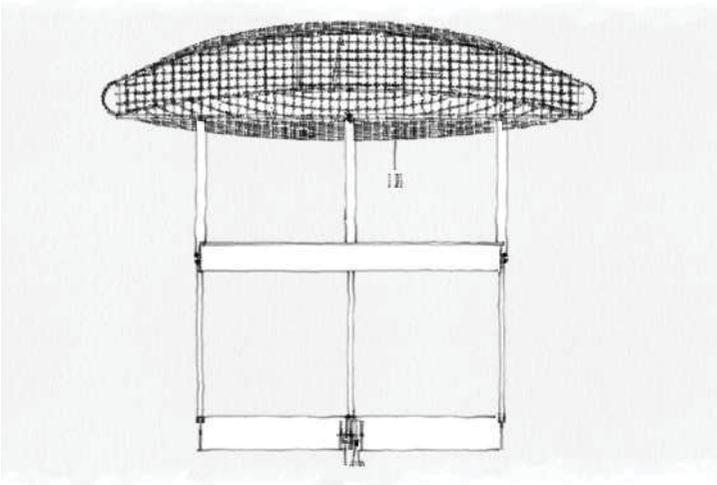


Imagen 325. Plantas, elevaciones e isométricas esquemáticas del modelo virtual en la modalidad desplegada.



Capítulo V. Resultados.

En este capítulo se encuentran los resultados en el mismo orden en que se explicó la metodología, presentando los datos extraídos y su análisis en tablas por cada herramienta. Dada esta cuantificación y elaboración matemática de los datos, se llega a la construcción final en relación a la hipótesis planteada.

- A. Espiral de diseño y requerimientos de alto nivel.
- B. Demostración estructural de funcionamiento de la obra.
- C. Demostración de la estabilidad estática.
- D. Demostración del comportamiento de un artefacto flotante ante el viento y las olas.
- E. Estudio energético.
- F. Definición de la materialidad.
- G. Demostraciones geométrica acotadas de calce y funcionamiento de las partes y total.

A. R.A.N / Requerimientos de Alto Nivel.

1. Requerimientos del cliente.

a). ¿Qué se quiere?

Un artefacto naval, cuyo programa sea el de una base científica, estable ante el oleaje, la corriente y el viento.

b). ¿Para que se quiere?

Para funcionar como infraestructura de apoyo al trabajo en terreno de CONAF entorno a programas de investigación, restauración, conservación y desarrollo del Parque Nacional Archipiélago de Juan Fernández.

c). ¿Para que territorio?

En la costa y bahías resguardadas de cualquiera de las tres islas que componen el Archipiélago de Juan Fernández.

d) Partes interesadas

(a). **Mandante** (origen del encargo): Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Bajo el marco del “Proyecto Insular”, proyectos de investigación y desarrollo (I+D) en el archipiélago Juan Fernandez.

(b). **Dueño**: CONAF (Corporación Nacional Forestal).

(c). **Arquitecto y Diseñadores del Anteproyecto**: Cuerpo de Magíster (Profesores y compañeros).

(d). **Comunidad**: Integración del territorio al país cultivando su riqueza biológica desde el fomento del desarrollo científico y programas de educación y acercamiento a la labor de investigación en el Archipiélago.

(f). **Autoridad**: CONAF, Municipalidad comuna de Juan Fernández, Autoridad Marítima, Capitanía de Puerto.

(g). **Financiamiento**: Programas Fondef (I+D), FNDR., CORFO.

(h). **Proveedores**: Los relacionados al área de productos navales.

(i). **Constructor**: Equipo Naval, Equipo Universitario y Asesores externos.

2. Plan de diseño.

a). Identificación de la idea

(a). Caso (I+D PUCV)

(b).. Observación y viaje = criterio de desarrollo

(c). Propuesta anteproyecto

b). Diseño conceptual

(a). Arquitectura

(b). Flotabilidad

(c). Estabilidad

(d). Sistemas

c). Diseño preliminar

(a). Modelos y maquetas

(b). Cálculos

(c). Correcciones

d). Diseño de construcción

(a). Detalle de los subsistemas

(b). Pormenores

3. Diagrama de vida y uso de la obra.

Tabla 49. Diagrama de vida y uso de la obra.



4. Requerimientos Legales.

a) Normativa de Gobernación Marítima.

(a). Leyes.

- i). Ley de navegación.
- ii). Bases generales del medio ambiente.

(b). Reglamentos.

- i). Reglamento sobre reconocimiento de naves y artefactos navales.
- ii). Reglamento del Registro de Naves y Artefactos Navales.
- iii). Reglamento para el otorgamiento de Pasavante de Navegación.
- iv). Reglamento para la Construcción, Reparaciones y Conservación de las Naves mercantes y Especiales Mayores y de Artefactos Navales, sus Inspecciones y su reconocimiento.
- v). Reglamento General de Radiocomunicaciones del Servicio Móvil Marítimo.
- vi). Reglamento General de Orden, Seguridad y Disciplina en las Naves y Litoral de la República.
- vii). Reglamento para fijar Dotaciones Mínimas de Seguridad de las Naves.
- viii). Reglamento de Control de las Investigaciones Científicas y Tecnológicas Marinas, efectuadas en

la Zona Marítima de Jurisdicción Nacional.

- ix). Reglamento de Sanidad Marítima, Aérea y de las Fronteras.
- x). Reglamento para el Equipamiento de los Cargos de Cubierta de las Naves y Artefactos Navales Nacionales.
- xi). Reglamento para el control de la contaminación acuática.
- xii). Reglamento sobre el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.
- xiii). Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales

(c). Circulares.

- i). Establece procedimiento a seguir para la adopción de medidas preventivas ante contaminación del ecosistema acuático, bajo jurisdicción de la DIRECTEMAR.
- ii). Dispone las exigencias técnicas ambientales de las prescripciones operativas para la aprobación de sistemas de tratamiento de aguas sucias en buques

y artefactos navales, que lo requieran de conformidad con lo dispuesto en el título II, capítulo 5º, del reglamento para el control de la contaminación acuática.

- iii). Dispone medidas para salvaguardar la vida humana en el mar ante condiciones de tiempo adversas.
- iv). Establece normas sobre construcción, equipamiento, inspecciones y otras exigencias de seguridad que deben cumplir las naves y artefactos navales menores.
- v). Imparte instrucciones respecto a la confección y aprobación del plano de lucha contra incendio y de dispositivos y medios de salvamento para las naves y artefactos navales (plano de seguridad).
- vi). Dispone procedimiento para la aprobación de dispositivos y medios de salvamento.
- vii). Dispone procedimientos para la aprobación u homologación de los sistemas de seguridad contra incendios, establecidos en el código internacional de seguridad contra incendios (código SSCI).
- viii). Establece procedimientos hará la aprobación

de extintores portátiles de incendios para usos marinos y normas para su mantenimiento, para dar cumplimiento a las prescripciones de la regla II-2/10.3 del convenio SOLAS enmendado.

ix). Dispone procedimientos para dar cumplimiento a las prescripciones de código internacional de gestión de la seguridad (código IGS).

x). Dispone procedimientos para cumplir prescripciones del capítulo III del convenio SOLAS 1974, enmendado, sobre los dispositivos de salvamento.

xi). Dispone procedimientos para la aprobación u homologación, mantenimiento y compatibilidad electromagnética de los sistemas, aparatos náuticos y registradores de datos de travesía, conforme a lo dispuesto en las reglas 16, 17, 18, 19 y 20 del capítulo V del convenio SOLAS 1974, enmendado.

xii). Establece obligatoriedad del uso permanente del chaleco salvavidas a bordo de las naves pesqueras mayores y de las naves menores en general, durante faenas o trabajo en cubierta que efectúen sus tripulantes en su operación en el mar.

(d). Resoluciones.

No hay Resoluciones Locales de la Jurisdicción de la Gobernación Marítima de Valparaíso para la Capitanía de Juan Fernández.

d). Diagrama de flujo para construcción y matrícula de nave o artefacto naval menor.

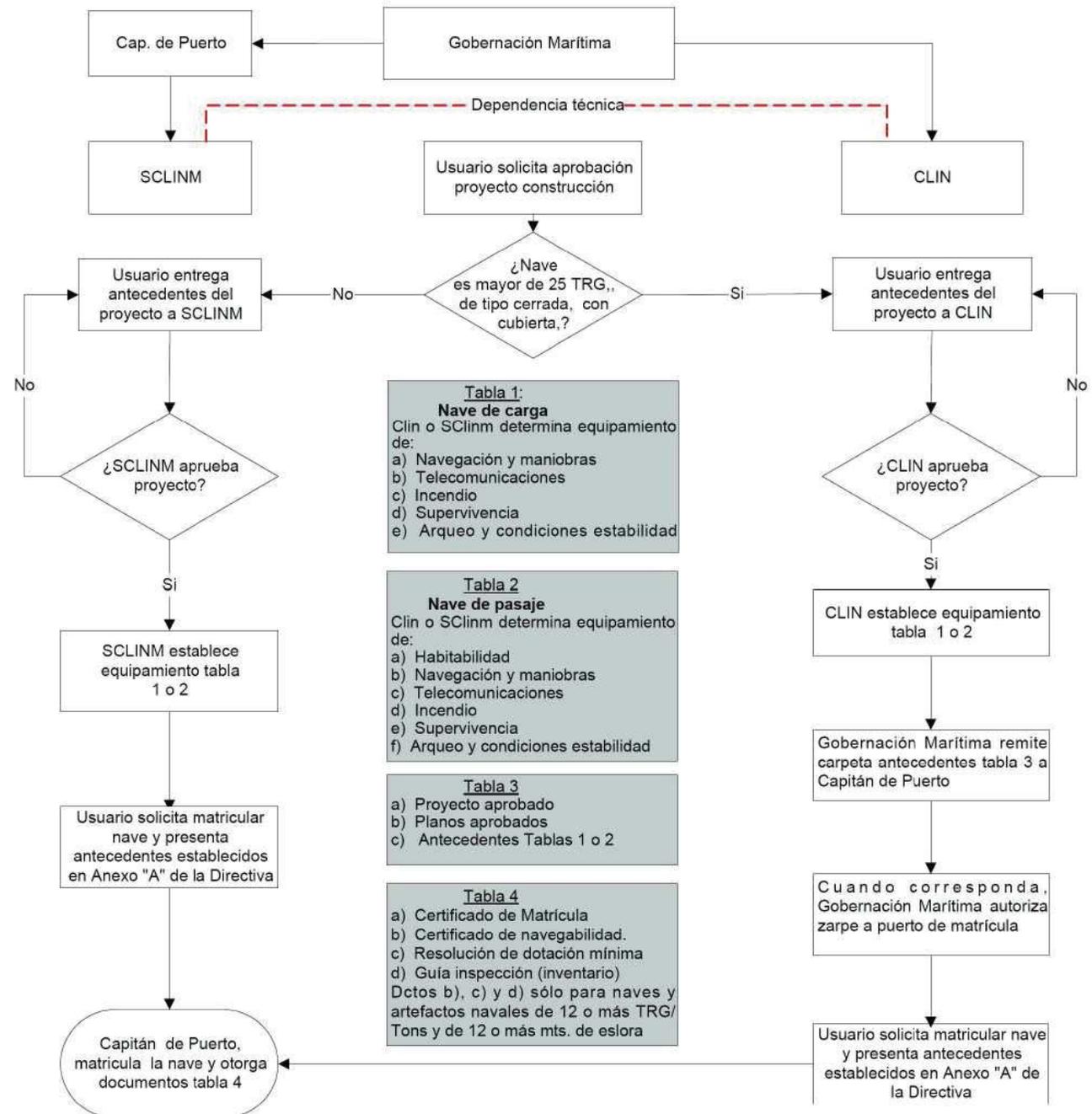


Tabla 50. Diagrama del flujo para construcción y matrícula de nave o artefacto naval menor.

3. Requerimientos técnicos.

Los requerimientos técnicos se refieren sobre todo al sistema de estabilidad propuesto para el artefacto naval y a las redes y subsistemas que sostienen la habitabilidad y el correcto funcionamiento de un sistema náutico.

a). Estudio de un sistemas náutico con pontón sumergible por lastre.

(a). Flotabilidad.

- i). Construcción de cuadro de carga.
- ii). Diseño de pontones.
- iii). Reserva de Flotabilidad, francobordo, área plano de flotación y superficie mojada.
- iv). Pruebas flotabilidad en modelo a escala.

(b). Estabilidad.

- i). Curvas hidrostáticas.
- ii). Curvas cruzadas.
- iii). Requerimientos OMI.

(c). Sistema de lastre.

- i). Estudio de las fuerzas componentes.
- ii). Diseño de compartimentos estancos.
- iii). Estudio de sistema de bombas de agua y aire para llenado-vaciado de potnones.
- iv). Acceso bombas desde plataformas.

v). Válvulas de llenado.

(d) Aerodinámica.

- i). Diseño de envolvente por medio de modelos de burbujas.
- ii). Cálculo de Coeficiente de arrastre.
- iii). Pruebas en túnel aerodinámico.

(e) Planimetría.

(f) Estudio del comportamiento hidrodinámico para su remolque.

- i). Pruebas de arrastre en canal de pruebas.

(g) Estudio de la plegabilidad en la estructura.

- ii). Elevación del espacio habitable de la superficie marina.

b) Requerimientos del artefacto naval:

(a) **Redes.** las redes contemplan un requerimiento en común que es el diseño de un shaft de distribución centralizado y estructura soportante bajo cubierta.

i). Red de iluminación.

- (1). Seguridad de acuerdo a norma.
- (2). Habitabilidad inteior.
- (3). Exteriores.

ii). Red eléctrica.

- (1). Paneles fotovoltaicos.
- (2). Turbinas de viento.
- (3). Equipo de generación electrica.
- (4). Baterías.
- (5). Circuitos y protecciones.
- (6). Generador de emergencia.

iii). Red de agua:

- (1). Agua potable.
- (2). Agua de mar.
- (3). Aguas sucias.

iv). Red de gas.

- (1). 2 cilindros de 5 lts.

v). Redes de Ventilación.

- (1). Servicios (baño y cocina)
- (3). Sistema integrado de corredor.

vi). Shaft y acceso a control de redes.

- (1). Todas las cañerías de diferentes instalaciones quedan a la vista y son pintadas de los siguientes colores:
Eléctrica: naranja natural PCV
conduit, Agua potable fria: azul, Agua potable caliente: rojo, Gas: anarillo, Alcantarillado: gris natural PCV..

(b) Sistemas de Seguridad:

- i). Alarma de incendio.
- ii). Sistemas de achique y combate contra incendios.
- ii). Salvamento:
 - (1). Balsa salvavidas.
 - (2). Chalecos salvavidas.
 - (3). Anillos salvavidas.
 - (4). Señales de emergencia.
 - (5). Botiquín y camilla.
- iii). Sistemas de cámaras.
- iv). Sistema de sensores de inundación de estancos.

(c) Comunicaciones.

- i). Radio VHF.
- ii). Receptor metereológico.
- iii). Comunicaciones por satélite (Teléfono e internet).

(d) Sistemas de orientación:

- i). Radar.
- ii). Ecosonda.
- iii). Sistema de posicionamiento por satélite GPS y GPS diferencial.

iv). Compás.

(e) Señalética de Navegación:

- i). Luces.
- ii). Banderas.
- iii). Bocina.

(f) Sistemas de achique eléctricos y manuales.

- i). sistemas de bombas de achique en los tres pontones.

(g) Planos de Carga:

- i). Capacidad máxima de carga.
- ii). Distancia de pesos móviles.

(h) Embarcación menor auxiliar

- i). Sistema de amarre y fijación a superestructura.
- i). Motor.
- i). Diesel.

(i) Sistemas de amarre y anclaje:

- i). Bitas, puntos de fondeo, cuerdas, amarras.
- ii). Anclas, molinete de ancla.
- iii). Cadenas.

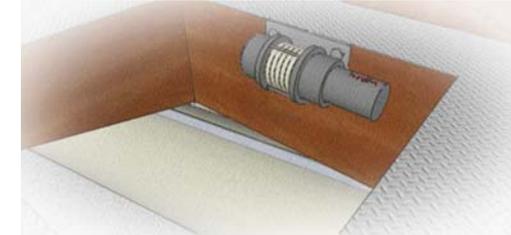


Imagen 326. Winche de estiba en escotilla.

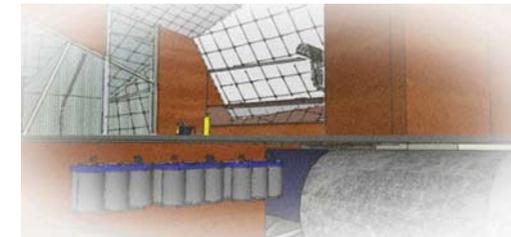


Imagen 327. Baterías y estanque de agua instalados en la estructura bajo cubierta.

4. Requerimientos de Diseño.

Los requerimientos de diseño se desarrollan sobre todo en respuesta a dos dimensiones fundamentales: el territorio y el programa. Las condiciones presentes en el territorio son principalmente el clima marítimo (mareas, oleaje, corrientes, vientos, lluvia, sol); junto con la naturaleza de su orilla (infraestructura marítima y geografía). Por otro lado el programa y las faenas que este debe acoger plantea una serie de requerimientos que cumplan con la ecuación entre trabajo y descanso en un espacio reducido.

a) Refugio.

- (a). Tripulación.
- (b). Carga.

b) Geografía insular:

- (a). Borde acantilado e infraestructuras marítima.
- (b). Accesos para proa, popa y bandas protecciones.

c) Condiciones marítimas de la zona:

- (a). Oleaje y viento.
 - i). Elevación del espacio habitable.
 - ii). Ampliación de manga.
 - iii). Aerodinámica.
- (c). Mareas y corrientes.
 - i). Sistema de anclaje.
- (e). Luz solar.
 - i). Traslucidos de la envolvente.
- (f). Lluvia.
- (g). Temperaturas.
 - i). Aislantes.

d) Solicitudes de uso:

- (a). Plataforma de buceo.
 - i). Acceso al agua.
 - (1). Escala escotilla.
 - (2). Plataformas laterales.
 - ii). Almacén equipo.
 - iii). Zona húmeda de equipamiento.
- (b). Investigación.
 - i). Condiciones de laboratorio normalizadas.
 - (1). Humedad.
 - (2). Presión atmosférica.
 - (3). Alimentación eléctrica.
 - (4). Vibración y ruido.
 - ii). Sala-taller de trabajo.
- (c). Dormitorio.
 - i). Literas.
 - ii). Cajones de guardado personal.
- (e). Servicios.
 - i). Cocina.
 - (1). Almacén de víveres.
 - (2). Cocinilla dos platos.
 - (3). Lavaplatos.
 - ii). Baño.

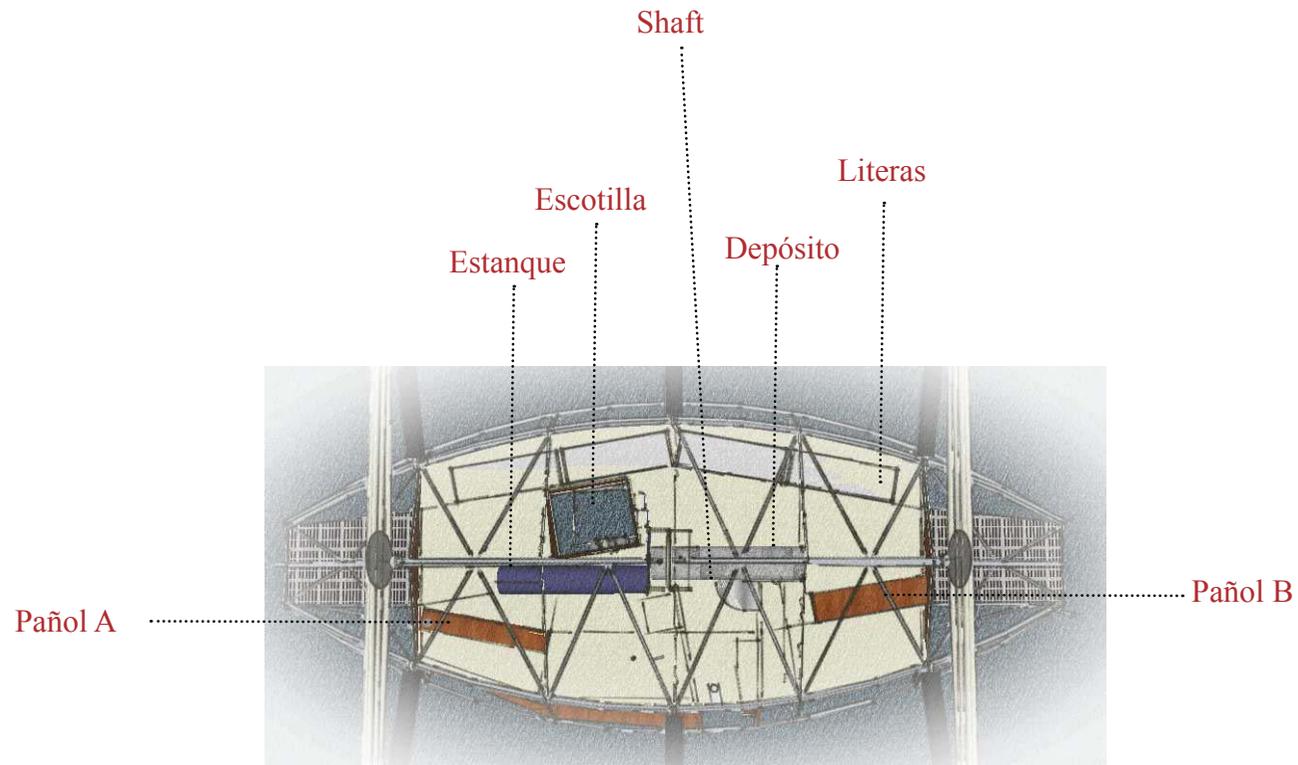


Imagen 328. Vista de bajo cubierta con detalles de los estanques y sistemas instalados.



Imagen 329. Vista del equipamiento de cocina.

(e). Plataformas exteriores de trabajo y recepción de embarcaciones menores.

i). Defensas.

ii). Escaleras acceso al habitáculo.

e) Equipamiento de trabajo.

(a). Laboratorio.

El equipamiento está orientado a cubrir y apoyar el trabajo en terreno de las múltiples disciplinas de investigación, dejando fuera material especializado, delicado a los movimientos o oxidación, por lo que cuenta en sus instalaciones con un equipo básico de apoyo al muestreo oceanográfico y terrestre.

i). Estudios oceanográficos:

(1). Muestreo en Oceanografía Física.

- Sonda multiparamétrica.
 - Sonda batimétrica multihaz.
 - Magnetómetro de protones.
 - Sacatestigos de gravedad.
 - Correntímetro Doppler ADCP
 - Cala oceanográfica tradicional.
 - Botellas, termómetros, clinómetro.
- C.T.D.

- Sonda, unidad de abordaje, cable transmisor y roseta

- Batitermómetro desechable XBT.

- Radioboya, radiogonio, correntómetros, pesos muertos, boya, señaladores.

(2). Muestreo en Oceanografía Química.

- Salinómetro.

- Contador de partículas.

- Botellas, bombas, sensores remotos.

(3). Muestreo en Oceanografía Geológica

- Dragas y nucleadores

- Fotografía submarina

- Ecosonda

- Sonar

(4). Muestreo en Oceanografía Biológica

- Muestreadores de fitoplancton.

- Redes de captura del zooplancton: botellas, bombas, detección sónica.

- Muestreadores bacteriológicos J-Z de Zobell, botella de vidrio, de Fuelle, de bolsa de Niskin, para muestras de sedimento, muestras obtenidas por nu

cleadores.

- Muestreadores de Nectón.

- Muestreadores de Bentos: redes, dragas, nucleadores.

ii). Estudios terrestres:

(1). Botánica y Zoología.

Microscopio de luz o electrónico, cajas de Petri, termómetros, centrífugas, microcentrifugas, congelador, agitador, cubetas, fuentes, pipetas, balanza, vortex y elementos de bioseguridad.

(2). Trabajos en altura.

Arneses, poleas, cascos, mosquetones, descensores, ascendedores, bloqueadores, amarre / Absorbedores, anclajes, cuerda estática.

(3). Trabajos submarinos.

-Equipo de buceo autónomo y semi-autónomo.

-Compresor de aire.

iii). Pañoles.

(1). Oceanográfico.

(2). Trabajos en altura.

(3). Trabajos submarinos.

B. Espiral de diseño.

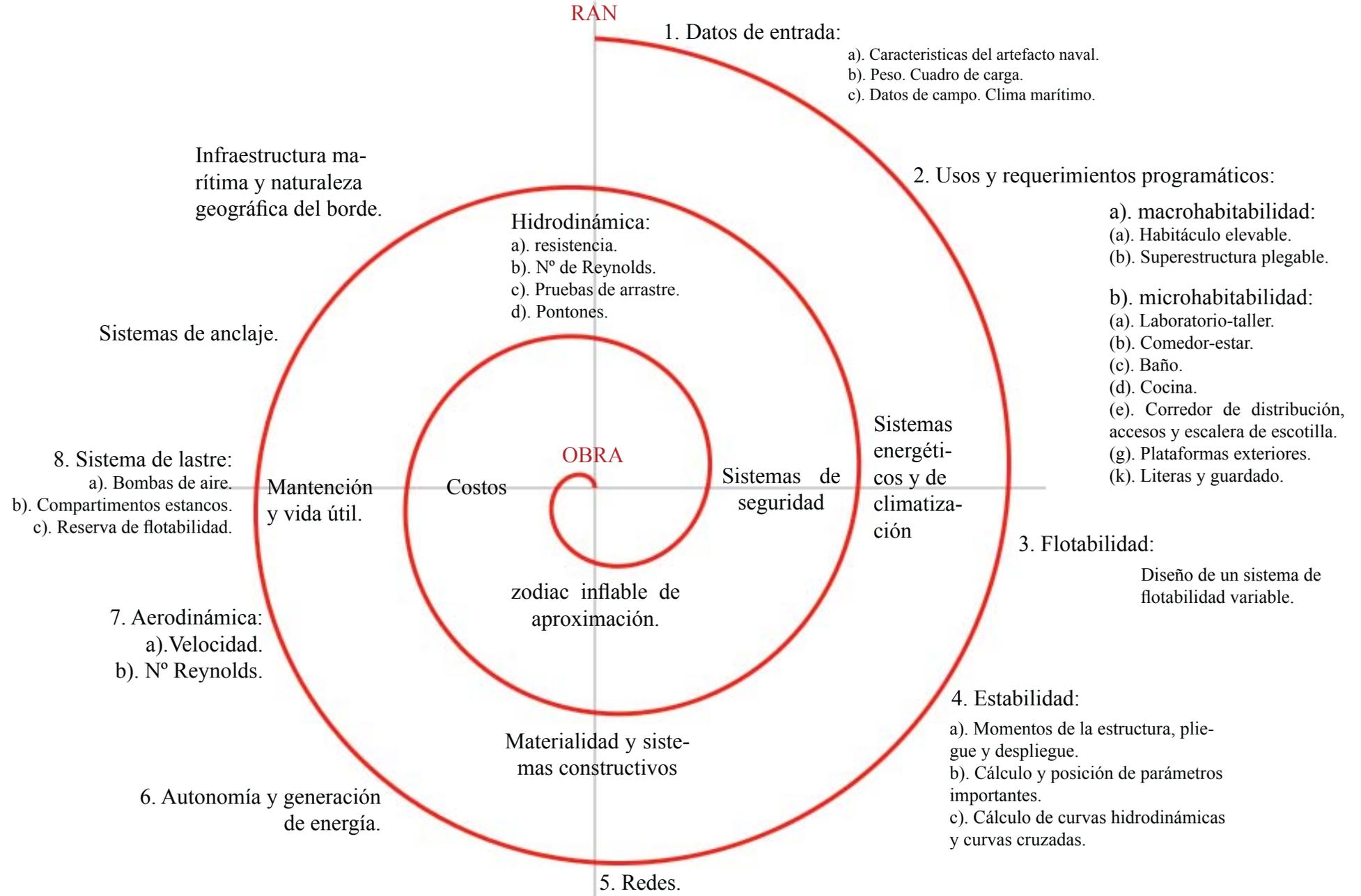


Tabla 51. Diagrama de la espiral de diseño.

1. Datos de entrada.

a). Características del artefacto naval.

Eslora total: 14,76 mt. exterior 13,9 mt. Interior.

Manga total: 6,36 mt. exterior. 5,2 mt. interior

Puntal estructura plegada: 3,50 m (parte habitable)

Puntal estructura desplegada: 10 mt. máx estructura.

Peso liviano: 12,8 TM

Peso carga máxima: 2,1 tm

Desplazamiento. 11 ton.

Calado: 5 mt. máx. 0,7 mt. min.

Superficie habitabilidad: 47,38 m². (interior: exterior)

Altura habitable máxima interior: 2,8 m.

Dotación Max. 5

Dotación Min. Seguridad 2

b). Resumen del cuadro de carga.

Peso liviano.....	12,8 TM.
Carga constante.....	0,16 TM.
Agua bebida.....	0,5 TM.
Carga 1 (víveres).....	0,2 TM.
Carga 2 (equipo).....	0,4 TM.
TOTAL.....	14,75 TM.
DESPLAZAMIENTO W.....	14,9 TM.

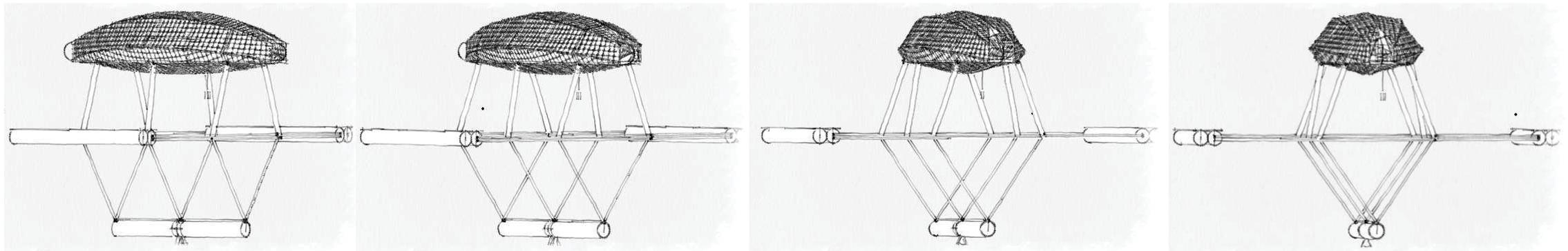


Imagen 330. Vistas en rotación del artefacto naval.

c). Datos de campo, clima y territorio.

(a). Condiciones de clima de oleaje y vientos.

i). Se trabajará de acuerdo a los de datos fijados para 3 años, debido a la cualidad estacionaria de la obra, la cual en casos de temporales y marejadas inusuales, puede ser fondeada y estar inactiva para evitar solicitaciones extremadamente destructivas.

ii). Se trabaja con los datos Overall (global). Como parámetro correcto se utiliza la altura significativa de la ola $H(1/3)$, Olas de 5 mt. con 9-10 seg. Considerando esto, la estructura debe regularse en un margen de 7 a 8 metros. Con 4 a 3 mt. sobre el nivel del mar y 4 a 3 mt. bajo el nivel del mar, en su estado más amplio. Y en casos de mares tranquilos la posibilidad de plegarse y quedar a flote en la superficie, elevada 1.5 mt.

iii). Se establece un 1,5% como máximo de desnivelación, aceptando 15 cm, en un metro. para los 150 Kg de carga móvil, se tienen 150 mm, es decir, 1 mm por Kilogramo, para lo cual se necesita un área de 1 m². en cada uno de los pilotes para amortiguar los movimientos sobre el peso total de la estructura. Aun así, los pilotes nunca recibirán este peso individualmente, repartiéndose entre dos o tres.

iv). La velocidad del viento para tres años corresponde a 44.35 nudos, pero debido a lo adverso del archipiélago se toman datos para 10 años, que corresponden a 46.32 nudos. Estos datos se intentaran corroborar el próximo semestre, por la posible existencia de dos torres de medición situadas en las cumbres de la bahía de Cumberland con motivo de estudios para instalar energías eólicas, estos datos deben ser solicitados aun en la municipalidad del Archipiélago de Juan Fernández.

v). Se debe calcular la reducción de fondo y refracción a la ola. Dentro de la bahía el canal de energía se reduce, estimándose la mitad por concepto de reducción de fondo como por refracción. Esto cabe dentro del plan de usos estratégicos de la obra, teniendo una predicción de ciertas zonas del archipiélago que son más frecuentadas.

(b). Territorio.

i). Geografía.

Dos aspectos fundamentales a tomar en cuenta en el ámbito geográfico del archipiélago son las costas acantiladas, las bahías resguardadas y la batimetría.

ii). Infraestructura marítima.

La infraestructura marítima del archipiélago es mínima, contando en el caso de la Isla Robinson Crusoe con un muelle y un embarcadero en bahía de Cumberland, y con un embarcadero en la bahía del Padre.

Isla Santa Clara no cuenta con infraestructura marítima e Isla Alejandro Selkirk cuenta con un embarcadero construido con rollizos y bolones de piedra.

(c). Parámetros a utilizar.

i). Cuadrante Norte y Norweste.

T: 8 - 12 seg.

h: 5 - 7.95 mts.

ii). Cuadrante Sur y Suweste.

T: 12 - 18 seg.

h: 5 - 7.95 mts.

Grupo	Elemento	nomenclatura en planos	material	Especificación del material	unidades	union	medida standart	largo (cm.)	ancho (cm.) / diametro (cm.)	área (cm2.)	espesor (cm.)	volumen (cm3)	densidad (g/cm3)	Peso unidad (kg)	Kg/M2	Peso (Kg.)
Estructura habitáculo	Arcos	A1	Aluminio naval - AlMg	Tubos redondos AW 5754-H112 ó AW 5083-H112	1	Soldadura	6000 mm.	925	10	valor no relevante	1 (100x90)	26140,5	2,7	37,93	*	37,93
		A2	Aluminio naval - AlMg	Tubos redondos AW 5754-H112 ó AW 5083-H113	2	Soldadura	6000 mm.	1437	10	valor no relevante	1 (100x90)	40609,62	2,7	56,92	*	117,83
		A3	Aluminio naval - AlMg	Tubos redondos AW 5754-H112 ó AW 5083-H114	2	Soldadura	6000 mm.	1405	10	valor no relevante	1 (100x90)	39705,3	2,7	57,61	*	115,21
		A4	Aluminio naval - AlMg	Tubos redondos AW 5754-H112 ó AW 5083-H115	2	Soldadura	6000 mm.	1396	15	valor no relevante	1,6 (150x134)	93980,95	2,7	136,95	*	273,89
		A5	Aluminio naval - AlMg	Tubos redondos AW 5754-H112 ó AW 5083-H116	1	Soldadura	6000 mm.	1402	10	valor no relevante	1 (100x90)	39620,52	2,7	57,48	*	57,48
	Cuadernas	C1	Aluminio naval - AlMg	Pletinas de plancha AW 5754-H112 ó AW 5083-H117	2	Soldadura	plancha 6000x2000x10 mm.	373	10	3730	1	3730	2,7	10,07	*	20,14
		C2	Aluminio naval - AlMg	Pletinas de plancha AW 5754-H112 ó AW 5083-H118	2	Soldadura	plancha 6000x2000x10 mm.	550	10	5500	1	5500	2,7	14,85	*	29,7
		C3	Aluminio naval - AlMg	Pletinas de plancha AW 5754-H112 ó AW 5083-H119	2	Soldadura	plancha 6000x2000x10 mm.	716	10	7160	1	7160	2,7	19,33	*	38,66
		C4	Aluminio naval - AlMg	Pletinas de plancha AW 5754-H112 ó AW 5083-H120	1	Soldadura	plancha 6000x2000x10 mm.	788	10	7880	1	7880	2,7	21,28	*	21,28
	Vigas Maestras cubierta	VM1	Aluminio naval - AlMg	Pletinas AW 5754-H112 ó AW 5083-H115	1	Soldadura	pletina 6050x120x20 mm.	605	12	7260	2	14520	2,7	39,2	*	39,2
		VM2	Aluminio naval - AlMg	Pletinas AW 5754-H112 ó AW 5083-H116	2	Soldadura	pletina 6050x120x20 mm.	605	12	7260	2	14520	2,7	39,2	*	78,41
		VM3	Aluminio naval - AlMg	Pletinas AW 5754-H112 ó AW 5083-H117	2	Soldadura	pletina 6050x120x20 mm.	605	12	7260	2	14520	2,7	39,2	*	78,41
		VM4	Aluminio naval - AlMg	Pletinas AW 5754-H112 ó AW 5083-H118	2	Soldadura	pletina 6050x120x20 mm.	605	12	7260	2	14520	2,7	39,2	*	78,41
		VM5	Aluminio naval - AlMg	Pletinas AW 5754-H112 ó AW 5083-H119	2	Soldadura	pletina 6050x120x20 mm.	605	12	7260	2	14520	2,7	39,2	*	78,41
		VM6	Aluminio naval - AlMg	Pletinas AW 5754-H112 ó AW 5083-H120	2	Soldadura	pletina 6050x120x20 mm.	605	12	7260	2	14520	2,7	39,2	*	78,41
		VM7	Aluminio naval - AlMg	Pletinas AW 5754-H112 ó AW 5083-H118	2	Soldadura	pletina 6050x120x20 mm.	605	12	7260	2	14520	2,7	39,2	*	78,41
	Envigado cubierta	VP1.1/1.2/1.3	Aluminio naval - AlMg	Pletinas AW 5754-H112 ó AW 5083-H119	3	Soldadura	pletina 6050x80x15 mm.	605	8	4840	1,5	7260	2,7	19,6	*	58,81
		VP2	Aluminio naval - AlMg	Pletinas AW 5754-H112 ó AW 5083-H120	2	Soldadura	pletina 6050x80x15 mm.	605	8	4840	1,5	7260	2,7	19,6	*	39,2
		VP3	Aluminio naval - AlMg	Pletinas AW 5754-H112 ó AW 5083-H121	2	Soldadura	pletina 6050x80x15 mm.	605	8	4840	1,5	7260	2,7	19,6	*	39,2
	Suelo antideslizante	*	Suelo Termoplástico reforzado con celulosa de fibra de vidrio.	Altro - Gallium Slip Resistant Marine Flooring	2	adhesivo	2000x20000 mm.	2000	200	400000	0,2	80000	*	*	0,24	17,86
	Suelo terciado marino	ST1-12	Terciado marino	18mm , coeficiente de conductividad térmica K= 0,10 (Kcal - m/m2 h°C)	25	Remaches	244x122 cm.	244	122	29.768	1,8	x	x	28,9	9,7	722,5
	Aislamiento Térmico y Acústico	*	*	Aislapoi y tyvex	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	11
	Manta Fibra aislante fuego.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	9
	Membrana de caucho EPDM impermeable	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	4
	Suelo antideslizante Aluminio Galería	SG	Aluminio naval - AlMg	Perfiles extruidos y troquelados.	4	Remaches	6000 mm.	230	176	40480	0,5	20240	2,7	54,65	x	218,59
	Paneles sandwich alum divisores interiores	*	*	Panel sandwich formado por dos chapas de aluminio y un nucleo de lana mineral.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	40
	Pinturas anticorrosivas	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	15
Envolvente	Membrana exterior	ME	Membrana de PVC reforzado con fibras de poliéster. Précontraint 1002 S	Hilo del tejido pes ht 1100 Dtex "cr" y PVC / Resistencia a la rotura (urdiembre/trama): 280/280 DaN / 5 cm / Resistencia al desgarro (urdiembre/trama): 30/28 DaN / 5 cm Transmisión lumínica (color blanco translúcido): 13,5% / Transmisión UV: 0% / Temperaturas de utilización: entre -30° C y 70° C. / reacción al fuego normas M2/NFP 92-5007 y B1/DIN 4102-1.	10	Termofusionado / Pletinas de presión	180 cm.	1480	180	266.400	0,58 mm.	*	*	*	750 (g/m2)	199,8
	Membrana interior	MI	Membrana de PVC reforzado con fibras de poliéster. Batylite SK300	Transmisión lumínica del 50% / reacción al fuego normas M2/NFP 92-5007 y B1/DIN 4102-1.	10	Termofusionado / Pletinas de presión	180 cm.	1480	180	266.400	0,58 mm	*	*	*	750 (g/m2.)	199,8
	Poliestireno expandido	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	5	
	Paño de espuma polietileno células cerradas	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	20	
TOTAL HABITÁCULO																2821,55
Superestructura exterior	Estructura Plegable	Rieles - R	Aluminio naval	AW 5754-H112 ó AW 5083-H120	8	Soldadura / Reticulas mecánicas	*	1414	240x220	*	*	*	*	281,5	*	2252
		Pilotes - PT	Aluminio naval	AW 5754-H112 ó AW 5083-H121	12	Soldadura / Reticulas mecánicas	*	707	180x160	*	*	*	*	103,7	*	1244,4
		Largueros estructurales - LG	Aluminio naval	AW 5754-H112 ó AW 5083-H122	5	Soldadura / Reticulas mecánicas	*	1390	150x134	*	*	*	*	136,3	*	681,5
		Nudo Articulado - ART	Aluminio naval	AW 5754-H112 ó AW 5083-H122	12	Soldadura / Reticulas mecánicas	*	*	*	*	*	*	*	20	*	240
		Pilotes - F	HDPE - Polietileno de alta densidad	HDPE	HDPE	6	Termosoldado	*	*	*	*	17 mm.	*	*	*	1020
	Pontones HDPE	Pontones laterales - FL	HDPE - Polietileno de alta densidad	HDPE	HDPE	4	Termosoldado	*	1480	*	*	17 mm.	*	*	*	2842,4
		Ponton central - FC	HDPE - Polietileno de alta densidad	HDPE	HDPE	1	Termosoldado	*	1480	*	*	17 mm.	*	*	*	710,6
		Anillos de unión	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	60
	Estructura muelles	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	54	
	Defensas laterales en constados de atraque	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	40	
	Juntas de dilatación	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	11	
	Soportes y aluminio-elastomero	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	23	
	Varandas exteriores	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	54	
	Suelo rejilla Plataformas exteriores	SE	Aluminio naval - AlMg	Rejilla electroforjada dentada antiderrapante.	2	Soldadura	6000 mm.	235	146	34310	4	*	*	52,87	15,55	105,74
	Pasarela-Escalera de acceso lateral.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	32	
	Pinturas anticorrosivas	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	20	
Ánodos de sacrificio aluminio y zinc para control corrosión catódica.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2		
TOTAL SUPERESTRUCTURA																9352,64
TOTAL PESO LIVIANO																12174,19

Tabla 52. Cuadro de carga detallado por elementos.

Equipos y elementos de Fondeo y Maniobra	Ancla principal	ANC	Acero inoxidable	Ancla tipo Bruce 20 kg	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	20	
	Anclas de respeto	ANC 2	Acero inoxidable	Ancla tipo Bruce 40 kg	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	40	
	Cadenas y cadenas de respeto	CAD	Acero inoxidable	largo 28 m; diametro eslabon 9,5 mm	2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	38	
	Cabos de anclaje y cabo de respeto	*	Polyamide (nylon, antron)	largo 70m, diametro 18mm	2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	11,6	
	Dispositivo medición de nivel estanques de lastre y agua dulce	*	*	*	2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,7	
Equipos y elementos de generación energética.	Baterías 120Ah/20	*	*	La red eléctrica viene con una tensión de 12Volts.	2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	40	80	
	Batería de 150Ah/20	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	50	50	
	Generador de emergencia	*	*	Generador STE 2000	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	43	43	
	Estanque Diésel	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	70 lt.	0,85 gr/cm3	*	*	*	59,5	
	Turbinas de viento	*	*	*	2	*	*	*	*	*	*	*	*	12,5	*	*	25	
	Paneles fotovoltaicos	*	*	*	56	*	*	*	*	*	*	*	*	4,9	*	*	274,4	
	Paneles solares termales	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	21	
Equipos para la Señalización Marítima.	Sensores de visibilidad.	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2	
	Sirenas de niebla y las señales de sonido.	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	3,6	
	Potenciadores del blanco del radar.	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,5	
	Linternas marinas.	*	*	*	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1	
	Luces de acuerdo a norma.	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	3	
	Red de iluminación	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	14	
Redes	Estanque de agua dulce	A	PVC	PVC	2	*	*	*	*	*	*	*	250	*	*	*	500	
	Bomba agua dulce	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1	
	Bomba agua salada	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	1	
	Planta deslaminadora.	*	*	Seafari Mini 170	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	32	
	Termo	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	12	
	Basurero	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2	
	Instalaciones laboratorio	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	11	
	Instalaciones cocina	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	23	
	Instalaciones Baño	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	12	
	Instalaciones eléctricas	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	3	
	Sistema de Ventilación	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	4	
	Instalación de gas.	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	5	
	Planta tratamiento aguas residuales.	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	43	
	Mobiliario	Muebles	por nombre	Terciado marino	18mm	5	Remaches / Tornillos	244x122 cm.	x	x	400	1,8	x	x	28,9	9,7	38,8	
		Literas	*	*	*	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	40
	Escotilla	Escalera de escotilla	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	28
		Escotilla estanca	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	12
Winche		*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	5	
Dispositivos Seguridad y Salvataje	Equipo contra incendios	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2	
	Detector de incendio	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,5	
	Detector de gas	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,5	
	Equipo de primeros auxilios	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2	
	Equipo salvataje	*	*	*	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	5	
	Bomba de achique	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7	
	Balsa inflable salvavidas.	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	4	
Equipamiento de los Cargos de Cubierta	Instrumentos de navegación y maniobras.	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	5,5	
	Sistemas integrados de puente.	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	4	
	Sistema de comunicación satelital.	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2	
	Sistemas de comunicación por radio	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	6	
	Ordenadores, pantallas, consolas y estaciones de trabajo.	*	*	*	4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	3	
	Sistema de monitoreo de cascos, sensores de fibra óptica.	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,5	
	Sensor ultrasónico edica marina (anemómetro)	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,5	
	Equipo de visión nocturna	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2	
	Micronondas 26 lts.	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2	
Electrodomésticos y mobiliario general	Cocina de dos platos	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2	
	Campana con extractor	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2,4	
	Refrigerador pequeño	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	12	
	Lavaplatos acero inoxidable simple con grifería.	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,7	
	Balón de gas (2x5 kg con regulador)	*	*	*	2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	10	
	Ducha	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	4	
	WC	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	3,4	
	TOTAL EQUIPO FIJO																	1541,1
Equipamiento de trabajo común	Equipamiento científico laboratorio	*	*	*	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	85	
	Equipo de trabajos en altura	*	*	*	3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	12	
	Equipo buceo autónomo	*	*	*	2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	30	
	Equipo de buceo semi-autónomo	*	*	*	2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	40	
	Embarcación menor auxiliar	*	*	Zodiac – Cadet roll up	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	33	
	Compresor de aire	*	*	Bauer	1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	136	
	Tripulación	no se indica	*	*	5	*	*	*	*	*	*	*	*	75	*	*	375	
	Viveres	*	*	Desayuno, rancho, almuerzo, rancho, comida.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	70	
	Efectores personales	EP	*	Peso máximo permitido.	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	20	*	100	
	TOTAL PESOS VARIABLES																	881
TOTAL OBRA																	14596,29	

2. Usos y requerimientos programáticos.

Se definen dos escalas del habitar, la macrohabitabilidad: ligada al vacío otorgado por la arquitectura, considerada el hueco habitable que es definido en este caso por la máxima estabilidad, el acto de la calma. Y en segundo lugar la microhabitabilidad, ligada a los objetos más próximos al cuerpo que están dentro de la macrohabitabilidad.

El hombre habita la macrohabitabilidad, y en el caso de una embarcación hablamos que la macrohabitabilidad se encuentra rodeada por la microhabitabilidad. La microhabitabilidad se encuentra confinada en el vacío en una embarcación. En el caso específico de este proyecto de artefacto naval para investigación y apoyo a trabajos en terreno de CONAF, se pretende generar la habitabilidad por medio de las siguientes partidas:

a). Macrohabitabilidad.

Se proponen las siguientes partidas de habitabilidad que componen la macrohabitabilidad según los objetivos y requerimientos de diseño para dar lugar a los requerimientos y objetivos.

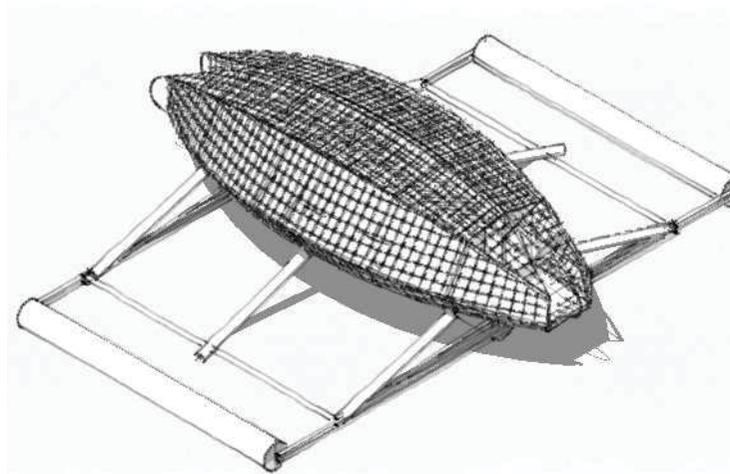


Imagen 331. Vista isométrica del artefacto plegado.

(a). Transformación estructural.

Se plantea el artefacto naval como una plataforma remolcable, sin propulsión, que se deposita en los lugares donde se realizarán los trabajos durante el tiempo necesario. Para ello la estructura debe responder a la instancia del ir con una forma hidrodinámica y una vez en el lugar, poder transformar su estructura para ganar estabilidad en la instancia del estar, la estancia. La primera configuración se logrará con tres pontones al modo de un trimarán, dos laterales y uno central que recibe el peso del habitáculo. Para la segunda configuración se plantea un despliegue,

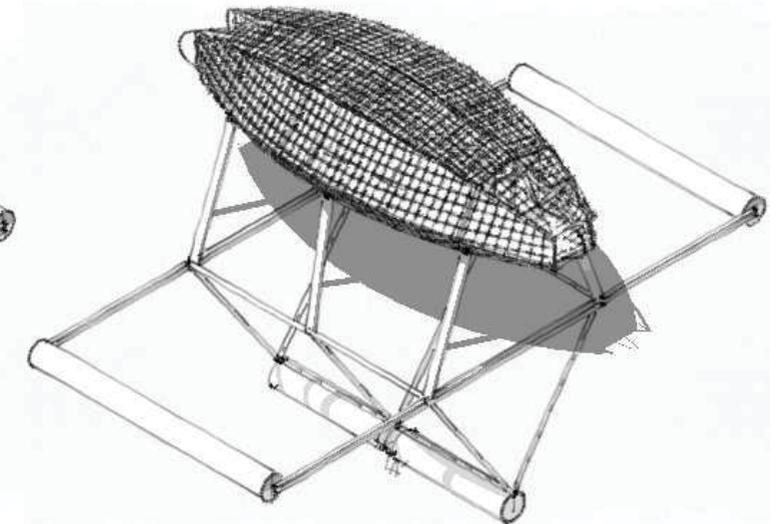


Imagen 332. Vista isométrica del artefacto desplegado.

lastrando el pontón central y aumentando la manga mejorando la estabilidad transversal.

Esto permitirá realizar los trabajos de laboratorio, manejo de especies y estudios en el interior. En esta instancia del estar, también se obtiene una relación vertical con la superficie marina, elevándose de la superficie marina y contando con los elementos necesarios para realizar los trabajos de buceo conformando un umbral entre la superficie y la profundidad.

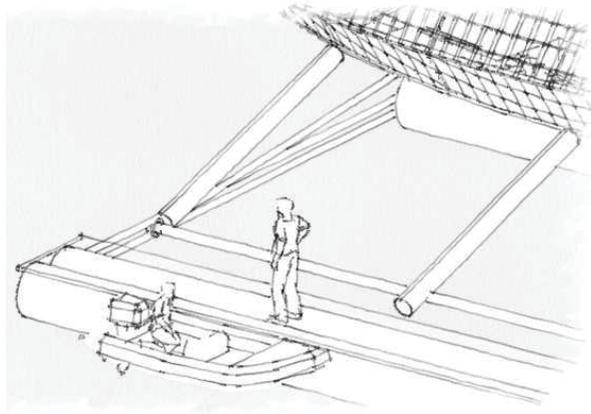


Imagen 333. Vista de las plataformas laterales de trabajo.

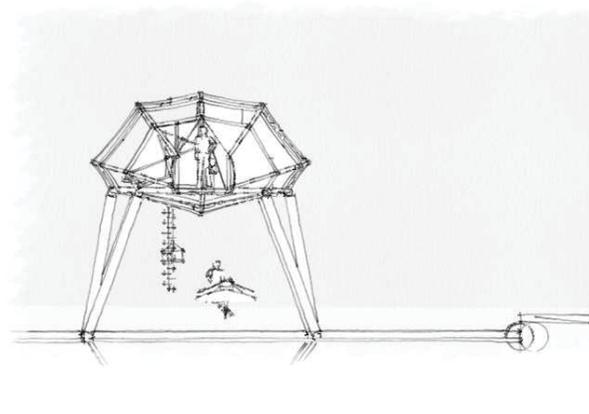


Imagen 334. Vista de los niveles de habitabilidad

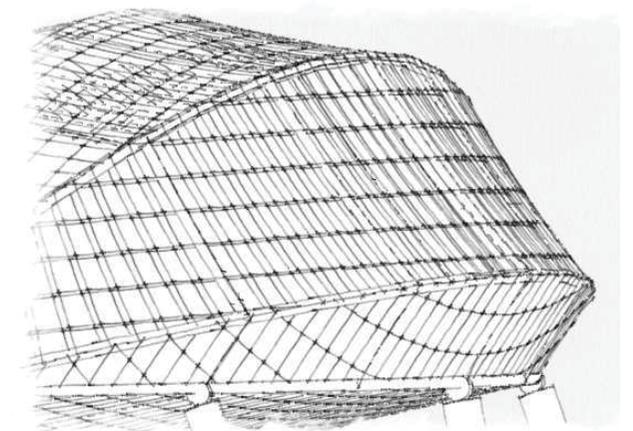


Imagen 335. Envoltente de doble curvatura.

(b). Muelles laterales de trabajo en exterior.

Se requiere espacio de trabajo exterior a nivel de superficie para poder tener una relación directa con la superficie, recibir embarcaciones, realizar labores de buceo, etc. Al mismo tiempo estas plataformas sirven de acceso a la plataforma en su instancia plegada.

(c). Niveles de habitabilidad y circulaciones.

Tomando la superficie del mar como la cota 0, los distintos niveles se conectan con accesos y circulaciones verticales aprovechando al máximo las superficies horizontales con los programas principales y verticalizando al máximo las circulaciones.

(d). Estructura de envoltente y membrana aerodinámica.

El interior debe estar protegido del viento y la lluvia por medio de una membrana que cubre todo el espacio interior, para poder operar en condiciones climáticas adversas.

Esta estructura debe contemplar un estudio aerodinámico.

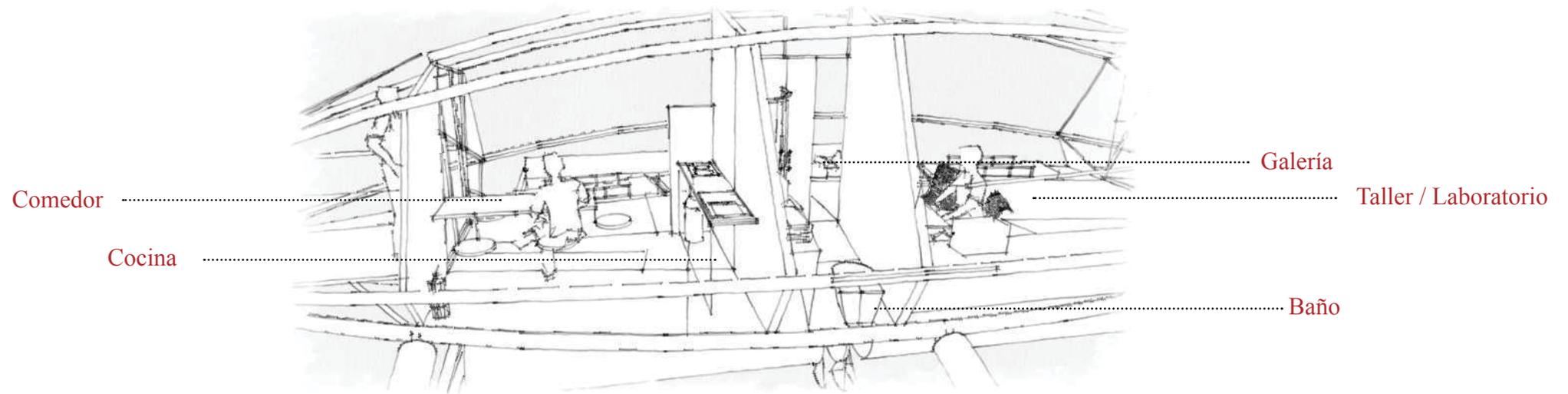


Imagen 336. Vista del programa interior.

(e). Programa interior.

El programa interior debe constar de un espacio de trabajo, capaz de recibir equipos de investigación, terreno y buceo; así como el equipo de comunicaciones y controles generales de los sistemas. Un estar-comedor y una unidad de servicios: baño y cocina. Todos los espacios están relacionados con la galería de circulación, que tiene los accesos y la escotilla, constituyéndose como el elemento ordenador del programa y constructor de la relación visual con el exterior.

- i). Galería de distribución, eje mayor del espacio habitable, contiene el elemento luminoso, recorriendo de proa a popa conformando la circulación y los accesos extremos. Cuenta con la compuerta de descenso de buzos y mecanismos para descender o estibar la embarcación de apoyo. Contiene los camarotes y la camilla, la grúa de carga. Sistemas de seguridad por persona, superficies de guardado personales, equipajes.
- ii). Estar-comedor. Espacio con una mesa plegable de uso diario.

- iii). Cocina. Perimetral del estar-comedor, comparte la división con el baño conectada al shaft central. Manipulación de alimentos, almacenamiento de alimentos e insumos, superficies útiles.
- iv). Baño. Núcleo de servicios, conectado al shaft central y dividiendo el espacio de trabajo y estar. El termo, los estanques y las bodegas y colectores deben tender a estar próximos al centro de gravedad G y al eje longitudinal.
- v). Salón de trabajo, espacio libre con un mesón de trabajo abierto a recibir los equipos de ocasión. Contiene los pañoles especializados por faena y el equipo de comunicación y manejo de sistemas generales del artefacto naval.

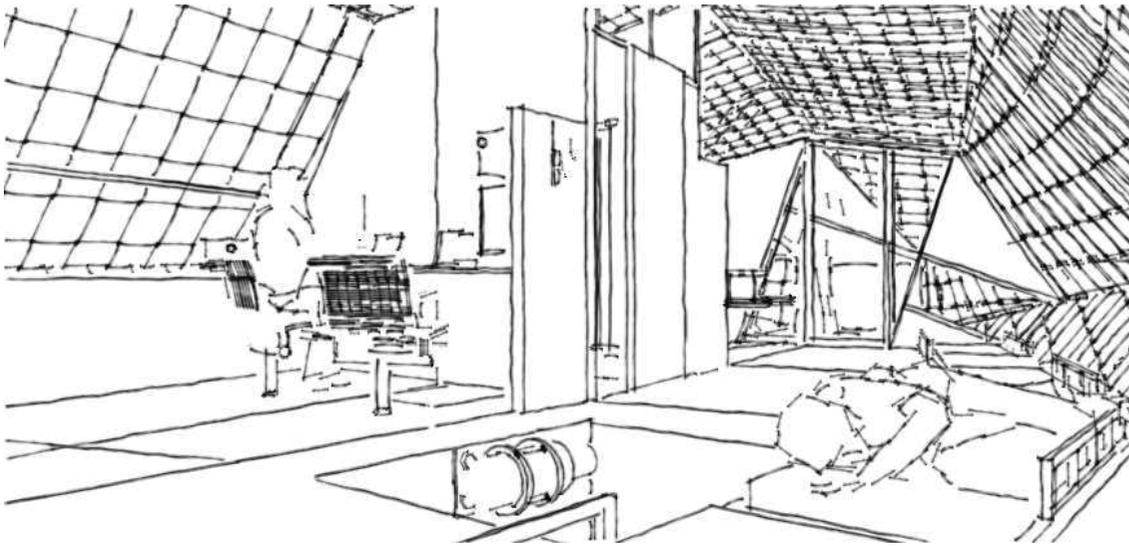


Imagen 337. Vista del programa interior desde las literas.

b). Microhabitabilidad.

(a). Centralización de redes y servicios.

Se debe diseñar una unidad sanitaria y de servicios próximo al centro de gravedad, concentrando al modo de un shaft todas las redes de distribución y acceso a su control.

Los servicios y redes concentrados en una unidad para facilitar recorridos y requerimientos de instalación marcan los programas interiores como espacios divisores de los ámbitos en un interior. En el caso de los programas navales muchas veces separan los espacios de uso común con los de uso particular o de trabajo.

(b). Suelo equipado.

Debido a la naturaleza de la envolvente, todas las redes, bodegas, estanques y compartimentos de servicio deben ser parte de la estructura del suelo. Por ello se debe considerar como un suelo estructurado que recibe todas las instalaciones y que sostiene gran parte de las redes, espacios de almacenaje y superficies reversibles. Las literas deben tener la cualidad de aparecer y desaparecer durante la noche y ocupar parte de la galería.

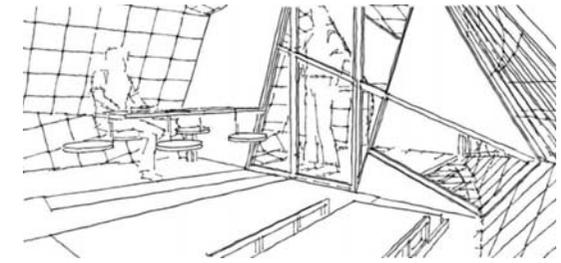


Imagen 338. Paneles divisores de popa y proa.

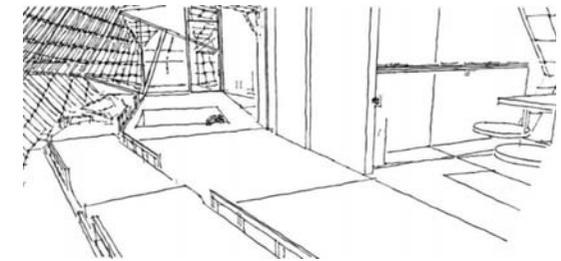


Imagen 339. Galería de distribución.

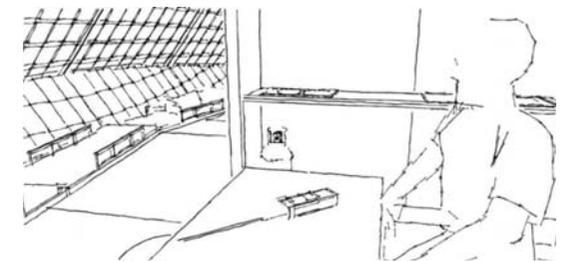


Imagen 340. Comedor y cocina.



Imagen 341. Vista del programa interior / paneles divisores.



Imagen 342. Vista del programa interior / galería de distribución.

(c). Escotilla pórtico.

Se convierte en el acceso cuando la estructura se despliega. Para poder realizar las inmersiones y trabajo de buceo desde el interior, así como para elevar carga o descargar, se cuenta con una escotilla que conecta el interior con la superficie por medio de una escalera vertical y un winche de carga.

(d). Superficies perimetrales.

El perímetro se reviste de superficies de trabajo plegables o móviles, con la cualidad de desaparecer y transformar el interior de acuerdo a los requerimientos de uso en distintas instancias.

(e). Barandas y escaleras.

Se ubican barandas y escaleras para equipar todas las circulaciones del artefacto naval, tanto interiores como exteriores.

- i). Pasamanos longitudinal interior a 0,75 [m].
- ii). Pasamanos escalera de acceso a 0,75 [m].
- iii). Pasamanos muelles laterales 0,75 [m].
- iv). Balanceras superiores interiores en todos los espacios a 1.8 [m].
- v). Escalera de acceso desde muelles laterales al espacio habitable.
- vi). Escalera de buzo en escotilla.
- vii). Escalera de buzo en muelles laterales.



Imagen 345. Vista del comedor y la cocina.

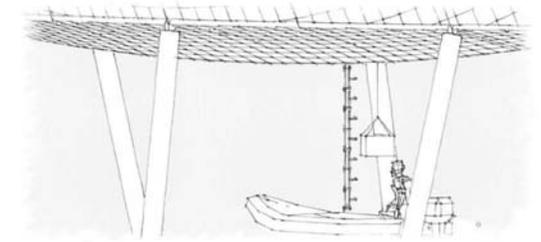


Imagen 348. Relación entre la escotilla y la superficie marítima.

Imagen 343. Comedor y panel divisor.

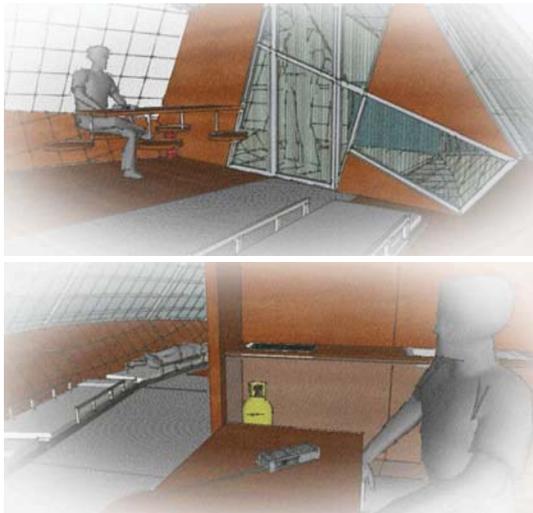


Imagen 344. Comedor y cocina.

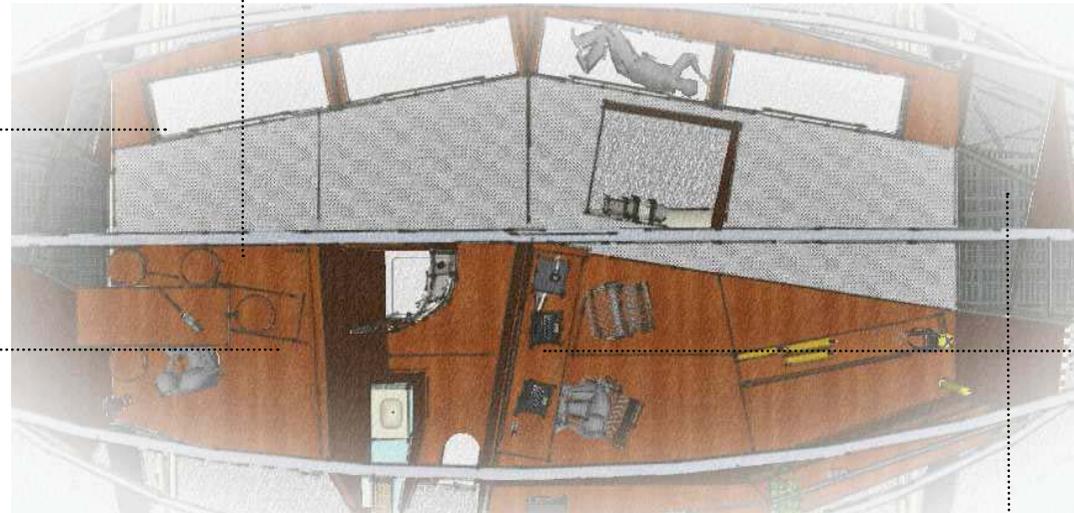


Imagen 346. Vista general del programa interior



Imagen 349. Mesón de trabajo.

Imagen 347. Vista del taller y la galería.



3. Flotabilidad.

Tres pontones de HDPE se encargan de dar la fuerza de empuje necesaria para el desplazamiento total de la obra, El calculo de la flotabilidad y el desarrollo de los parámetros importantes en el artefacto naval se encuentra desarrollado en el capítulo:

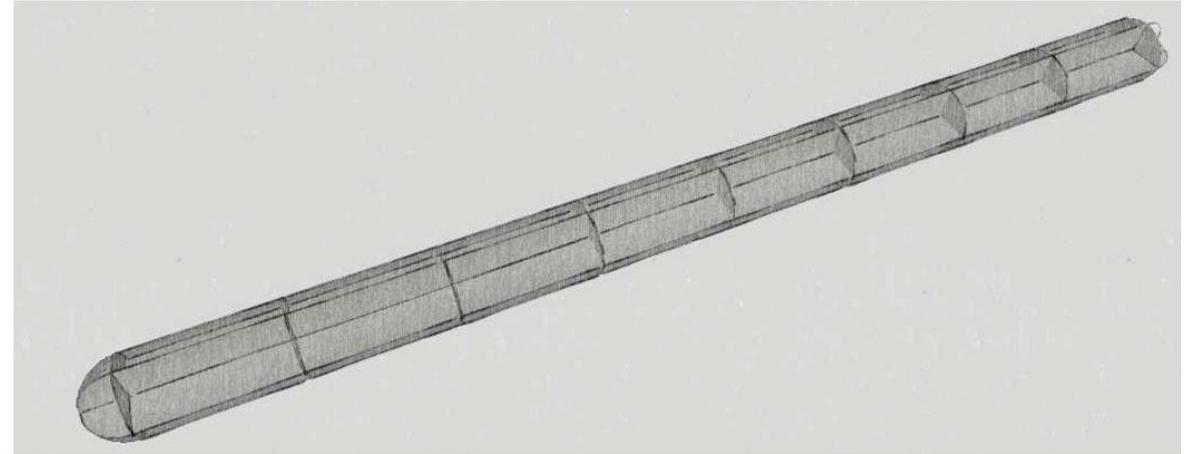
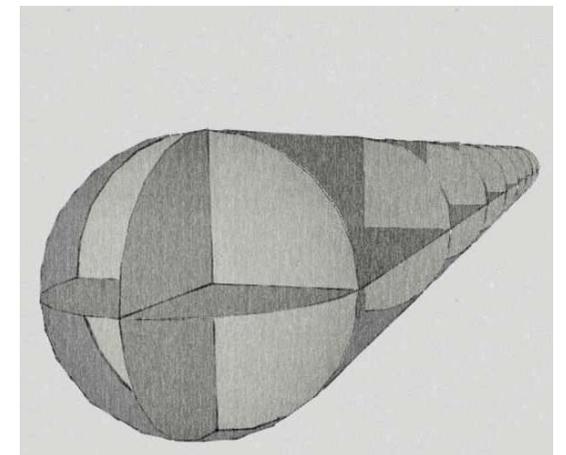
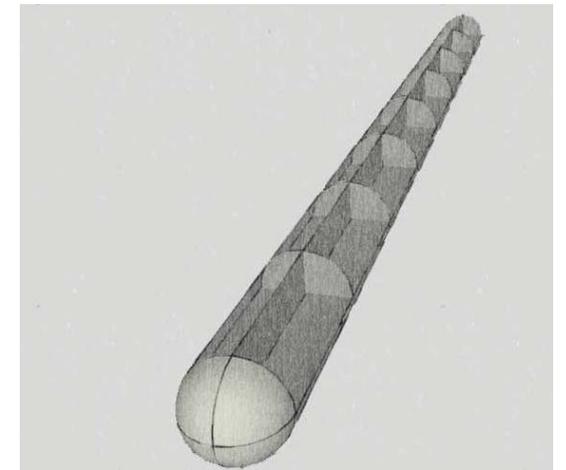


Imagen 350. Esquema de la estructura de un pontón lateral., planos estructurales de HDPE y compartimentos estancos.



4. Estabilidad.

La estrategia de estabilidad consiste en contar con dos pontones laterales distanciados del centro de gravedad que a la vez se concentra en el eje geométrico longitudinal y transversal del artefacto naval.

Al momento de elevarse el espacio habitable (elevando con ello el centro de gravedad), se extienden los pontones laterales aumentando la manga considerablemente y se sumerge un contrapeso central lastrado que vuelve a bajar el centro de gravedad y actúa como amortiguador, logrando una óptima estabilidad.

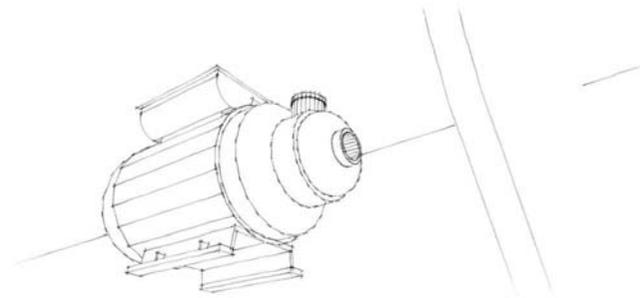


Imagen 351. Bomba integrada al pontón central

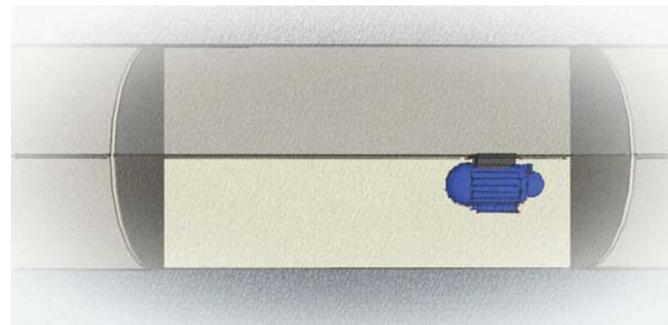


Imagen 352. Ubicación de la bomba.

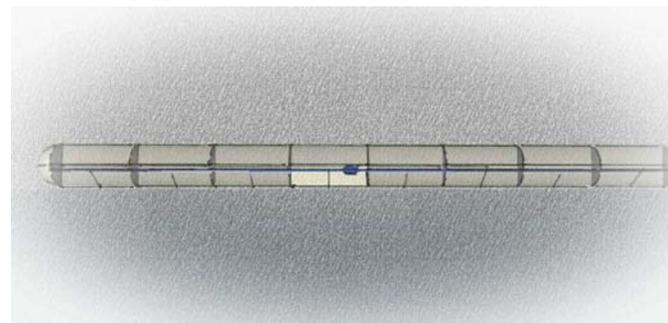


Imagen 353. Red del sistema de llenado y vaciado de agua.

5. Aerodinámica / Hidrodinámica

Al estar elevado el espacio habitable estará bajo una fuerte influencia del viento, por ello se realiza un estudio sobre la resistencia aerodinámica que se encuentra detallado en el capítulo:

en el cual se realiza el cálculo del coeficiente de arrastre y se consideran parámetros en el diseño de la envolvente como el ángulos de ataque de las superficies y cálculo de las menores áreas posibles y diseño de formas ahusadas y superficies en doble curvatura para la eliminación de turbulencias.

Para verificar estos partidos de diseño se desarrollan pruebas aerodinámicas sometiendo los diseños de la envolvente a distintas velocidades por medio de modelos a escala en el túnel de viento.

6. Redes.

Todo el estudio detallado de las redes se puede encontrar en el estudio energético y sus resultados. Las redes contemplan un requerimiento en común que es el diseño de un shaft de distribución centralizado y estructura soportante bajo cubierta.

i). Red de iluminación.

- (1). Seguridad de acuerdo a norma.
- (2). Habitabilidad interior.
- (3). Exteriores.

ii). Red eléctrica.

Alimentado con un circuito 220 V como sistema normal, si instala uno independiente de 12 V para alumbrado nocturno de emergencia, el cableado y luminarias de 12 V se instala en puntos de habitabilidad (ampolletas 5 W) y en puntos de mandos de control y generación energética (40 W). Se cuenta con un banco de baterías 150 Ah y cargador.

El circuito 220 V alimenta dependencias (cocina, baño, laboratorio-taller).

(1). Generación eléctrica.

Se instala un sistema de generación mixto con las siguientes tecnologías: paneles fotovoltaicos, turbinas de viento y baterías. También instalado bajo cubierta con ventilación y combustible de acuerdo a necesidades del motor se instalará un generador diesel de emergencia, con un estanque de combustible, alimentado desde cubierta por cañería de 2" de diámetro y con divisiones para disminuir el efecto de superficies libres.

(2). Circuitos y protecciones.

Los circuitos eléctricos son confeccionados con cable THHN y enchufes de bajo consumo. Se otorga protección de circuitos por medio de interruptores magneto-térmicos unipolares, bipolares y tripolares de acuerdo a requerimientos. Los circuitos de enchufes estarán protegidos contra las corrientes de falla por interruptores diferenciales. Y finalmente se instalará una tierra de protección sumergida, que consta de un tubo de cobre adherido a un pontón.

iii). Red de agua.

(1). Agua potable.

- Estanque de agua.
- Bomba de 220 V y 12 V, conectadas en paralelo.
- Planta desalinizadora por osmosis. Seafari Mini.
- Paneles solares termales.
- Tuberías y fittings PVC.
- Termo.

En el estanque de agua dulce, se requiere agua para la ducha (30 litros por día), para limpiar la losa (10 litros por día), para cocinar (8 litros por día), para lavarse las manos o la cara (5 litros por día) y para limpiar cocina y mesa (2 litros por día). En total, son 55 litros de agua dulce necesarios por día, o 385 litros en una semana. Se pueden llevar unos 50 litros suplementarios en caso de aumento de la estancia. Suponiendo que en ese caso, de condiciones extremas, la necesidad de ducharse no existe más. Entonces, se necesita un estanque de agua dulce de 435 litros para subvenir a las necesidades de una semana. El agua bebida se calcula desde la base de que una persona debe tomar en promedio 1.5 litros por día. Se requiere una reserva de agua mineral para 5 personas durante una

semana: 52,5 litros. 22,5 litros suplementarios en el caso de que se alargara en 3 días la estancia por razones de dificultad climática, o de necesidad científica. Serían entonces 75 litros de agua potable mineral.

(2). Agua de mar.

(3). Aguas sucias.

- Planta tratamiento.

- Conjunto de tuberías y fittings PVC.

iv). Red de gas.

(1). 2 cilindros de 5 lts.

v). Redes de Ventilación.

(1). Servicios (baño y cocina)

(2). Sistema integrado de corredor.

vi). Shaft y acceso a control de redes.

(1). Todas las cañerías de diferentes instalaciones quedan a la vista y son pintadas de los siguientes colores:

Eléctrica: naranja natural PCV conduit, Agua potable fría: azul, Agua potable caliente: rojo, Gas: amarillo, Alcantarillado: gris natural PCV.

vii). Basura:

- Un depósito para la basura biológica (biodegradable) que se lleva a la isla para ser reciclado en compost.

- Un depósito para el papel y cartón.

- Un depósito para el metal y vidrio.

(los 2 últimos estanques pueden ser reunidos en uno solo: estanque para el reciclaje).

viii). Ventilación interior de la embarcación:

Teniendo en cuenta la importancia del viento alrededor del archipiélago, no parece necesario implementar un sistema de ventilación motorizado y alimentado por electricidad. Se puede construir una solución más simple, usando la circulación del aire y las corrientes de aire presentes en el exterior. Con una compuerta delantera y otra trasera, se permite una renovación continua de aire.

Sin embargo, es necesario de permitir la evacuación directa del aire del baño y de la cocina. Para satisfacer esa condición, se implementará un tubo de evacuación que se ubicará entre las 2 capas de tela, adentro del muro trombe, y llevará el aire hasta el exterior. También se necesitan ductos admisión y expulsión de gases para el compartimento del generador eléctrico bajo cubierta.

7. Seguridad.

i). Sistemas de flotación grupal e individual para la totalidad de pasajeros.

ii). Sistemas de achique y combate contra incendios.

Instalación de motobomba bencinera con sujeción desmontable, manguera de succión, manguera con pitón, uniones storz, dos extintores de 9 kg. La motobomba tiene como objetivos succionar el agua de los estanques en caso de inundación, así como succionar agua del mar para apagar eventuales incendios.

- Motobomba bencinera.

- Manguera flexible de succión.

- Manguera incendios.

- 1 Pitón.

- Uniones storz.

- Dos extintores 9 Kg.

- Sistema fijación desmontable para bomba, mangueras y extintores.

iii). Propiedades ignífugas de los materiales utilizados.

iv). Sistema de radio e iluminación nocturna.

v). Sistema de sensores de inundación de estancos.

El sistema consiste en un flotador independiente por estanco destinado a identificar una eventual vía de agua. Cada flotador activa una luz y alarma sónica en forma simultánea. Esta alimentado por el circuito de 12 V y cuenta con una batería alimentada por el generador principal.

- Flotadores acusadores del nivel de agua en cada uno de los compartimentos estancos.
- Cables conectores a la caja central.
- Caja central con luz e interruptor por estanco, y bocina sonora.
- Dependencia de la batería perteneciente al circuito de emergencia.

8. Materialidad y construcción.

- Livianidad y propiedades de acuerdo a solicitudes climáticas, estructurales y de habitabilidad.
- Acceso al material y disponibilidad.
- Traslado del material al archipiélago (LST-Valdivia)
- Planificación y partes pre-construidas en el continente.

9. Mantenimiento.

Las características de la obra sugieren un hangar en la bahía de Cumberland donde poder asistirle de forma especializada.

- Cambio general de accesorios.
- Sistemas de control de regulación de profundidad de los pontones.

- Entrada y salida de los componentes mecánicos.
- Entrada y salida de componentes electrónicos.
- Cámaras de revisión para sistemas eléctricos y ductos en general.
- Mantenimiento de pinturas.

10. Guardado

Pañoles de equipo: todo el equipo se guarda en pañoles especializados bajo suelo en compartimentos colgantes de la estructura de cubierta. Estos se ubican en el eje longitudinal del laboratorio-taller, próximo centro geométrico.

Guardado personal: El ala de literas tiene espacios de guardado personal para la ropa y artículos personales. Estos, al igual que todos los sistemas de pañoles del artefacto naval, están bajo suelo, al costado de las literas.

11. Fondeo y cabos.

El sistema de anclaje requerido para el artefacto naval es el siguiente:

i). Ancla principal:

(1). Tipo Bruce:

(2). Peso: 20 Kg.

ii). Cadenas:

(1). Larga: 2 veces la eslora : 28 m

(2). Diámetro del eslabón 9,5 mm

(3). Peso: 2.67kg/m entonces 37.8kg por cadenas

iii). Cabo:

(1). Larga: 70 metros

(2). Diámetro 18mm

(3). Peso: 0,166 Kg./m entonces 11,6 Kg. por cabo

iv). Ancla de respeto:

(1). Tipo Bruce

(2). Peso: 40kg

v). Cadena y cabo iguales a los de la primera ancla (37,8 Kg. de cadena y 11,6 Kg. de cabo)

Peso TOTAL: 2 anclas mas 2 cadenas mas 2 cabos: 160 Kg.

B. Demostración estructural de funcionamiento de la obra.

La demostración estructural del funcionamiento de la obra se apoyo fundamentalmente en la realización de varios modelos a escala así como en ejercicios geométricos y de relación de pesos.

Se desarrollaron un total de 8 modelos comenzando en una escala de 1:50 para llegar en los últimos a una escala 1:20. El objetivo de los modelos fue comprobar la geometría de la estructura y su correcto funcionamiento, así como la relación de pesos necesaria para su flotabilidad y sistema de lastre y contrapesos.

El modelo final tiene las siguientes características:

Escala 1:20

Peso total: 1,875 gr.

Peso espacio habitable: 350 gr.

Eslora: 74 cm.

Manga plegada: 83 cm.

Manga desplegada: 107 cm.

Calado plegado: 3 cm.

Calado desplegado: 18,5 cm.

Los materiales utilizados para este modelo responden al proceso de pruebas, en las cuales se fue ajustando cada pieza hasta llegar a un nivel de consolidación material y dimensional necesario para el correcto funcionamiento y durabilidad de los modelos:

Estructura: Aluminio.

Pontones: PVC.

Espacio habitable: MDF, policarbonato, alambre, plástico.

Uniones: Plástico y aluminio.

Las dimensiones finales necesarias para el correcto pliegue de la estructura son las siguientes:

Recorrido de ejes desplazables: 16 cm.

Elevación espacio habitable: 17,5 cm.

Inmersión de pontón central: 18,5 cm.

Recorrido de ángulo de bielas: 30° - 45°

Recorrido ángulo superior: 135° - 90°

Estas características traducidas al prototipo son las siguientes.

Escala 1:20

Peso total: 15 TM

Peso espacio habitable: 2,8 TM.

Contrapeso pontón central: 5 TM

Eslora:

Manga plegada: 16,6 m.

Manga desplegada: 21,4 m.

Calado plegado: 0,7 m

Calado desplegado (inmersión pontón central): 3,70 m.

Elevación espacio habitable: 3,5 m.

Recorrido de ejes desplazables: 3,2 m.

Recorrido de ángulo de bielas: 30° - 45°

Recorrido ángulo superior: 135° - 90°

C. Demostración de la estabilidad estática.

Es importante recalcar que en este paso del modelo al prototipo se debe realizar un estudio de la materialidad que no tiene relación con el modelo, ya que los módulos de resistencia de los materiales no están contemplados en los cambios de escala. De este modo es de esperar que la forma cambie, en cuanto a secciones y dimensiones de piezas fundamentales como lo son las bielas y sus respectivas uniones a la estructura de pontones y al espacio habitable.

Si bien el fenómeno físico en cuanto a los pesos puede repetirse a distintas escalas conservando la geometría de los modelos, este siempre ha ido de la mano con un cambio en las secciones y materialidad de los elementos, por lo que es claro que en el prototipo pueden existir cambios de materialidad y geometría.

Los resultados de Momentos de inercia y Datos hidrostáticos se encuentran desarrollados en las tablas y gráficos del capítulo IV.

Las observaciones realizadas en las pruebas de oleaje del modelo a escala arrojan ciertos datos cualitativos importantes para tomar en cuenta en correcciones del diseño o futuras propuestas:

- Se observa que los pontones responden a distintas sollicitaciones a las cuales su forma cilíndrica puede estar afectando o no logrando la mayor eficacia. Se propone un diseño de los pontones diferenciado, entre los pontones laterales que se mantienen en superficie y el pontón central que se sumerge. Los primeros debiesen contemplar una sección favorable ante el oleaje, o algún elemento amortiguador. Y el segundo debiese tener una sección que ofrezca resistencia a la columna de agua sobre el al modo de un paracaídas submarino, mejorando así los movimientos de la estructura en superficie.

Se observa una respuesta distinta ante la ola corta y la ola larga. Es posible que la manga variable influya positivamente adaptándose ante distintas situaciones de longitud de onda.

- Es necesario definir un sistema de anclaje que fije la estructura en una orientación relativamente fija, donde pueda disponer de la mejor orientación ante el viento y el oleaje, ya que durante las pruebas de oleaje no logra mantener una orientación ante la procedencia del oleaje, lo que puede afectar negativamente a su respuesta aerodinámica, considerando además que oleaje y viento no siempre coinciden en dirección.

D. Demostración del comportamiento del artefacto flotante ante el viento y las olas.

1. Pruebas de oleaje.

a). Cálculo de la ola real.

i). Longitud de onda.

$$\frac{d}{L_o} = \frac{2 \pi d}{gT^2}$$

$$L_o = \frac{gT^2}{2 \pi}$$

Desarrollando esta fórmula para las tres longitudes de onda se obtienen los resultados que se encuentran en la tabla 53.

$$L_{o_A} = \frac{9,8 * 8^2}{2 * 3,14} = 99,8 \text{ [m]}$$

$$L_{o_B} = \frac{9,8 * 10^2}{2 * 3,14} = 156 \text{ [m]}$$

$$L_{o_C} = \frac{9,8 * 12^2}{2 * 3,14} = 224,7 \text{ [m]}$$

ii). Periodo.

Reemplazando las longitudes de onda resueltas en la siguiente fórmula se pueden obtener los correspondientes periodos al despejar T, en este caso el periodo es el dato otorgado por los datos de campo recolectado con los que se desarrolla el cálculo de la velocidad y longitud de onda.

$$\frac{gT^2}{2 \pi} = L_o$$

Donde,

$$T = \sqrt{\frac{L_o * 2 \pi}{g}}$$

$$T_A = 8$$

$$T_B = 10$$

$$T_C = 12$$

iii). Velocidad.

$$V = \frac{L_o}{T}$$

$$V_A = \frac{99,8}{8} = 12,4$$

$$V_B = \frac{156}{10} = 15,6$$

$$V_B = \frac{156}{10} = 15,6$$

$$V_C = \frac{224,7}{12} = 18,7$$

b). Cálculo de la ola en el modelo.

i). Velocidad.

Utilizando Froude,

$$Fr = \frac{V^2}{gL} = \frac{(12,4)^2 \text{ [m/s]}^2}{(9,8) \text{ [m/s}^2] * (99,8) \text{ [m]}} = 0,1572$$

Luego en el modelo a escala 1:20, el cálculo de la velocidad será,

$$V_m = \frac{V_p}{\sqrt{\lambda}}$$

$$V_{m_A} = \frac{12,4 \text{ [m/s]}}{\sqrt{20}} = 2,7 \text{ [m/s]}$$

$$V_{m_B} = \frac{15,6 \text{ [m/s]}}{\sqrt{20}} = 3,4 \text{ [m/s]}$$

$$V_{m_C} = \frac{18,7 \text{ [m/s]}}{\sqrt{20}} = 4,1 \text{ [m/s]}$$

ii). Longitud de onda.

La longitud de onda en el modelo será,

$$\frac{V_p^2}{gL_p} = \frac{V_m^2}{gL_m}, \quad L_m = \frac{V_m^2 L_p}{V_p^2}$$

$$L_{m_A} = \frac{(2,7)^2 * 99,8}{(12,4)^2} \frac{[m/s]^2 [m]}{[m/s]^2} = 4,7 [m]$$

$$L_{m_B} = \frac{(3,4)^2 * 156}{(15,6)^2} \frac{[m/s]^2 [m]}{[m/s]^2} = 7,4 [m]$$

$$L_{m_C} = \frac{(4,1)^2 * 224,7}{(18,7)^2} \frac{[m/s]^2 [m]}{[m/s]^2} = 10,8 [m]$$

iii). Periodo.

Finalmente se calcula el periodo de la ola en el modelo,

$$\frac{d}{L_o} = \frac{2 \pi d}{g T^2}$$

$$T = \sqrt{\frac{2 \pi L_m}{g}}$$

$$T_A = \frac{2 \pi * 4,7 [m]}{9,8 [m/s^2]} = 3 [s]$$

$$T_B = \frac{2 \pi * 7,4 [m]}{9,8 [m/s^2]} = 4,7 [s]$$

$$T_C = \frac{2 \pi * 10,8 [m]}{9,8 [m/s^2]} = 6,9 [s]$$

c). Tipos de oleaje al que se somete el modelo.

El modelo se sometió a oleaje de aguas profundas y someras para cubrir un espectro total de 6 tipos de oleaje.

i). Oleaje de aguas profundas.

$V = [(g * l) / 2 \pi] \exp 1/2$, donde g es el valor de la aceleración de la gravedad, l la longitud de onda y pi el número pi.

ii). Oleaje de aguas someras.

$V = (g * h) \exp 1/2$, donde “h” es la altura de la ola.

Olas prototipo	Lo	T	V
A	99,8	8	12,4
B	156	10	15,6
C	224,7	12	18,7
Olas modelo			
A	4,7	3	2,7
B	7,4	4,7	3,4
C	10,8	6,9	4,1

Tabla 53. Cuadro de parámetros de oleaje.

2. Pruebas aerodinámicas.

Los resultados de las pruebas aerodinámicas cuyo desarrollo se encuentra en el capítulo VII, realizadas para la sección frontal de un modelo a escala 1:20, se resumen en las siguientes tablas construidas con los datos de velocidad del viento, relaciones modelo-prototipo y coeficiente de arrastre.

Como se puede leer en las tablas, el comportamiento aerodinámico del espacio habitable obtuvo resultados muy positivos, sosteniendo un bajo coeficiente de arrastre ante las distintas velocidades a las que fue sometido. Se observa un aumento de la resistencia al viento sobre los 48-55 nudos, equivalente a un viento de temporal fuerte, número 10 en la escala de Beaufort.

Con ello se puede acotar una respuesta de desempeño seguro del artefacto naval ante vientos de hasta 34-40 nudos, correspondiente a un temporal, número 8 en la escala de Beaufort. Esto considerando un rango de seguridad alto, ya que también se obtuvieron buenos resultados ante rachas de viento de 64 nudos, correspondiendo a vientos huracanados número 12 en la escala de Beaufort.

a). Constante de elasticidad del resorte utilizado. k.

Largo resorte sin fuerzas = 200 mm.

Estiramiento con peso conocido de 50 gr. = 31 mm.

Estiramiento con peso conocido de 100 gr. = 57 mm.

Estiramiento con peso conocido de 250 gr. = 144 mm.

Estiramiento con peso conocido de 500 gr. = 292 mm.

De acuerdo a la fórmula, los coeficientes para cada caso son:

1.61

1.75

1.73

1.71

Cuyo promedio da la constante de elasticidad para el resorte utilizado de 1.7

b). Velocidades del viento para el modelo.

$$\frac{V1 * D1}{v1} = \frac{V2 * D2}{v2}$$

Como la viscosidad es la misma: $V2 = V1 * \frac{D1}{D2}$

Tabla 54. Velocidades del viento para el modelo.

Nudos	Km/h	m/s	m/s modelo
16	29	7.9	0.395
27	50	13.8	0.69
40	74	20.7	1.035
55	101	28.4	1.42
64	118	32.7	1.635
80	148	41	2.05
*100	185	51	2.55
*120	222	61	3.05
*140	259	72	3.6

* Velocidades fuera del rango de vientos a calcular.

Para lograr regular el flujo de aire en el túnel de viento de acuerdo a los requerimientos de las pruebas, se utilizó un anemómetro y se reguló la toma de aire manualmente hasta lograr una velocidad muy próxima a las requeridas.

c). Primer modelo. Cálculo de resistencia del resorte (F_D)

Los datos utilizados en el cálculo son:

K = coeficiente de elasticidad

ΔL = la variación del largo del resorte durante la prueba.

La fórmula utilizada es,

$$F_K = K * \Delta L ; \text{ siendo } F_K = F_D$$

Tabla 55. Cálculo de resistencia del resorte.

Velocidad Prototipo [nudos]	ΔL [m ²]	Resistencia F_D
16	*	-
27	*	-
40	*	-
55	0.006	0.0117
64	0.008	0.0151
80	0.015	0.0256
100	0.023	0.0392
120	0.031	0.0534
140	0.047	0.0799

* El resorte no sufre variación, manteniendo una catenaria.

Debido a la poca resistencia ofrecida por el modelo, se decidió efectuar tres pruebas con velocidad extremas, fuera del rango de vientos al que estará sometida la forma, pero que puedan entregar una referencia matemática de sus características aerodinámicas.

d). Primer modelo. Cálculo coeficiente de arrastre (C_D).

El cálculo del coeficiente de arrastre considera los siguientes parámetros,

(a). Densidad del aire, $\rho = 1,18 \text{ kg/m}^3$ (a 25 °C)

(b). Área de la sección del modelo que enfrenta al viento $A = 0,0312 \text{ m}^2$

(c). Velocidad del viento en cada prueba (V).

Utilizando la siguiente fórmula,

$$C_D = \frac{F_D}{1/2 * \rho * V * A}$$

Tabla 56. Cálculo de coeficiente de arrastre.

Velocidad en modelo	Área $A \text{ m}^2$	Resistencia F_D	Coef. Arrastre C_D
0.395	0,0312	*	-
0.69	0,0312	*	-
1.035	0,0312	*	-
1.42	0,0312	0.0117	0.316
1.635	0,0312	0.0151	0.307
2.05	0,0312	0.0256	0.331
2.55	0,0312	0.0392	0.328
3.05	0,0312	0.0534	0.312
3.6	0,0312	0.0799	0.335

Se puede observar que el coeficiente de arrastre se mueve alrededor de los 0,32.

e). Segundo modelo. Cálculo resistencia del resorte (F_D)

Tabla 57. Cálculo de resistencia del resorte.

Velocidad Prototipo [nudos]	ΔL [m ²]	Resistencia F_D
55	0.006	0.0112
64	0.008	0.0142
80	0.015	0.0263
100	0.02	0.0354
120	0.032	0.0553
140	0.044	0.0758

* El resorte no sufre variación, manteniendo una catenaria.

f). Segundo modelo. Cálculo coeficiente de arrastre (C_D).

Tabla 58. Cálculo de coeficiente de arrastre.

Velocidad en modelo	Área $A \text{ m}^2$	Resistencia F_D	Coef. Arrastre C_D
1.42	0,0312	0.0112	0.302
1.635	0,0312	0.0142	0.289
2.05	0,0312	0.0263	0.340
2.55	0,0312	0.0354	0.296
3.05	0,0312	0.0553	0.323
3.6	0,0312	0.0758	0.318

Los cálculos del segundo modelo arrojan un coeficiente de arrastre próximo a los 0,31.

e). Observaciones.

No se aprecian cambios importantes en los resultados entre la primera y segunda prueba, posiblemente debido a que el sistema del túnel de viento aun no alcanza un grado de calibre y precisión requerido para afinar la forma a la escala trabajada. Si se pueden apreciar diferencias en la observación del modelo, como el cambio en el espesor de la capa límite y la distancia de generación de turbulencias.

La variación del espesor de la capa límite entre el primer y el segundo modelo, tiene explicación en que, aunque no se puede determinar en los cálculos debido a la proxi-

midad de resultados (0.32 y 0.31), el menor espesor de capa límite del segundo modelo, indica menor resistencia aerodinámica en la superficie. Esto refleja que el si se produjo una mejora en la aerodinámica al corregir lo observado en el primer modelo. Debido a que la separación

Se observa la formación de vórtices en el segundo modelo, específicamente en las aberturas de los brazos donde se interrumpe la envolvente para dejar el espacio adecuado para la plegabilidad de la estructura. Debido a que estos espacios son necesarios, se plantea recubrir con

alguna membrana de caucho o algún plástico que permita el movimiento del elemento plegable.

Se puede observar que existe un retroceso del punto de separación de la capa límite, esto indica una menor resistencia.

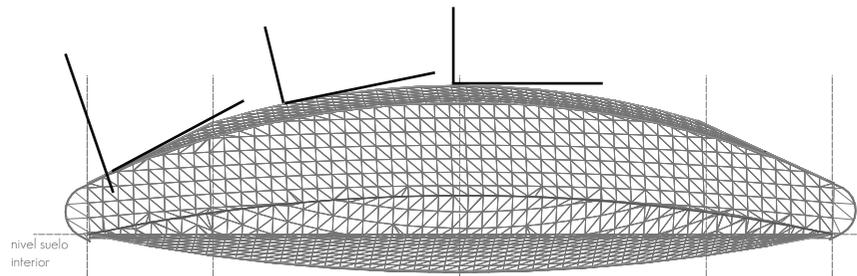


Imagen 354. Sección longitudinal, presión en la envolvente.

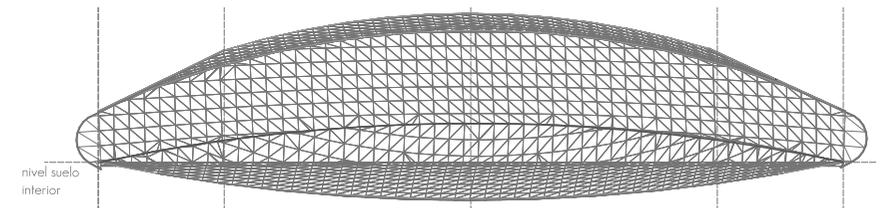


Imagen 355. Sección longitudinal. Capa límite.

E. Estudio energético.

1. Consumo eléctrico dirigido a la iluminación:

Considerando el día el más corto del año, se requiere gastar diariamente 844 Wh por la iluminación de la embarcación.

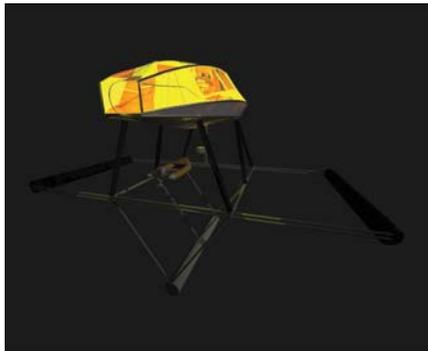


Imagen 356. Vista nocturna del artefacto naval.

2. Consumo eléctrico global:

En situación normal el consumo diario global de la embarcación será de 2.3kVatios horas, o 168Ahoras. Ese consumo es más que todo dado a la iluminación (70Ahoras), al refrigerador (50Ahoras) y a los computadores (40Ahoras).

Tabla 59. Cuadro de consumo eléctrico.

Lugar	Número de ampolletas	Potencia equivalente ampolleta incandescente	Potencia real (W o J/s)	Horas diarias de uso	Consumo diario en wh
Sala de trabajo	2	100	10	5	100,00
	4	120	12	5	240,00
Comedor	3	120	12	3	108,00
Cocina	2	100	10	2	40,00
Camas	4	60	6	1	24,00
Baño	1	100	10	2	20,00
Pasillo	2	100	10	5	100,00
Focos exterior (muelles)	2	140	14	1	28,00
Señalización verde/roja	1	40	4	14,16	56,64
Señalización blanca 1	1	50	5	14,16	70,80
Señalización blanca 2	1	40	4	14,16	56,64
Total iluminación	-	-	-	-	844,08

	Numero	Potencia (W o J/s)	Horas diarias de uso	Consumo diario en wh	Consumo diario en kwh	Consumo diario en kJ	Intensidad consumida por día (AHoras)
Total iluminación	-	-	-	844	0,84	3039	70,3
Refrigerador	1	70	-	600	0,60	2160	50,0
Bomba de agua salada	1	102	0,25	26	0,03	92	2,1
Bomba agua dulce	1	46,8	1,33	62	0,06	224	5,2
Bomba de cala	1	33,6	0,25	8	0,01	30	0,7
Sistema de radio/VHF	1	-	-	7	0,01	26	0,6
Computadores	4	30	4	480	0,48	1728	40,0
Total situación normal	-	-	-	2027	2,03	7299	168,9

Tabla 60. Cuadro de consumo eléctrico (2)

En situación extrema, de problema, de espera del socorro, se considera que el socorro se demora a lo peor 48 horas para llegar, y el consumo tiene que ser reducido al mínimo, dado que el GPS, la radio VHF y la bomba de cala será 3 elementos necesarios, que requieren no faltar de energía. También se necesita un mínimo de luz, el funcionamiento de las bombas de agua.

En esta situación, es necesario tener una batería de emergencia, con la capacidad de satisfacer el consumo entero, sin necesitar un aporte de energía exterior. A sea una batería que tendrá un capacidad de 105Ah/24h, dado que el consumo eléctrico será relativamente estable.

Tabla 61. Cuadro de consumo eléctrico (3)

	Numero	Potencia (W o J/s)	Horas diarias de uso	Consumo diario en wh	Consumo diario en kwh	Consumo diario en kJ	Intensidad consumida por día (AHoras)
Bomba de cala	1	33,6	15	504	0,50	2	42,0
GPS	1	0,288	6	2	0,00	6	0,1
Bomba agua dulce	1	46,8	1,33	62	0,06	224	5,2
Sistema de radio VHF recibiendo	1	8,4	24	202	0,2016	726	16,8
Sistema de radio VHF mandando	1	60	2	120	0,12	432	10,0
Señalización verde/roja	1	4	14,16	57	0,06	204	4,7
Señalización blanca 1	1	5	14,16	71	0,07	255	5,9
Señalización blanca 2	1	4	14,16	57	0,06	204	4,7
Comedor	3	10	3	90	0,09	324	7,5
Pasillo	2	12	4	96	0,10	346	8,0
Total situación de crisis	-	-	-	1260	1,26	2722	105,0

c) Conclusión producción energética.

La producción de energía a través de paneles solares y molinos eólicos, tiene una característica aleatoria enorme, por lo que no se puede preveer. Si se puede realizar una aproximación utilizando datos meteorológicos de sol y viento para estimar la producción o de electricidad. Para cada energía, se consideraron tres alternativas diferentes: correspondiendo a un nivel bajo, mediano y alto de los recursos disponibles.

Es evidente que la producción se altera de manera enorme con las condiciones meteorológicas, vale decir que no se puede satisfacer una producción de energía suficiente cual sea las condiciones de irradiación y viento del día. Eso significa, que es necesario:

-). Sensibilizar los tripulantes a la escasez de recursos energéticos, y a un consumo reducido de la electricidad.
-). Averiguar las condiciones atmosféricas des los días siguientes antes de decidir fondear en un lugar.
-). Tener una capacidad de almacenamiento de energía importante para paliar las insuficiencias de recursos energéticos.
-). Salir del puerto con las baterías llenas.

Es importante ver las diferentes alternativas existentes, en este caso se estudio una alternativa baja, una mediana, y una alta. La alternativa baja esta presentada en la Tabla 9:

En este caso de recursos energéticos escasos, no se alcanza a producir la energía diaria necesaria (2027Wh diarios). Pero sin embargo, en este caso, dado que la irradiación es débil, una herramienta gran consumidora de electricidad tal el refrigerador no necesita ser mucho resfriado. Además, con una producción de 937 Wh, caso se alcanza las necesidades energéticas de situación de crisis que son de 1260Wh diarios.

La alternativa mediana esta presentada en la Tabla 10: En el caso mediano, las necesidades energéticas (2027 Wh diarios) de la embarcación son satisfechas, lo que es satisfaciente para una alternativa mediana.

La alternativa alta se puede observar en la Tabla 11:

En este caso, la potencia desarrollada es altamente superior al potencial necesario, vale decir que un día tal este, uno no tendrá que ser tan cuidadoso de su consumo eléctrico.

	2 Molinos eólico aerogén			56 Paneles fotovoltaicos SM60M		
	Alternativa baja: Mediana mensual mas baja de velocidad de viento	Alternativa mediana: Mediana global de velocidad de viento	Alternativa alta: Mediana mensual mas alta de velocidad de viento	Alternativa peyorativa: 60% de la irradiación de un día del mes de junio menos 15% de perdidas por la orientación y inclinación.	Alternativa baja: mediana diaria en el mes de junio menos un 15% de perdidas por la orientación y inclinación	Alternativa alta: mediana diaria en el mes de enero menos un 15% de perdidas por la orientación y inclinación
Velocidad del viento (m/s)	3,53	5,88	9,38			
Irradiación solar (kW/m ²)				0,83	1,38	6,10
Potencial diario desarrollado (Wh)	384	2212	5578	745	1242	5485

Tabla 62. Cuadro de producción energética.

Peor alternativa	<u>Energía eólica:</u> <u>Alternativa baja:</u> Mediana mensual mas baja de velocidad de viento	<u>Energía solar: Alternativa peyorativa:</u> 60% de la irradiación de un día del mes de junio menos 15% de perdidas por la orientación y inclinación.	Instalación completa
Velocidad del viento (m/s)	3,53		
Irradiación solar (kW/m ²)		0,83	
Potencial diario desarrollado (Wh)	192	745	937

Tabla 63. Cuadro de almacenamiento de energía.

Alternativa mediana	<u>Energía eólica:</u> <u>Alternativa mediana:</u> Mediana global de velocidad de viento	<u>Energía solar: Alternativa baja:</u> mediana diaria en el mes de junio menos un 15% de perdidas por la orientación y inclinación	Instalación completa
Velocidad del viento (m/s)	5,88		
Irradiación solar (kW/m ²)		1,38	
Potencial diario desarrollado (Wh)	1106	1242	2348

Tabla 64. Cuadro de almacenamiento de energía. (2)

Alternativa Alta	<u>Energía eólica:</u> <u>Alternativa alta:</u> Mediana mensual mas alta de velocidad de viento	<u>Energía solar: Alternativa alta:</u> mediana diaria en el mes de enero menos un 15% de perdidas por la orientación y inclinación	Instalación completa
Velocidad del viento (m/s)	9,38		
Irradiación solar (kW/m ²)		6,10	
Potencial diario desarrollado (Wh)	2789	5485	8274

Tabla 65. Cuadro de almacenamiento de energía. (3)

d) Almacenamiento de la energía eléctrica

Las baterías son herramientas que se eligen según varios criterios, dentro de los más importantes son la capacidad máxima (en Ah) y el tiempo ideal de descarga. Dado que una descarga importante de la batería disminuye considerablemente su duración de vida (entre descargas a 100 y 50%, el número de ciclos que aguanta un batería pasa del simple al doble), se prefiere disponer de baterías con capacidad superior a las necesidades reales. Además, el consumo no siendo constante a lo largo del día, este margen permite inhibir el efecto de las variaciones consumación eléctrica.

En nuestro caso, en situación normal, se requiere 169 Ah o 2027 Wh diarias, lo que puede ser proveído por 2 baterías de 120Ah/20, para guardar un margen de seguridad, y preservar la duración de vida de la batería. En situación de crisis, se requiere 200Ah o 1260wh diarios, durante 2 días. Para asegurar esta energía, esta una batería de decoro de 150Ah/20 y un electro generador funcionando con la botella de gas de la cocina, además de la energía eléctrica ya presente en las 2 baterías de uso cotidiano.

Conclusión: son tres baterías necesarias.

- 2 baterías 120Ah/20, 40 kg por batería.

- 1 batería de 150Ah/20, 50 kg.

F. Definición de la materialidad.



Imagen 357. Vista exterior.



Imagen 358. Vista de la membrana, paneles y suelo..

Se piensa una estructura maestra de aluminio naval compuesta por tubos de soldados a cuadernas del mismo material. Los tubos son redondos de aluminio-magnesio Dxd 100x90 mm. y 150x134 mm.

Esta estructura está recubierta de una membrana textil para arquitectura permanente de PVC. Las uniones son cierres termolaminados de polietileno y un cable de poliéster de 10 mm para unir a la estructura por canales longitudinales.

El interior elementos de fibra de vidrio – matriz epoxy. Se utilizan en estructuras que no soportan grandes cargas. También se utilizan estructuras Sándwich, compuestas por un núcleo cuyo material esta en función de la carga a emplear, (espuma-foam ó nomex-papel impregnado) un pegamento o capa adherente y el recubrimiento.

los pontones se piensas en HDPE debido a sus cualidades resistentes.

Los elementos transparentes son de policarbonato alveolar y policarbonato monolítico de 4 mm.

Terminaciones de los espacio con fines de habitabilidad.

Aislación perimetral aislapol tyvex.

Tabiques interiores sandwich, papel fieltro aislapol.

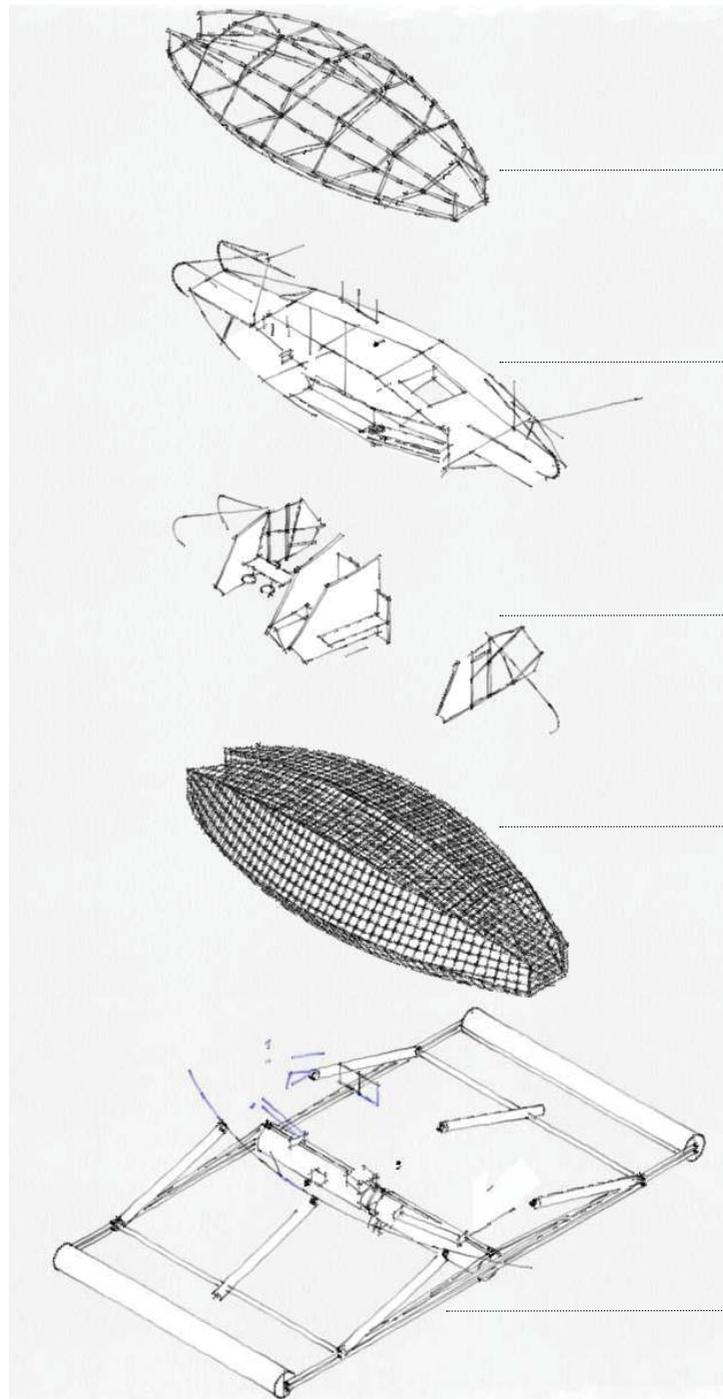
Revestimiento suelo interior terciado marino 16mm.

Barniz marino poliuretanzado incoloro.

Ventanas termopanel proyectantes por perfiles de aluminio anodizado

Cocina y baño con recubrimiento vinílico

En baños recubrimiento linóleo en piso.



Estructura maestra de aluminio naval (tubos son redondos de aluminio-magnesio Dxd 100x90 mm. y 150x134 mm.)

Aislación aislapol tyvex.
Papel fieltro aislapol.
Revestimiento suelo interior terciado marino 16mm.

Elementos de fibra de vidrio – matriz epoxy. Paneles Sándwich, compuestas por un núcleo espuma-foam ó nomex-papel impregnado.
Aislación perimetral aislapol tyvex.

Membrana textil para arquitectura permanente de PVC.
(cierres termolaminados de polietileno y un cable de poliester de 10 mm)

Estructura maestra de aluminio naval y pontones de HDPE.

Imagen 359. Desgloce de capas materiales.

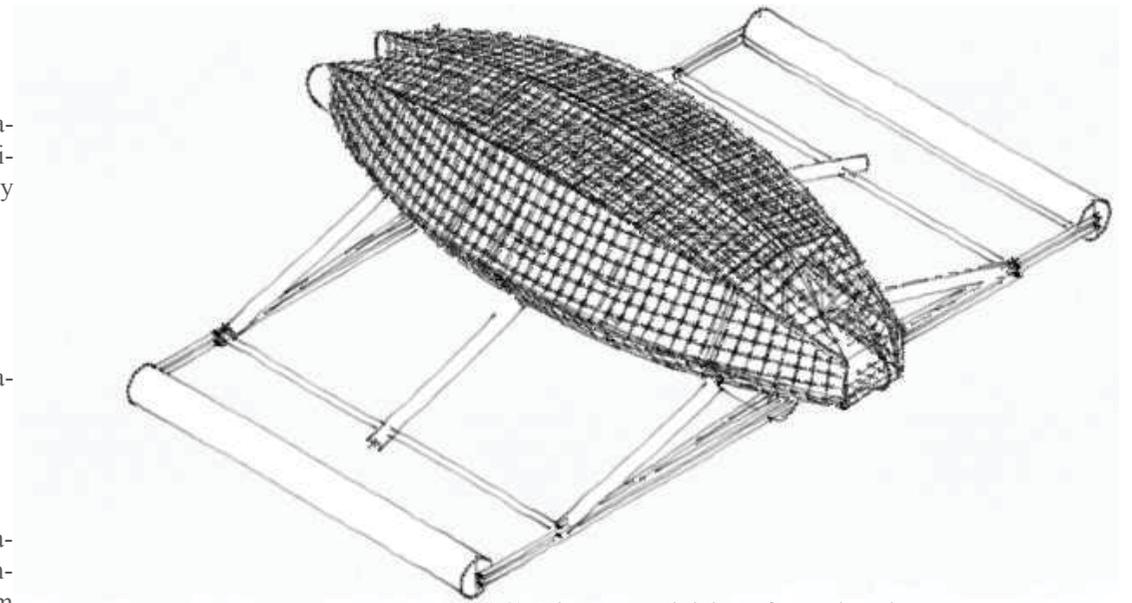
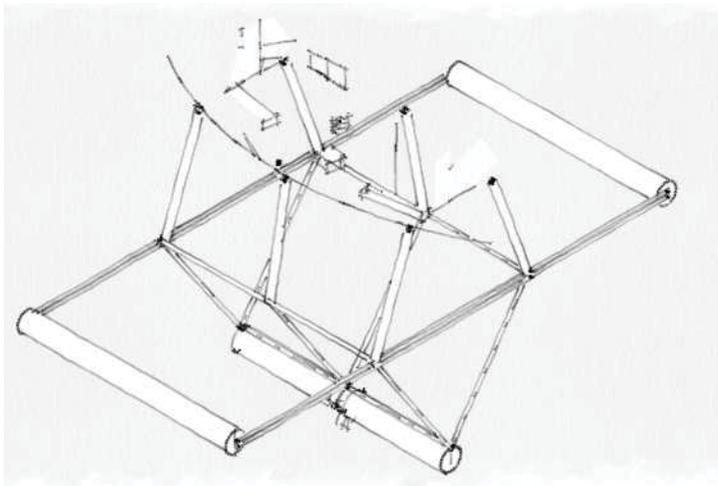


Imagen 360. Vista general del artefacto plegado.

Los detalles de uniones y piezas se pueden encontrar en la tabla del cuadro de carga detallado en el capítulo de resultados.



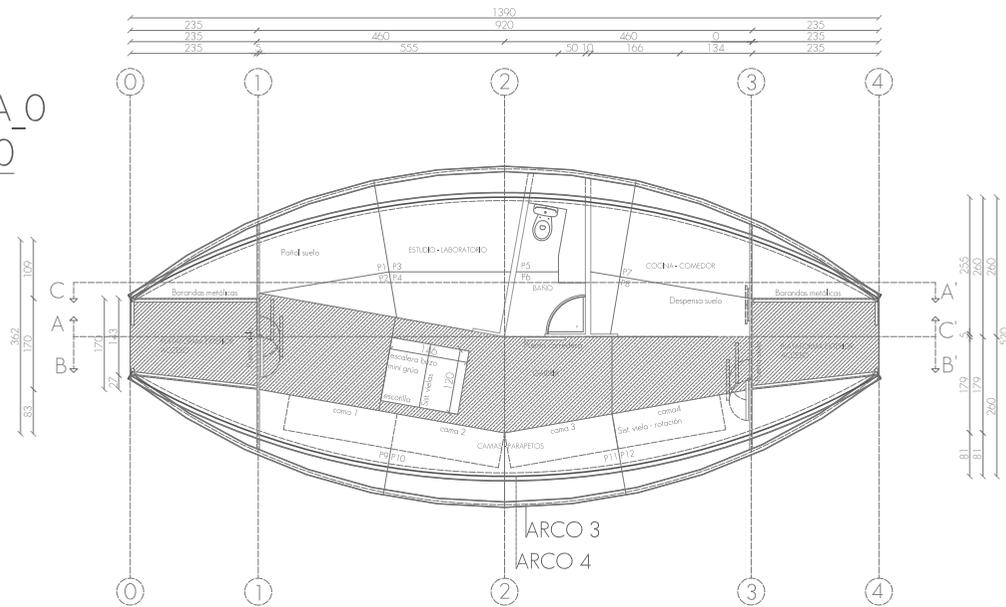
Imagen 361. Vista general de artefacto desplegado.



G. Planimetría.

1. Plantas.
2. Elevaciones.
3. Cortes.
4. Isométricas estructurales.
5. Detalles estructurales.
6. Membranas.
7. Suelos.
8. Cuadro de materiales y pesos.

C
PLANTA_0
1/50



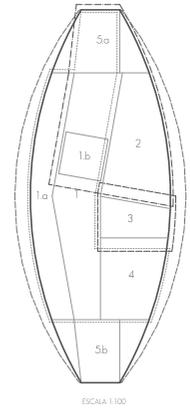
A Cuadro de superficie

	área (m ²)	% de ocupación
1	a 3,87 b 1,75	22 47
2	8,24	18
3	2,71	6
4	6,48	14
5	a 3,67 b 3,67	7,34 15
total	46,77	100

B Plano de programa

1. Galería de distribución
- 1.a Ala reversible literas/deshogó
- 1.b Compuerta de carga/descarga
2. Área de trabajo e investigación
3. Baño
4. Cocina / Comedor
- 5.a.b Plataformas exteriores

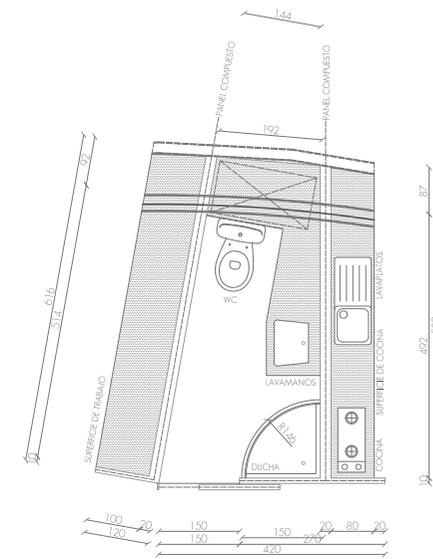
- zona de servicios
- zona de trabajo
- zona de estar y restauración



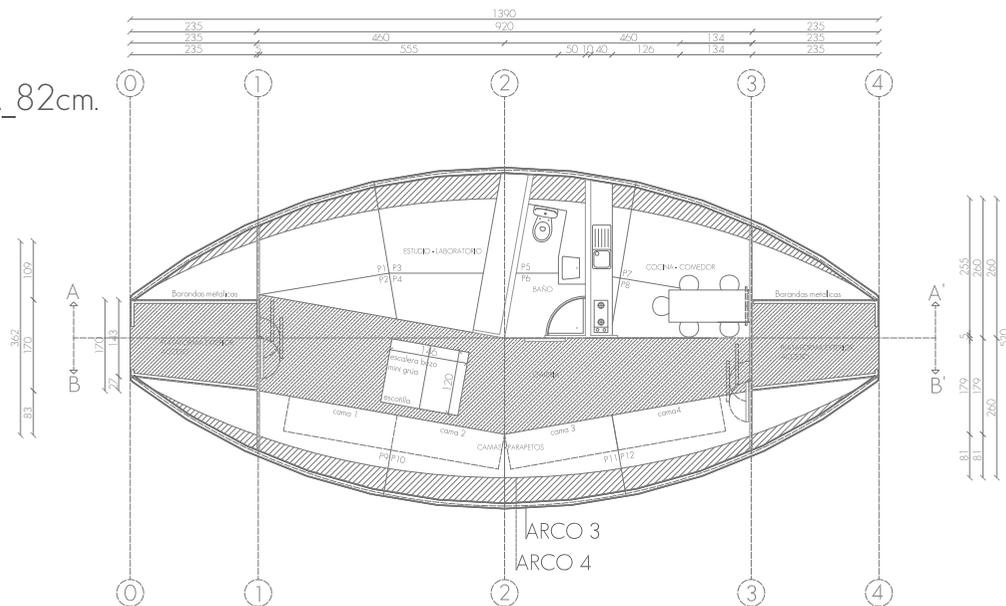
P: Plancha tentado marino 18 mm. Dimension standar 244x122 cm.

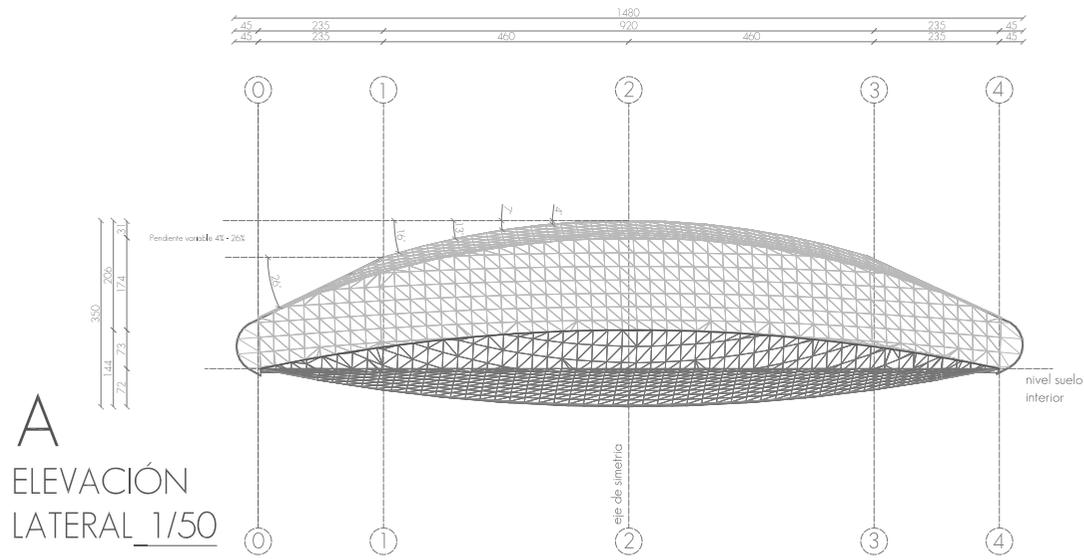


E MÓDULO DE SERVICIO
1/25

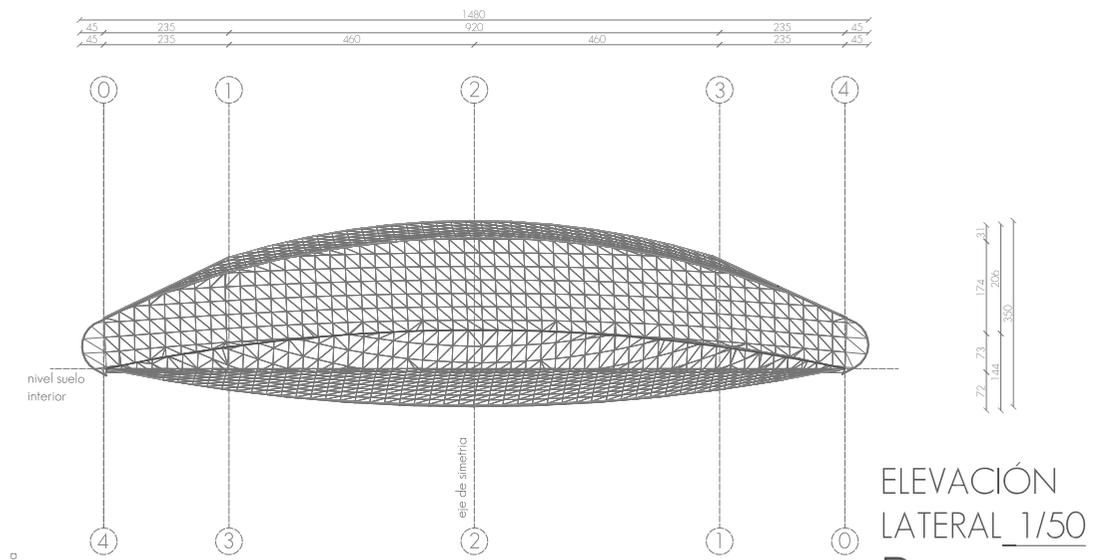


D
PLANTA_82cm.
1/50

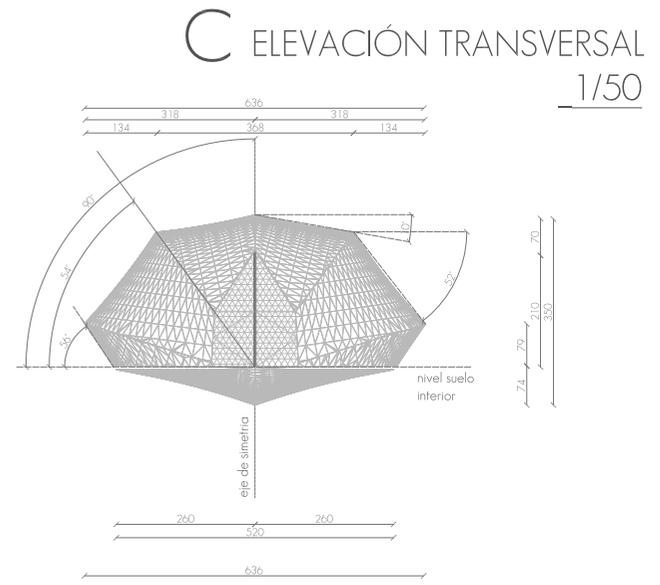




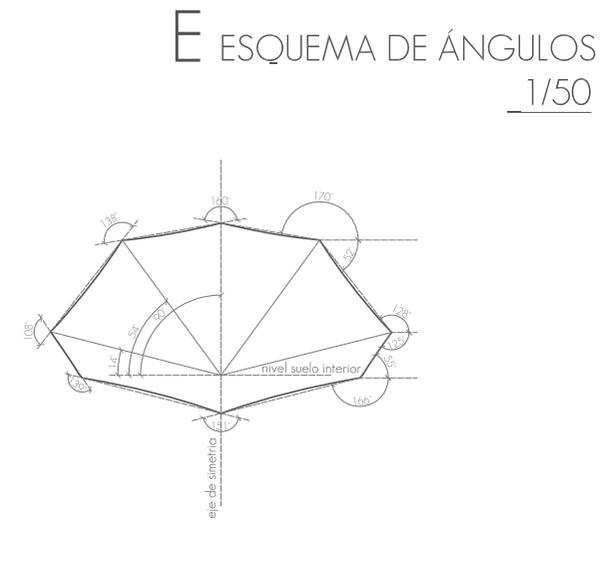
A
ELEVACIÓN
LATERAL 1/50



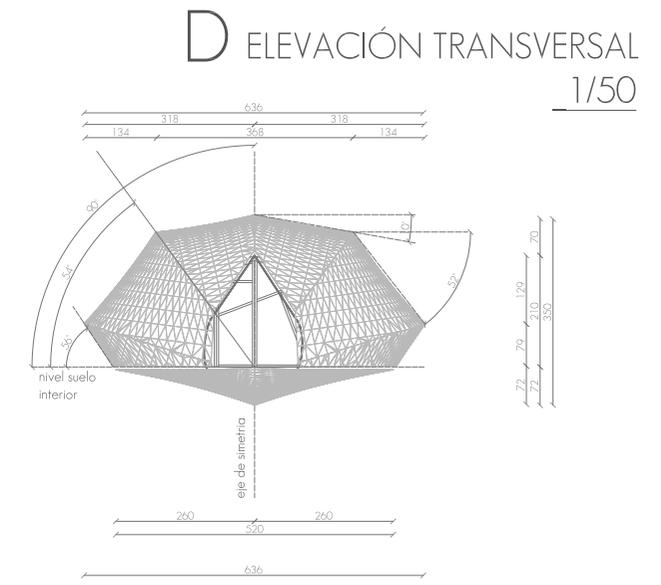
B
ELEVACIÓN
LATERAL 1/50



C
ELEVACIÓN TRANSVERSAL
1/50



E
ESQUEMA DE ÁNGULOS
1/50

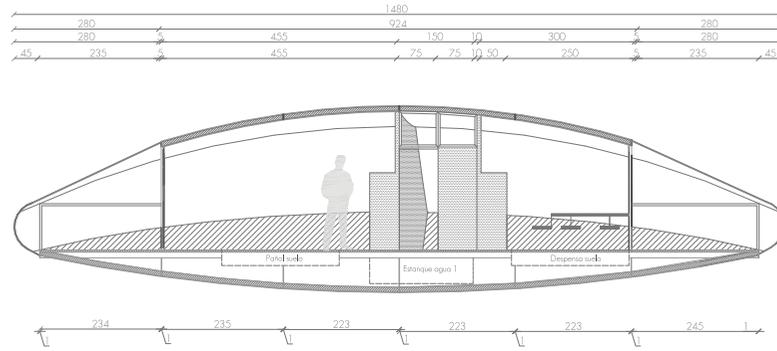


D
ELEVACIÓN TRANSVERSAL
1/50

CORTE TRANSVERSAL A-A

A

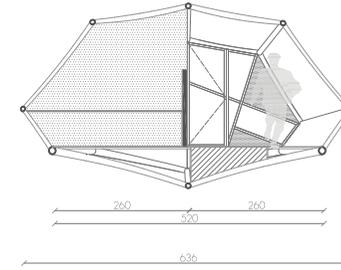
1/50



D

CORTE TRANSVERSAL 2-2

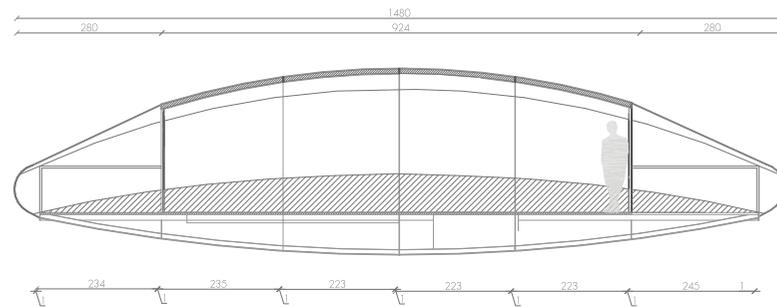
1/50



CORTE TRANSVERSAL B-B

B

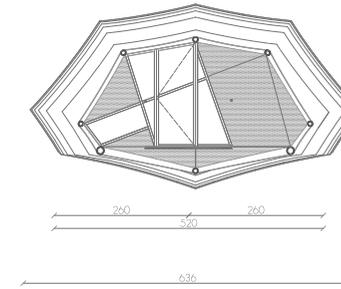
1/50



E

CORTE TRANSVERSAL 3-3

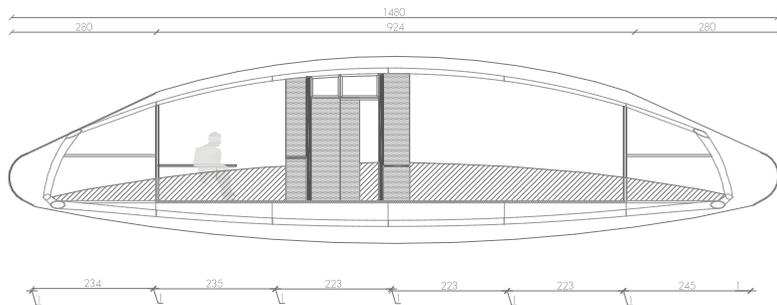
1/50



CORTE TRANSVERSAL C-C

C

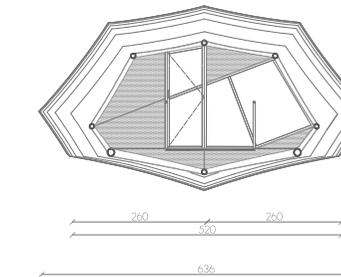
1/50

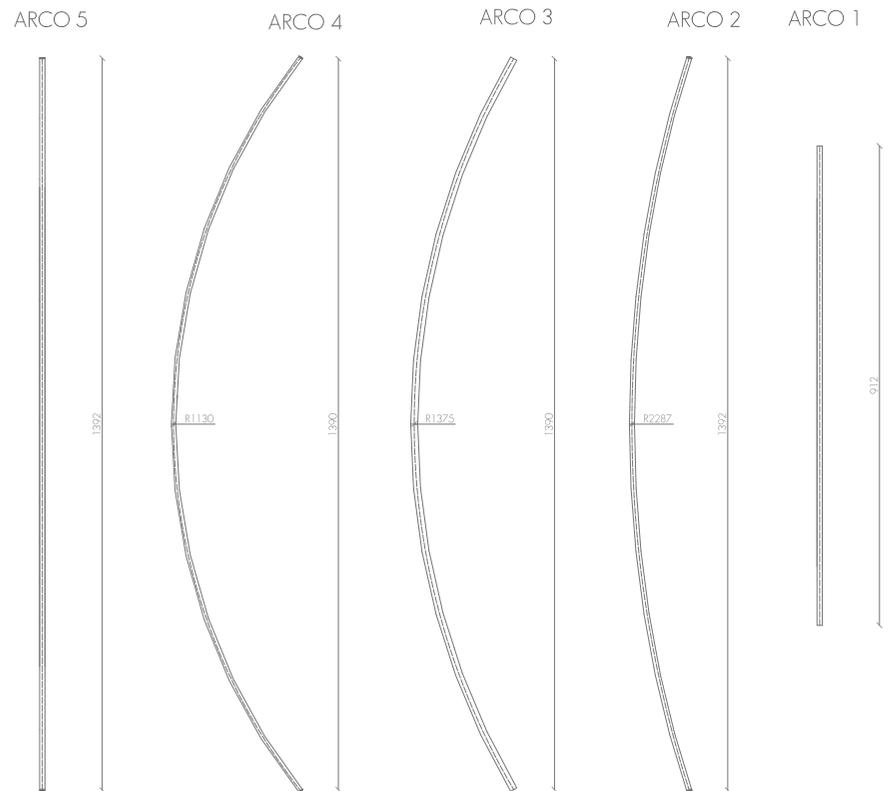


F

CORTE TRANSVERSAL 1-1

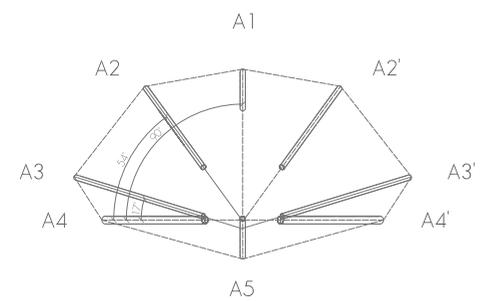
1/50





ARCOS EN PLANTA
A
1/50

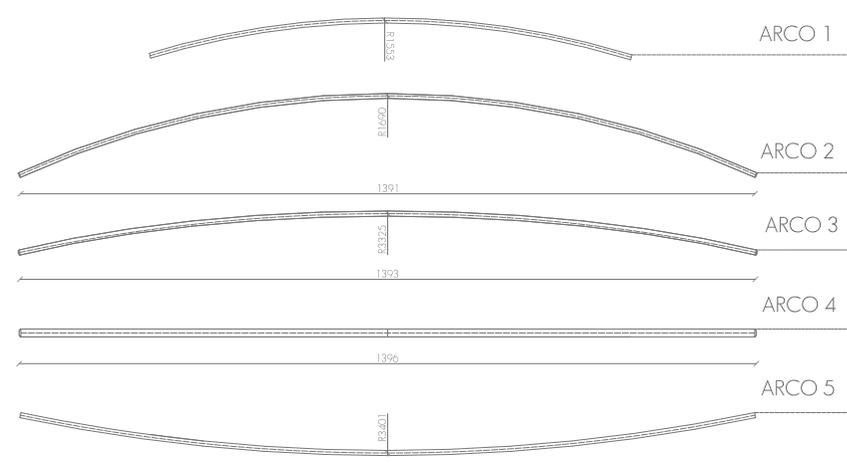
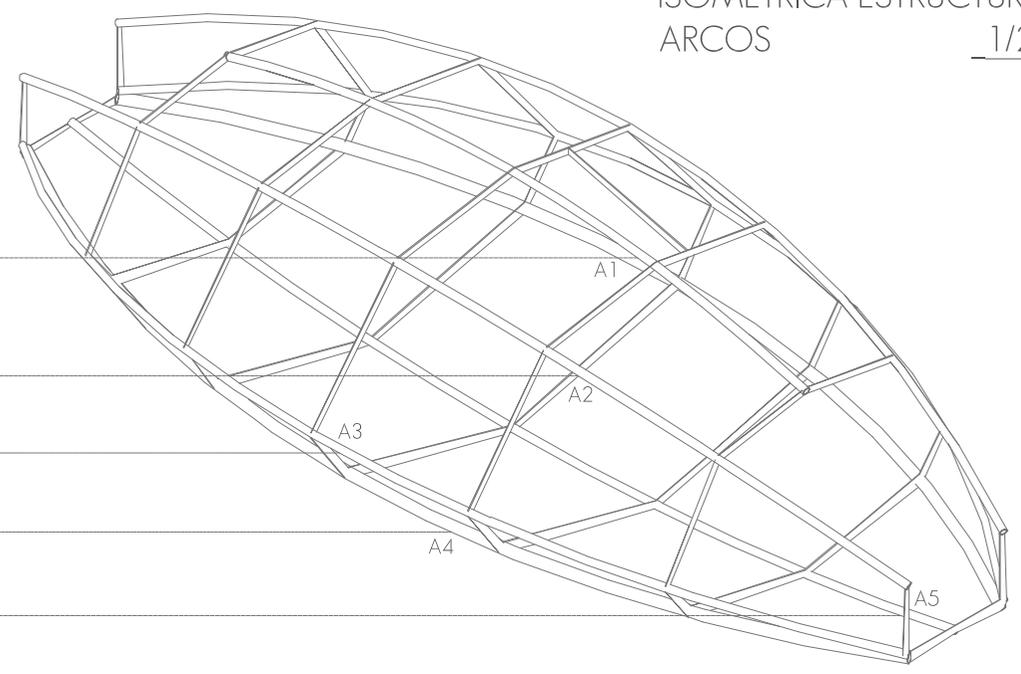
Construcción de curvas perfiles tubulares estructurales



ARCOS ESTRUCTURALES
D
1/50

ARCOS EQUIVALENTES
Arco 1
Arcos 2=2'
Arcos 3=3'
Arcos 4=4'
Arcos 5

C
ISOMÉTRICA ESTRUCTURAL
ARCOS
1/25

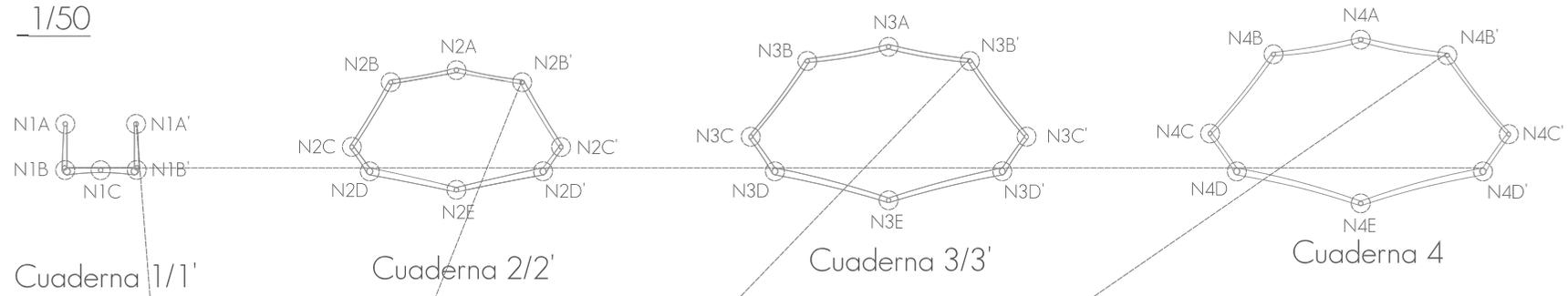


B
ARCOS EN ELEVACIÓN 1/50

SECCIÓN CUADERNAS

A

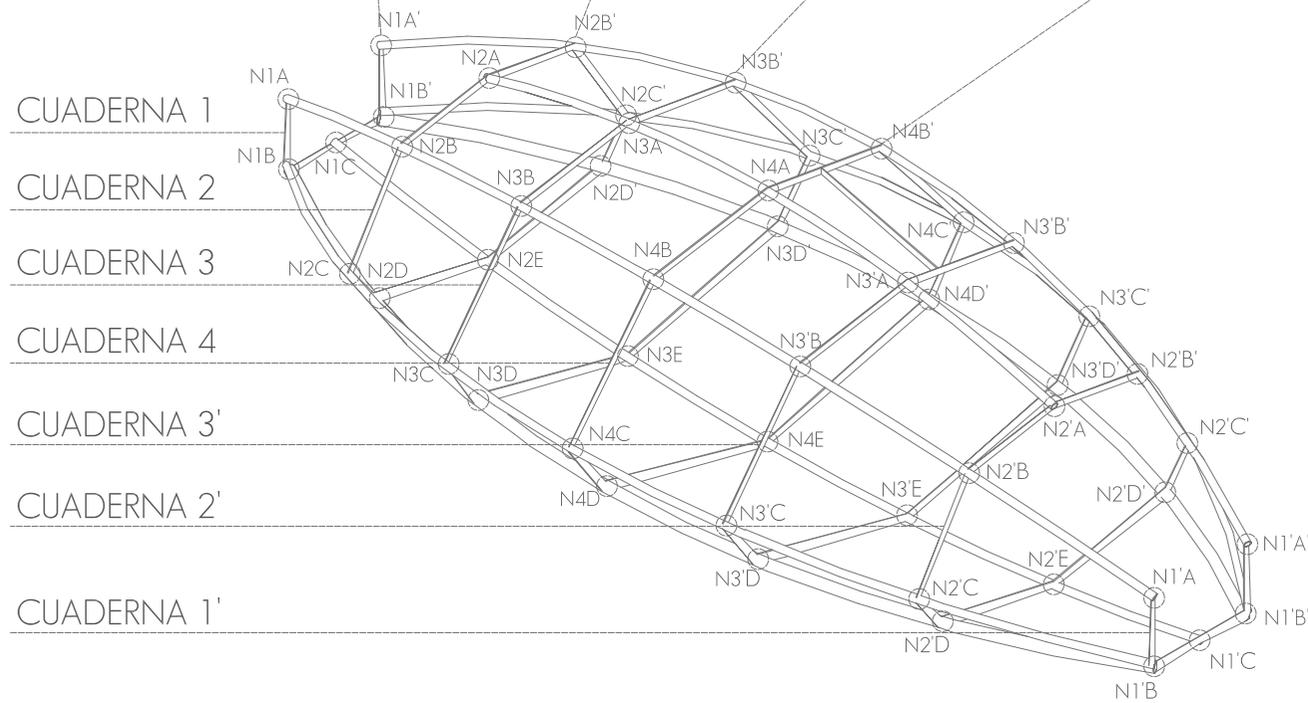
1/50



ISOMÉTRICA ESTRUCTURAL
NUDOS

B

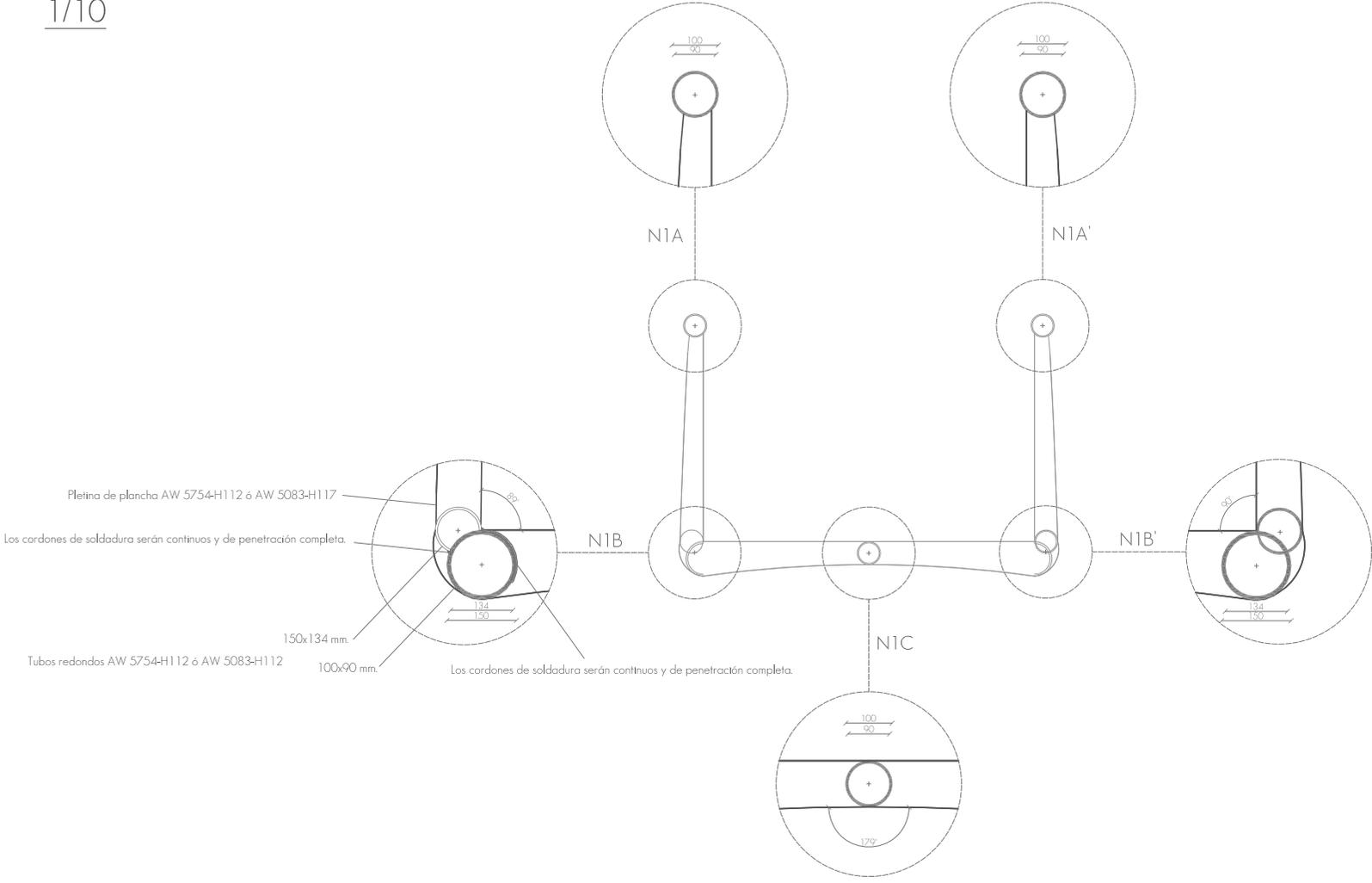
1/25



C

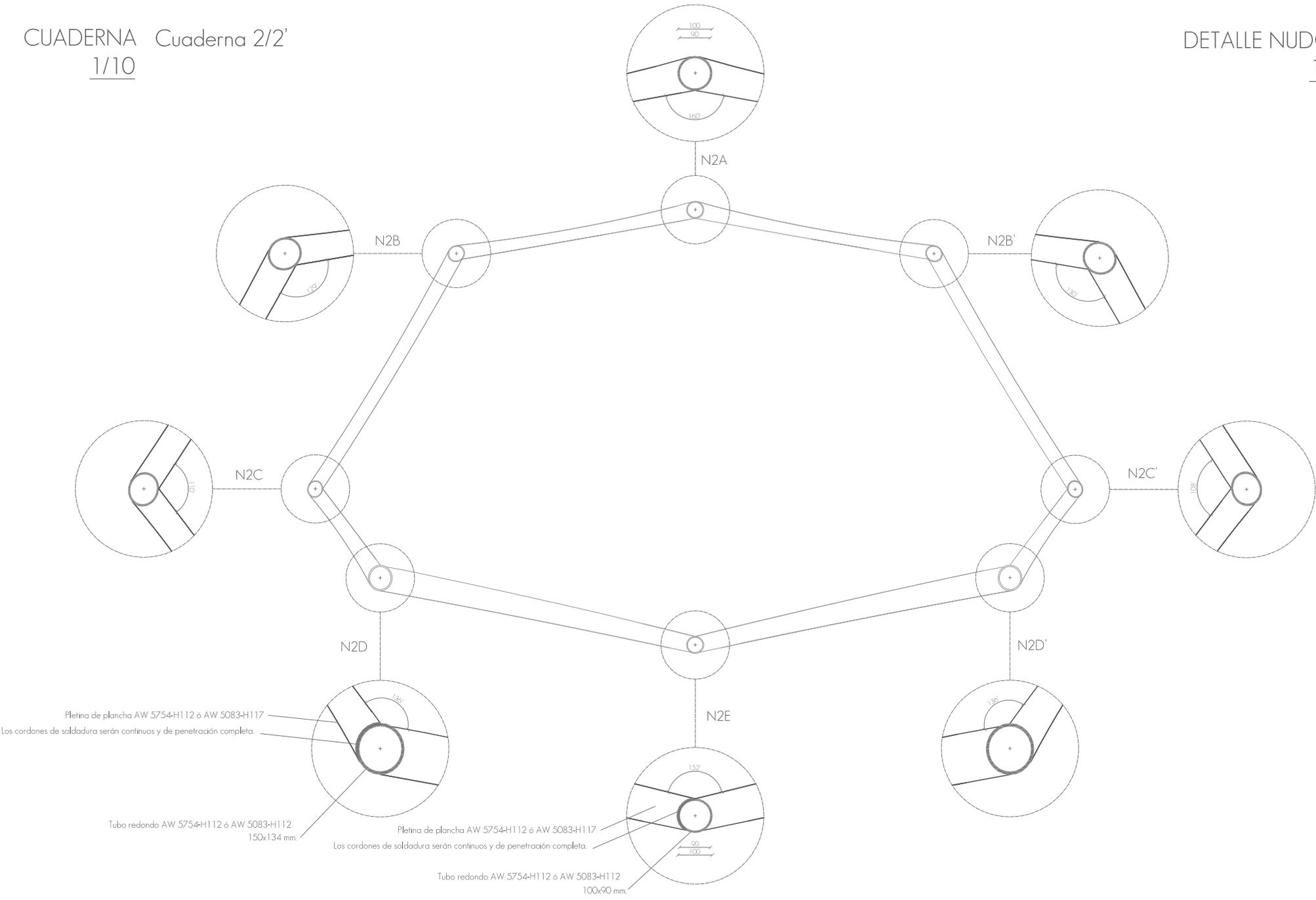
CUADRO DE NUDOS EQUIVALENTES

Cuadernas 1/1'	$N1A=N1A'=N1'A=N1'A'$ $N1B=N1B'=N1'B=N1'B'$ $N1C=N1'C$
Cuadernas 2/2'	$N2A=N2'A$ $N2B=N2B'=N2'B=N2'B'$ $N2C=N2C'=N2'C=N2'C'$ $N2D=N2D'=N2'D=N2'D'$ $N2E=N2'E$
Cuadernas 3/3'	$N3A=N3'A$ $N3B=N3B'=N3'B=N3'B'$ $N3C=N3C'=N3'C=N3'C'$ $N3D=N3D'=N3'D=N3'D'$ $N3E=N3'E$
Cuaderna 4	$N4A$ $N4B=N4B'$ $N4C=N4C'$ $N4D=N4D'$ $N4E$



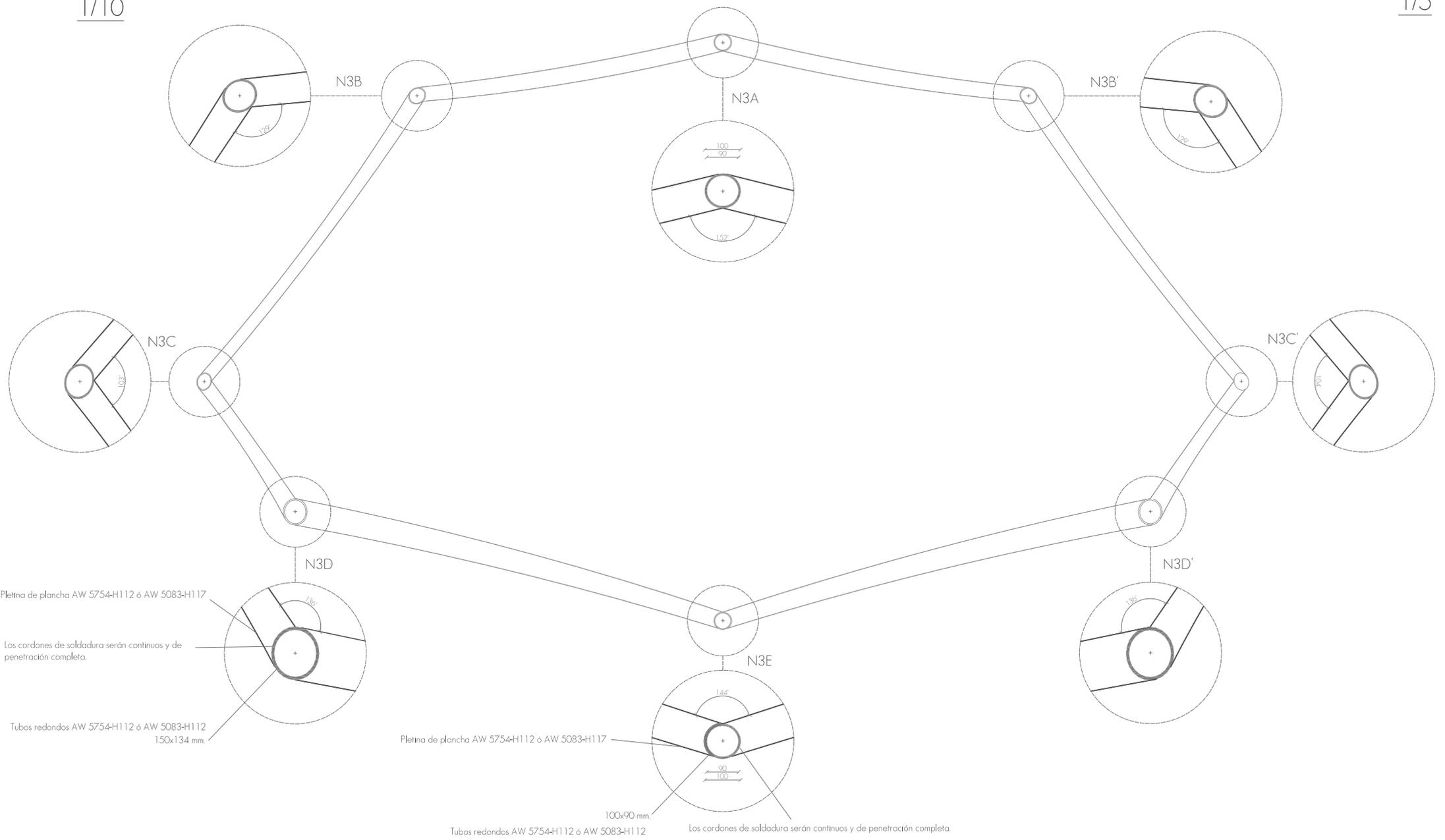
CUADERNA Cuaderna 2/2'
1/10

DETALLE NUDOS
1/5



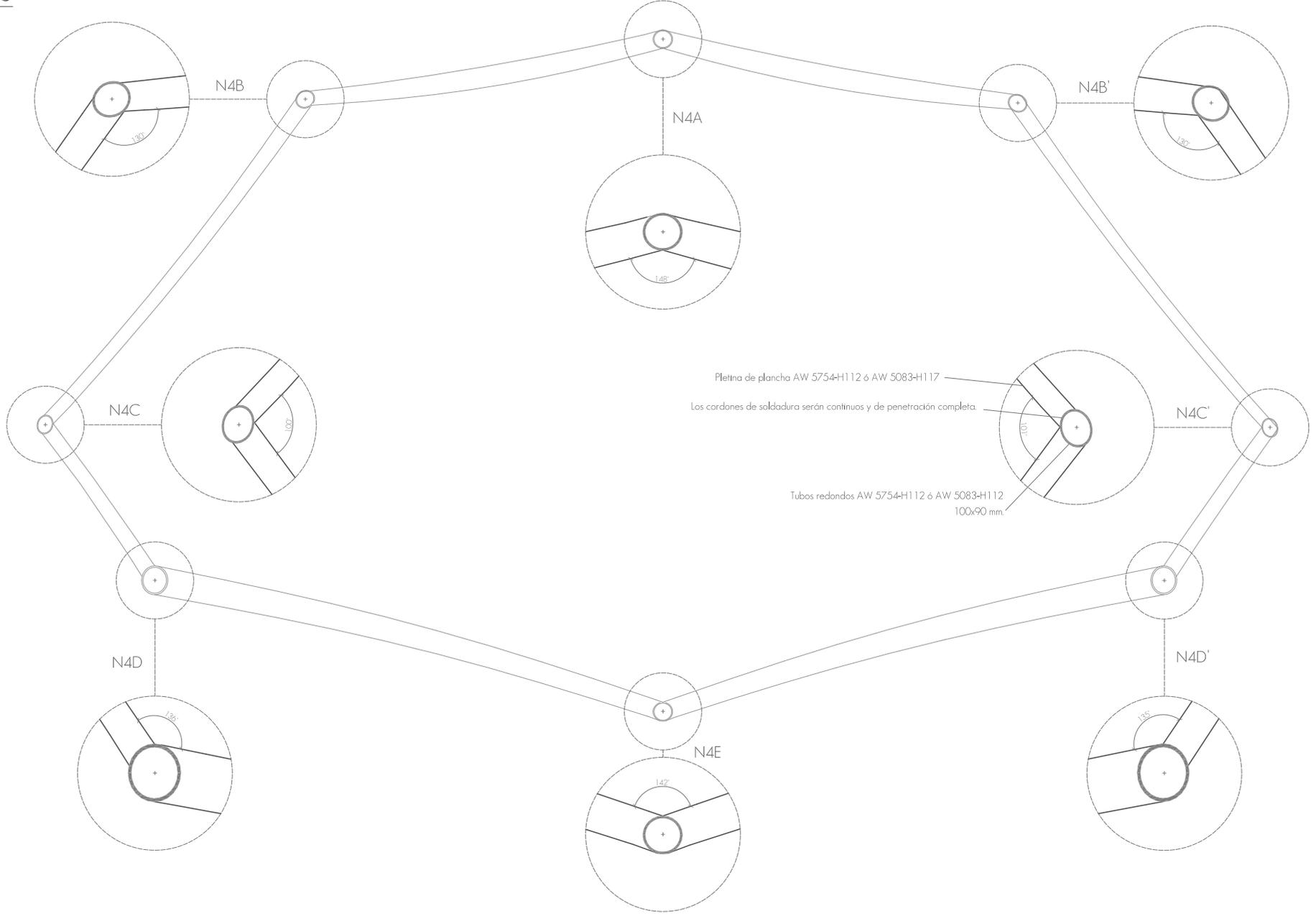
CUADERNA Cuaderna 3/3'
1/10

DETALLE NUDOS
1/5

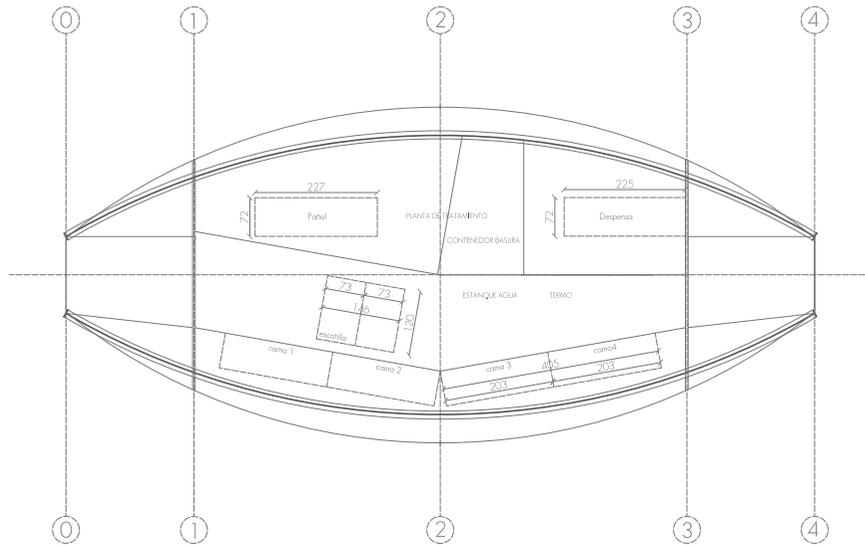


CUADERNA Cuaderna 4
1/10

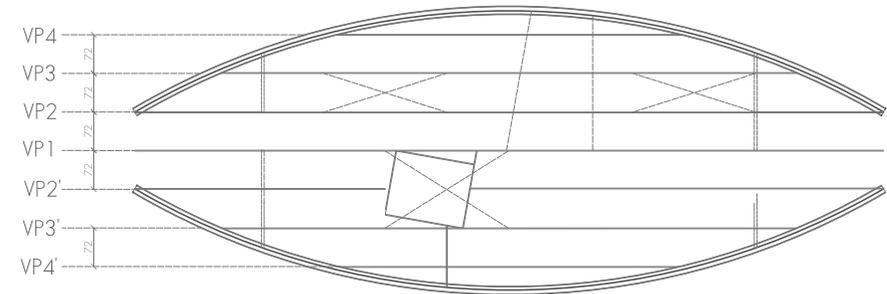
DETALLE NUDOS
1/5



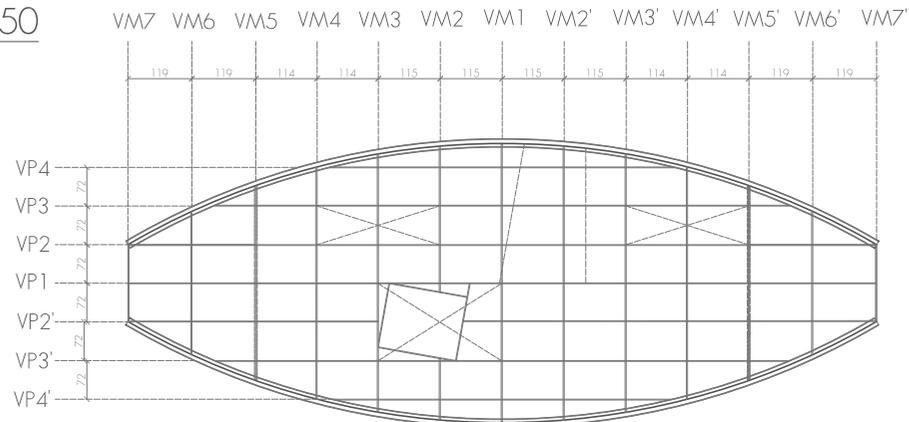
A PLANTA DE ESTANQUES Y COMPARTIMENTOS
1/50



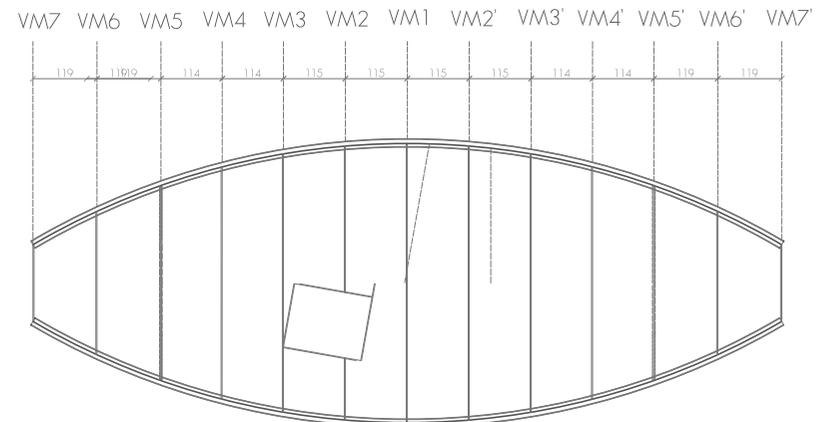
C ENVIGADO
1/50



B ESTRUCTURA SUELOS
1/50

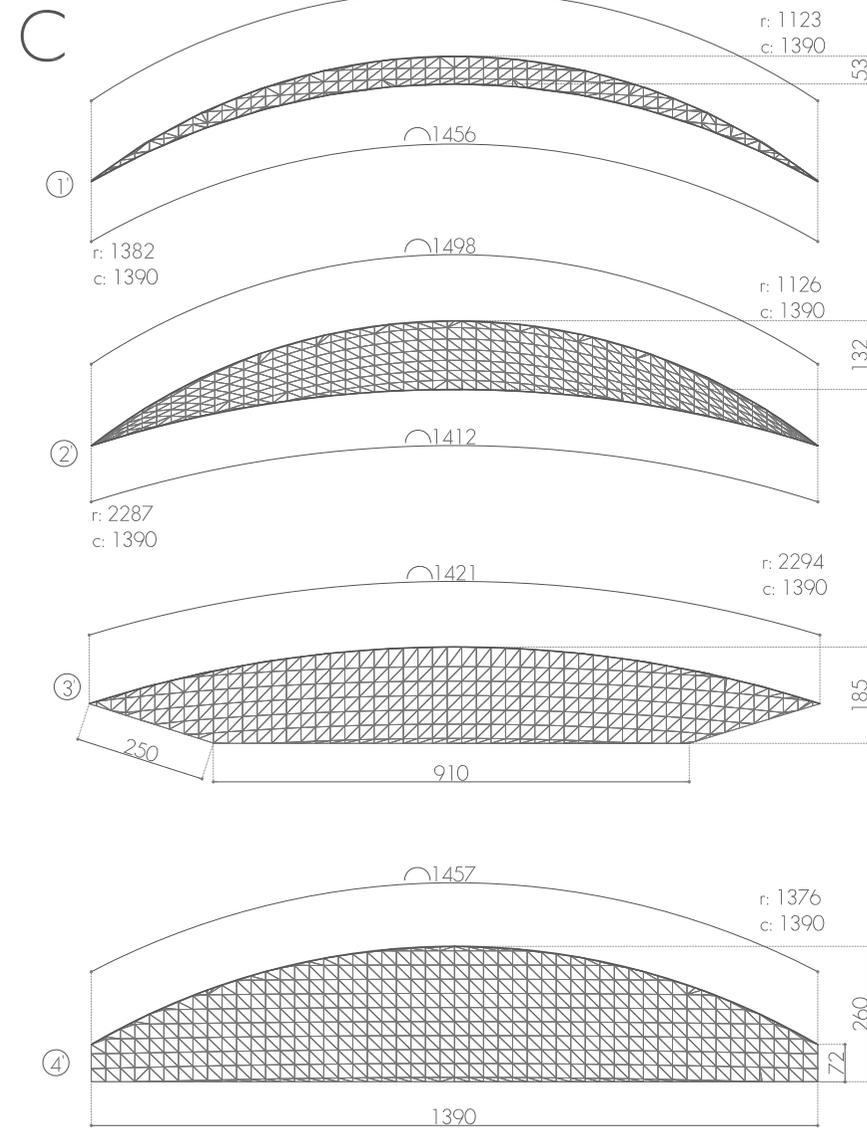


D VIGAS MAESTRAS
1/50



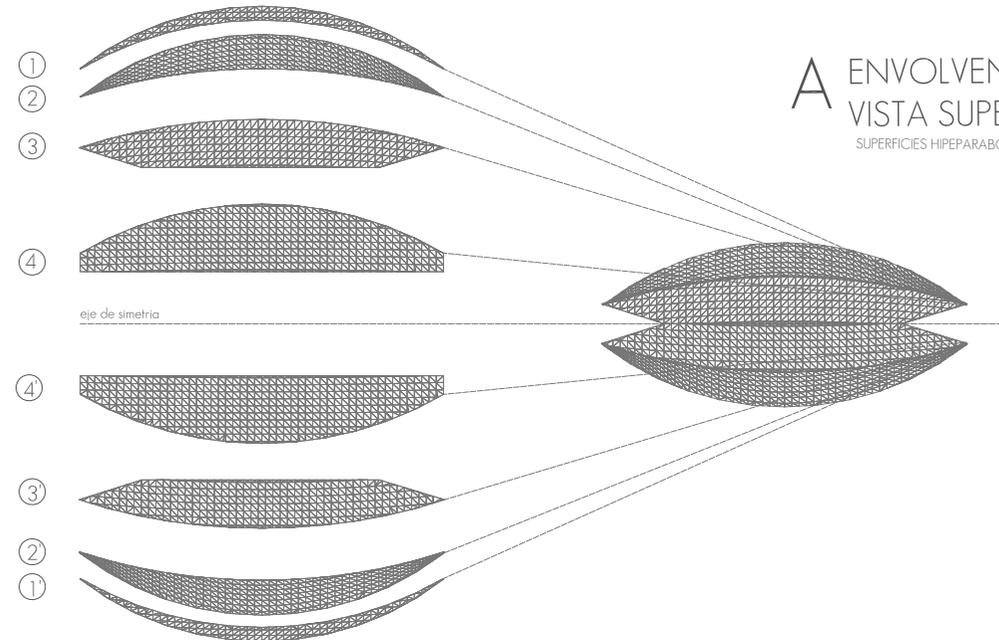
PAÑOS 1/50

r: radio
c: cuerda

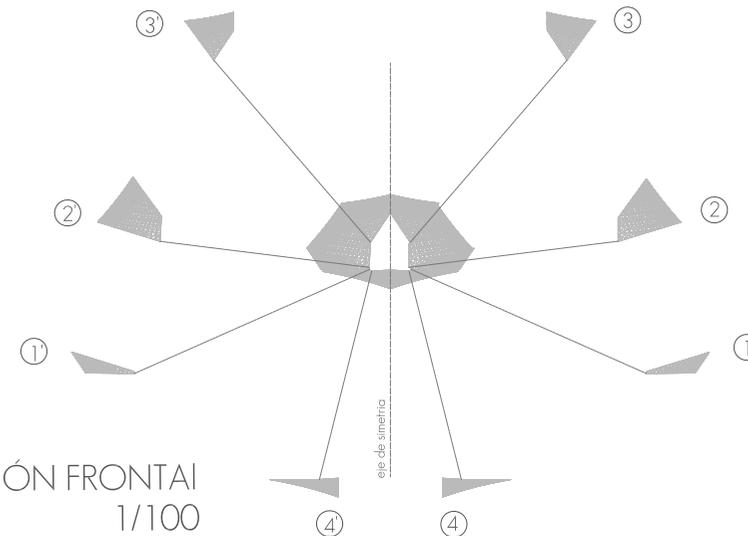


MEMBRANA DE DOBLE CURVATURA

A ENVOLVENTE EXTERIOR
VISTA SUPERIOR 1/100
SUPERFICIES HIPEPARABÓLICAS



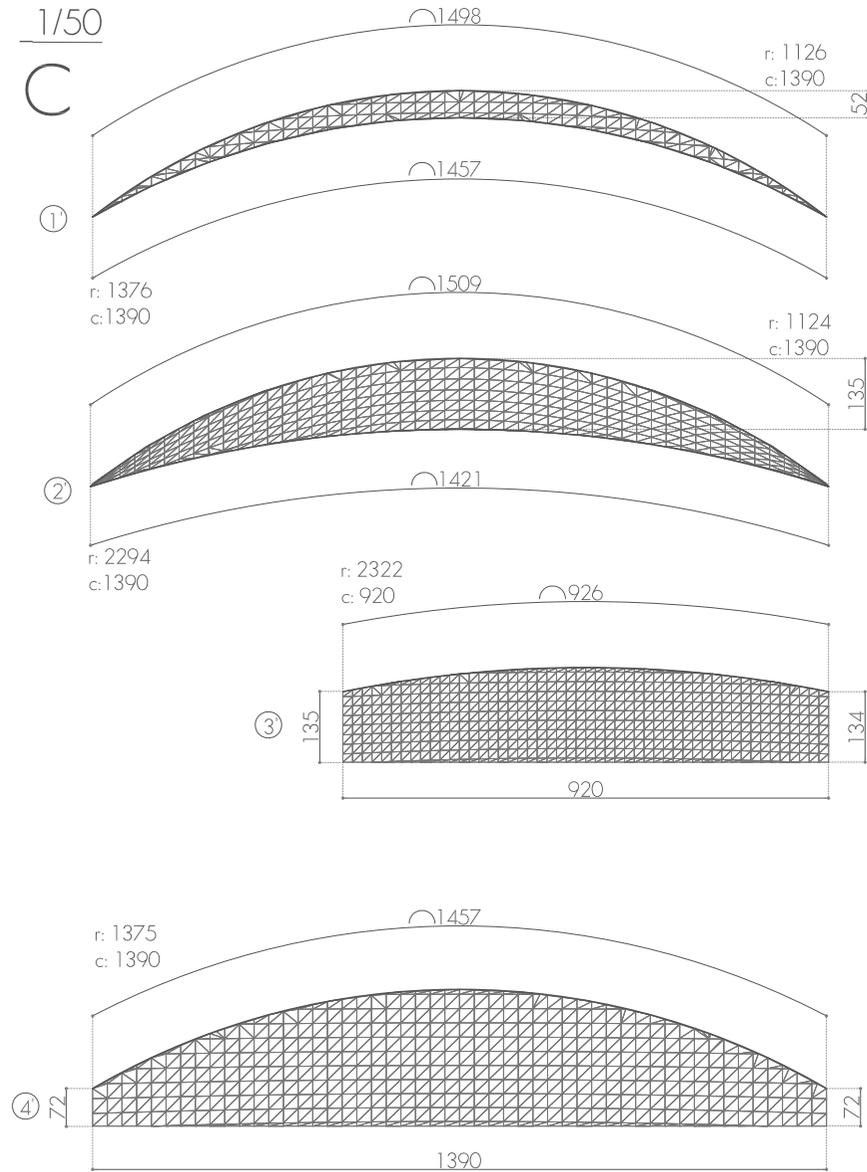
B ELEVACIÓN FRONTAL
1/100



Especificaciones técnicas

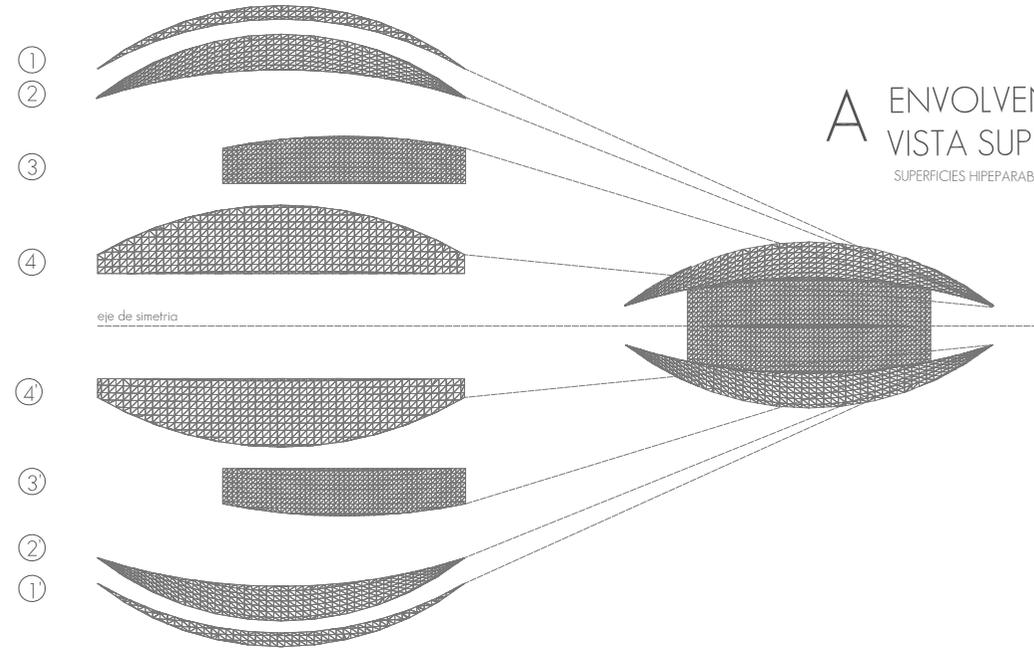
Textil para arquitectura permanente Ferrari
 Précontraint 1002 S
 Hilo PES HT 1100 Drex
 Masa 1050 g/sqm
 Ancho 180 cm
 Resistencia a la tracción 420/400 daN/cm 440/4353 lbs
 Resistencia al desgarro 55/50 daN 60/56 lbs
 Adherencia 12 daN/5 cm
 Reacción al fuego B1 / DIN 4102 NFPA 701 - UNE 23797 - SN 1988 98 BS 7837 - CSFM - SIS 650082 NFF 92503
 Tratamiento de superficie Alliage PVDF Colbrada / PVDF Alloy
 Membrana PVC laminada
 Cierre termolaminado de polietileno
 Cable de políester 10 mm

PAÑOS
1/50

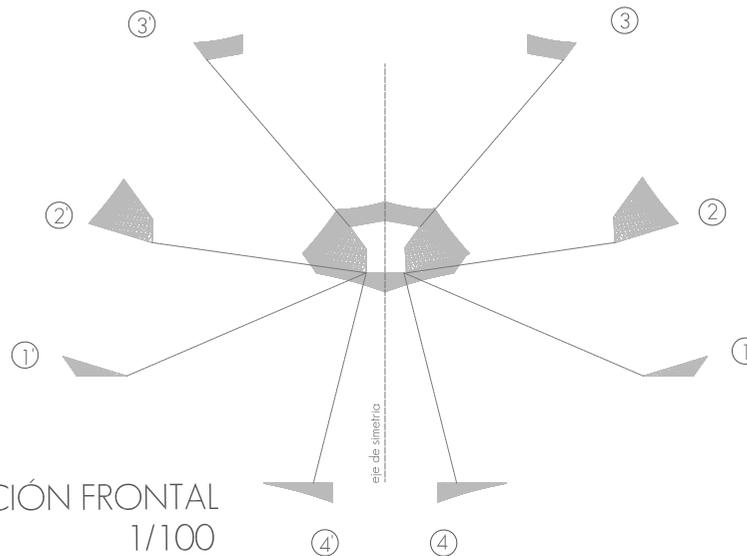


MEMBRANA DE DOBLE CURVATURA

A ENVOLVENTE INTERIOR
VISTA SUPERIOR 1/100
SUPERFICIES HIPEPARABÓLICAS



ELEVACIÓN FRONTAL
B
1/100



Especificaciones técnicas

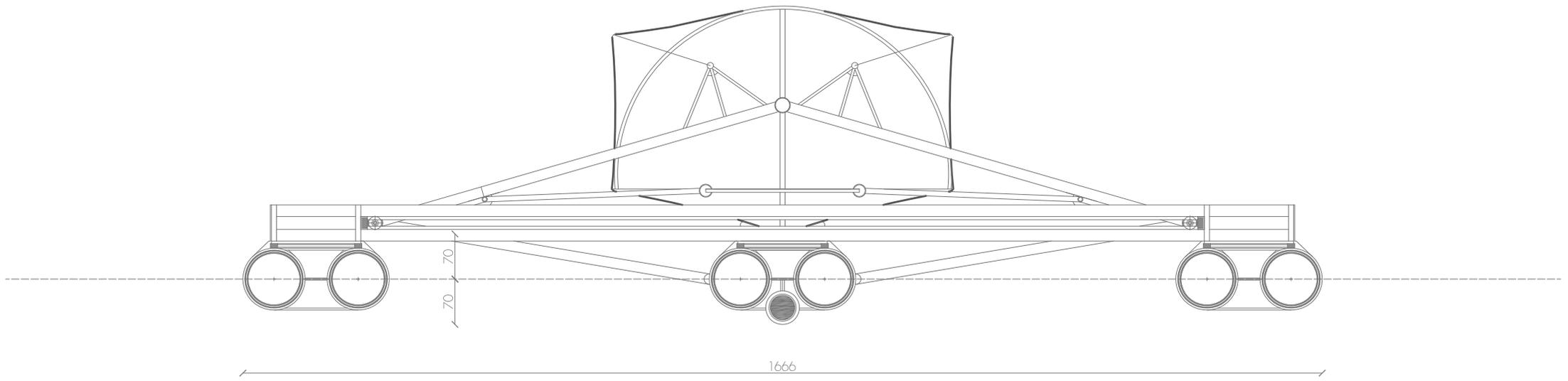
Tenil para arquitectura permanente Ferrat
 Précontraint 1002 S
 Hilo PES HT 1100 Dtex
 Masa 1050 g/sqm
 Ancho 180 cm
 Resistencia a la tracción 420/400 daN/5cm 440/4353 lbs
 Resistencia al desgarro 55/50 daN 60/56 lbs
 Adherencia 12 daN/5 cm
 Resistencia al fuego B1 / DIN 4102 NFPA 701 - UNE 23797 - SN 1988 98 BS 7837 - CSFA - SIS 650082 NFP 92.503
 Tratamiento de superficie Alluge PVDF Celivirod / PVDF Alluy
 Membrana PVC laminada
 Tierra termolaminada de poliéster
 Cálite de poliéster 10 mm

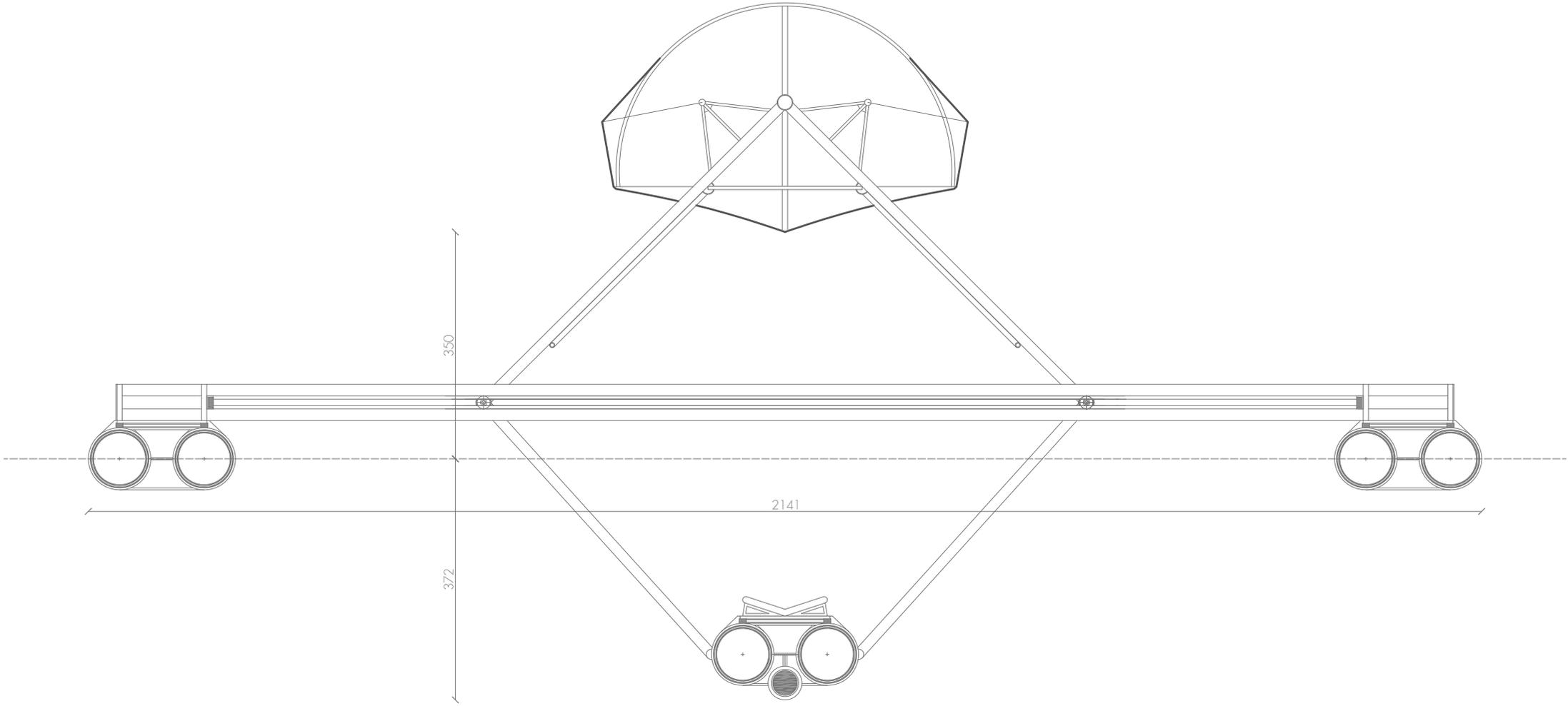
Isométrica de congruencia de capas

A

- 1/ MEMBRANA EXTERIOR
- 2/ MEMBRANA INTERIOR
- 3/ ESTRUCTURA







Capítulo VI. Conclusiones.

Este capítulo incluye los hallazgos más importantes de la investigación, los logros finales obtenidos y los aportes que abre a otras tesis. También se entregan recomendaciones para futuras investigaciones, y declara el cumplimiento de los objetivos iniciales, junto con una evaluación de los mismos (aciertos, errores, facilitadores y obstaculizadores del proyecto) y el camino a seguir.

A. Sobre lo logrado.

Se dio respuesta a: estudio energético, estudio de comportamiento estructural por medio de modelos a escala y al estudio aerodinámico. Se da un buen cierre a estos aspectos fundamentales para los objetivos de la tesis.

El estudio energético da cuenta detallada de los requerimientos y capacidades energéticas de la obra, dando respuesta al planteamiento inicial eficiencia energética.

Los modelos estructurales logran comprobar la hipótesis y avanzar hacia una próxima concepción de la materialidad y elementos constructivos del artefacto naval.

El estudio aerodinámico se concluye con un proceso ordenado y claro, logrando mejorar la resistencia al viento por medio de pruebas en modelos a escala apoyados con cálculos teóricos.

Estas dimensiones logradas comparten un aspecto fundamental en la investigación, que es el correcto camino de la observación, y el análisis cualitativo y cuantitativo de las pruebas: que abre la posibilidad de indagar en lo des-velado. Esto es el cumplimiento de la metodología.

B. Sobre la complejidad y lo inacabado.

La complejidad de proyecto requeriría una serie de tesis para poder completar integralmente la propuesta. Esta tesis se ha adentrado en la materia central, la hipótesis primera, desarrollando el modelo estructural para la comprobación del sistema de flotabilidad como tema central. Quedan abiertos múltiples puntos a desarrollar de gran importancia para traer el proyecto a un plano más acabado. Dentro de estos puntos cabe destacar el desarrollo y estudio profundo de los requerimientos legales, analizando paso a paso el estado técnico y legal del proyecto según la norma Chilena.

Tampoco se alcanza a realizar el cálculo de velocidad de remolque y comportamiento hidrodinámico de la estructura en movimiento, por medio de cálculos matemáticos así como también modelos a escala en el canal de pruebas. Esto va de la mano con un diseño fino de los pontones, cuya forma cilíndrica actual sirve solo para los estudios de la estructura estática, diseño el cual no se ha adentrado en estudio hidrodinámicos.

D. Sobre la experiencia

La experiencia de participación durante un semestre en las primeras propuestas del puerto Aconcagua se enlaza con la presente tesis constituyendo una continuidad, esta es, la pregunta por el borde.

Esto reúne la experiencia de magister abarcando tanto el ámbito de lo marítimo como lo náutico. La pregunta por el borde interior de un puerto fluvial, y la pregunta por el borde científico constituido en el archipiélago. Esto reafirma la voluntad de aunar Arquitectura y Diseño como un mismo oficio, y por que no volver a aproximarlos a la ingeniería y a la física, ya que el mar se abre al país y al continente en esta complejidad de lo múltiple, y acaso solo desde esta completitud del oficio somos capaces de abordar nuestro mar interior y nuestro mar Pacífico.

C. Sobre lo inagotable.

Luego del desarrollo de esta tesis, se entiende que el estudio que se ubica dentro del ámbito de la investigación, la indagación u observación del mundo, es en sí un inagotable.

Esto es relevante debido a dos situaciones. La primera es el establecimiento de los límites de la investigación desde su inicio, que no quiere decir el establecer un límite a su desenlace, que por cierto es un desconocido. Si no que se refiere a mantener la investigación como un cuerpo reconocible y claro para enfrentar lo inagotable de su pregunta y poder llegar a un resultado que presente la experiencia como un aporte al conocimiento.

La segunda situación corresponde a que quizás el mayor aporte de una tesis, más que la pregunta que logre o no logre responder, son las nuevas preguntas que plantea en su desarrollo, dejando abierto un campo que multiplica tanto las posibilidades de la misma tesis, como las posibilidades de construcción del mundo.

Capítulo VIII.

Anexos

Los documentos anexos a esta tesis son documentos y trabajos que tienen su origen en la misma, todos fueron realizados durante su desarrollo por lo que aportan a su comprensión y han contribuido en su construcción final.

- A. Relato del Padre García.
- B. Recuento sobre el estudio de las Islas Oceánicas en la Escuela de Arquitectura y Diseño de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
- C. Tsunami en Juan Fernández. Faenas de limpieza submarina en la Bahía Cumberland.
- D. Participación en la investigación de magister del puerto Aconcagua. Primer Semestre.

A. Relato del Padre García.

Hace más de doscientos años un hombre, que en una piragua a vela y remos se internaba junto con otros pocos por estos canales aún innominados en busca de hombres sin alma, llegó un día de mares al límite de su fe. Ni los padrenuestros, ni las avemarías, ni las letanías apiadaban al Dios de esas olas que los quebrantaban y de esos vientos desgarradores. Su piragua iba a zozobrar. Entonces ese sacerdote tomó una cuerda – imagina sus dedos duros de frío, apurados, temblorosos – amarró una medalla con la efigie de San Francisco Javier y la echó al agua. Y nos favoreció el santo – dice – pues ya iban en decadencia los huracanes y dos de ellos vi que, declinando por estribor con mucha oscuridad y agua, nos dejaron libres las débiles embarcaciones, tan pequeñas y sin resistencia que me horrorizaba de sólo pensarlo, pues un navío no hiciera poco en conservarse entre tanta tormenta.

¿Qué hizo José García Alsué, el sacerdote jesuita, al echar la medalla del santo pendiente de un cordel a las aguas enfurecidas? En nota de pie de página los editores modernos de su Diario de Viaje juzgan que el jesuita, tan supersticioso en esto como los indios que buscaba, lo hizo para castigar al santo. Para que en efigie él sufriera lo que cristianos devotos suyos sufrían en carne y hueso sin ser oídos.

Pero este comentario, aún desde el punto de vista de la superstición, es una estupidez. ¿No era justamente ahí, en la piragua, donde la medalla compartía la suerte atroz de sus tripulantes, a medias vivos entre el aire y el agua? ¿Qué castigo peor que ese podía haber en la hondura quieta del mar?

No. Esa noche de tormenta en las afueras de la isla Guamblín comprendí que 200 años antes el padre García había en verdad echado al agua un señuelo. Un señuelo hecho para pescar la paz de la hondura. ¡Imagina un pequeño óvalo de plata con la figura impávida

del Santo misionero oscilando apenas iluminada por la suave luz submarina del canal! ¡Imagina al sacerdote diez metros más arriba, extenuado y despavorido, sujetando el cordel de la medalla en medio de las olas rabiosas, las ráfagas, los turbiones y los gritos de desesperación de sus marineros! ¡Imagina su fortaleza espiritual capaz de sostener ese cabo leve, flojo, nulo, en esa vorágine llena de golpazos, estampidos, quebraduras, rasgones! ¡Qué acto tan extraño me parecía antes y ahora cuán lleno de sentido! En medio de una tormenta, en medio de un fiordo abrupto, ¿dónde puede fondear un barco sino en la paz de las aguas?, ¿cómo van a aquietarse las aguas si no se vuelven también templo?, ¿cómo van a encontrar su paz si no son incluidas en el orden de la Creación?, ¿cómo van a entrar en la armonía del cosmos sin palabra?

Como San Francisco de Asís predicando a los animales, el padre García halló en la naturaleza otra dimensión para la palabra. Pero, de agua como es el mar, ¿cómo podía oír? Por eso el jesuita calló y hundió una imagen. Para convertir al mar. Y en esa imagen hundida en el mar como un señuelo, picó el pez fabuloso de la paz de las profundidades. Entonces el jesuita recogió el cordel y sacó al aire la medalla húmeda. Y con ella sacó al sol de entre las nubes, sacó su piragua de los huracanes.

Ese día fue fundado el Aysén del mar. Ese día no se inició una construcción; se reconoció un abismo. Ese día no se puso una primera piedra; se caló un señuelo inaugural. Ese día picó el pez imposible, el padre de todos los peces, el alimento de todos los hombres, la remuneración de todos los miedos. Ese día picó la paz en la medalla.

B. Recuento sobre el estudio de las Islas Oceánicas en la Escuela de Arquitectura y Diseño de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. ⁽¹⁾

Esta carpeta fue desarrollada para proponer posibles líneas de investigación arquitectónica y de diseño en los territorios de las islas oceánicas de Chile. Siguiendo este horizonte, se realizó un recuento de diversos antecedentes de la escuela de arquitectura y diseño de la PUCV, que han abierto el camino a intervenciones e investigaciones en las islas Oceánicas.

La estructura de este estudio sigue un sentido que va desde los grandes planteamientos teóricos y poéticos que conforman el fundamento de la escuela, hacia los talleres que los han desarrollado dentro de su plan de estudio, especialmente en las travesías; y que finalmente desembocan en los en proyectos de título y tesis de cinco estudiantes.

Así, el primer capítulo expone los fundamentos y visión

de la escuela ante el océano Pacífico, visión la cual abrió un campo de estudio muy amplio, dentro del cual se encuentran los estudios y travesías a las islas oceánicas. El segundo capítulo propone las posibles líneas de investigación surgidas de los antecedentes mencionados.

Cabe decir, que este estudio viene a presentar el trabajo de la escuela, en la reunión de trabajo entre las universidades que participan en el Centro de Investigación para la Región de las Islas Oceánicas de Chile (CIRIO), coordinado por la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Geografía de la Universidad de Concepción. Realizado en el mes de enero del año 2010. En dicha instancia esperamos nuestra visión pueda regalar y abrir nuevas dimensiones al estudio, la investigación y el desarrollo en la aventura del Pacífico.

(1). Se anexa solo el primer capítulo del cuadernillo original expuesto en el taller de trabajo del CIRIO, sobre los fundamentos de la escuela de arquitectura y diseño de la PUCV. El formato original carta vertical a sido adaptado al de la tesis lo que ha producido cambios en la diagramación original.

1. Fundamentos de la escuela. La teoría del Pacífico.

Preguntarse sobre lo que ha significado el Océano Pacífico para la escuela, es preguntarse por los orígenes y fundamentos de la misma.

Desde 1964, con la formulación de una visión poética de América que dice de su origen y destino en el poema épico Amereida, la escuela no ha cesado de trabajar, estudiar y vivir bajo el pulso constante del Pacífico como pregunta originaria de múltiples quehaceres.

Por ello lo primero será una referencia al Poema Amereida, y de como este nos presenta la pregunta sobre la relación entre el continente americano y el Océano Pacífico.

a). Amereida.

La palabra Amereida nace de la reunión de Eneida con América. El poema es la Eneida de América, se pregunta por el origen y destino de nuestro continente. En esta abertura dada por la poesía, la escuela ha desatado su labor. Iluminando durante años su obra y la construcción de mundo, volviendo siempre a la pregunta del que es ser americanos.

En el poema encontramos un conjunto de tesis y reflexiones sobre la relación entre nuestro continente y el océano pacífico, las cuales postulan un nuevo modo de pensarlos y comprenderlos.



Imagen 362. Mapamundi de Martín Waldseemüller, de 1507. El mapa fue dibujado con referencia a las anotaciones de Vespucci. Representando el continente entre dos mares, ya no como parte de Asia y nombrado como América. Es particularmente relevante que en 1507 el Pacífico era desconocido, y recién en 1513, Nuñez de Balboa llegara a sus orillas nombrándolo Mar del Sur

(a). Irrupción de América y aparición del Pacífico.

La aparición del Océano Pacífico está ligada a la irrupción de América en el mundo. Ella fue inesperada y luego negada, pues Colón zarpó rumbo al Asia y creyó llegar a Cipango y Catay.

Luego, con la aparición de la tesis del Nuevo Mundo de Vespuccio, América es dejada de lado en busca del paso hacia las indias, convirtiéndola en un obstáculo. Solo sus bordes fueron tanteados, sin asumir su continentalidad.

Junto con la irrupción aparece un nuevo mar, el cual es nombrado por Balboa como Mar del sur. Más tarde, Magallanes, al dar con el estrecho lo nombró Mar Pacífico.

Con su aparición el continente americano emerge entre dos océanos, para que finalmente Sebastian Elcano le confiera a la tierra su tamaño y globalidad, al realizar la primera circunnavegación del planeta.

Aquí se comprende la condición histórica de como habitamos el continente: en sus bordes, sin hacernos cargo de su extensión interior. Esta idea del continente se desarrolla en la tesis del mar interior.

Las imágenes corresponden a tres mapas que van revelando la aparición del continente en el mundo y la comprensión de la magnitud territorial del océano pacífico.

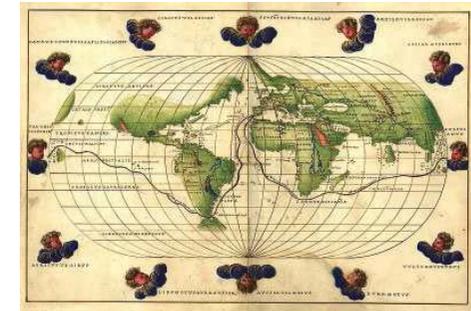


Imagen 363. 1544, Mapamundi portulano del cartógrafo genovés Battista Agnese. En el está trazada la ruta de circunnavegación a la tierra realizada por la expedición de Magallanes-Elcano.



Imagen 364. 1598, Lámina del atlas de Abraham Ortelius correspondiente a los Mares del Sur.

(b). Tesis del mar interior.

Históricamente habitamos en los contornos del continente americano, entre el Océano Pacífico y las vastas extensiones deshabitadas de su interior. A esta extensión interior, la misma que Oviedo llamó mare magno, el poema ha nombrado como mar interior, conformado por la pampa, los desiertos, las selvas y las cordilleras.

La prohibición por parte de las leyes de indias para fundar en las costas nos dejó al borde, ni dentro, ni fuera. Las grandes ciudades de América están en el camino real, que hoy es la carretera Panamericana, frente al mar Pacífico y frente al mar interior. Entonces el Pacífico se nos presenta como una carencia, vivimos enajenados frente a algo cuyo don no percibimos.

El poeta Godofredo Iommi afirma en el texto, “el Pacífico es un mar erótico”, que para entender América hay que mirarla como un mar y saber que solo se va a dar América, y nuestro origen americano, si tenemos ambos mares. El uno por el otro, Pacífico por Mar Interior y Mar Interior por Pacífico.

vivir en los contornos de una figura
frente a su mar de dentro

es nuestro modo
huir
o enfrentar
es guardarnos

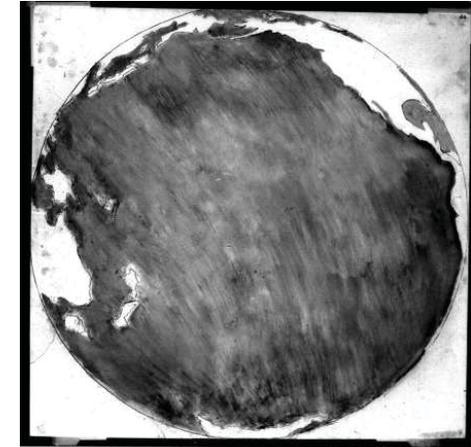
incursionarlo
o andar por él
desde y para otra parte
que sí mismo

es no aceptarlo

un mar interior se abre
para nuestra consistencia

¿no vivimos acaso
con ausencia o falta o continente
ni querido ni olvidado
pero apagado y mudo?

¿alcanzamos a reconocerlo
en la propia desazón
cuando inquirimos una identidad?



“Sólo con el mar interior tendremos océano. Únicamente quienes asumen su continentalidad se proyectan - hoy - al Océano, ni Asia, ni Australia, ni América Latina. - Por esto llamamos al Océano: carencia (que falta y nos llama)”

Imagen 365. Pizarrón 46, Exposición 20 años. Museo de Bellas Artes.

amereida volumen primero, página 23.

(c). Tesis del propio norte.

La inversión del mapa del continente americano proponiendo la constelación de la cruz del sur como nueva orientación, que indica nuestro polo como norte; implica la apertura del vasto mar interior de América en el sentido de sus meridianos.

Pensar así América abre una visión de la continentalidad que despierta nuevas intensiones, como lo es el rol de Chile austral y la conectividad con el continente aus-

traliano a través de la antártica. Comprendiendo así el continente, también se revela la vocación oceánica de Chile.

Este gobierno meridional del continente abre la posibilidad a una real opción Oceánica para el continente Americano que modificaría la configuración y los polos de interés, situando nuestro continente en un rol definido con respecto al Océano.

“porque anoté cuatro estrellas enfiguradas como una almendra que tenían poco movimiento ellas abren en su cruz todos los puntos cardinales el norte la designa sur pero ella no es el sur porque en este cielo americano también sus luces equivocan la esperanza - regalo o constelación para encender de nuevo el mapa y más que sur ¿no es ella nuestro norte?”



Imagen 366. Extensión habitada.
Mapa de amereida.



Imagen 367. Mar interior.
Mapa de amereida.

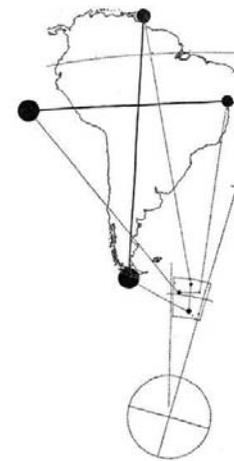


Imagen 368. Proyección de la
cruz del sur sobre el continente.

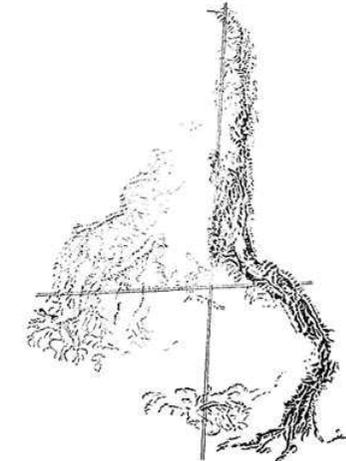


Imagen 369. América invertida.
Mapa de amereida.

(d). Apertura de los terrenos de la ciudad abierta y la Phalène del Pacífico.

La Ciudad Abierta de Ritoque está ubicada al norte de Valparaíso y fue fundada por un grupo de artistas que la habitan sosteniendo la vida, el trabajo y el estudio a la luz de la palabra poética del “ha-lugar”. La ciudad abierta se fundó en la costa, a raíz de la visión de destinación americana; el Océano Pacífico y el mar interior son la razón de su ubicación.

En la apertura de los terrenos el 20 de Marzo de 1969, se hicieron una serie de actos poéticos. Uno de ellos fue realizado en la isla que enfrenta los terrenos: “El acto poético descubrió la orientación en un punto, en vez de cuatro, donde se abren simultáneamente lugar y palabra.”

Años más tarde en 1978, en una conversación sostenida en la ciudad abierta sobre los actos poéticos realizados en 1973 y que está transcrita en el texto “El Pacífico es un mar erótico”, el poeta Godofredo Iommi propone una gran Phalène del Pacífico. Dice el poeta: “Esto no puede ser olvidado porque este es el destino en que nosotros nos enrolamos, aparte del mundo. La vivencia americana es: «Pacífico por Mar Interior - Mar Interior por Pacífico: Santa Cruz de la Sierra».”

En respuesta a esto, en 1982 se realiza La phalène del Pacífico, tuvo lugar en la isla que está en frente de los terrenos de la ciudad abierta. Esto dio pie a la formación del Taller del Pacífico y una serie de travesías.



Imagen 370. Acto de apertura de los terrenos de Ciudad Abierta.



Imagen 371. Acto aula Amereida 1973.



Imagen 372. Phalène del Pacífico 1982

2. Fundamentos del Pacífico.

a). Para una situación de América Latina en el Pacífico. 1970.

Trabajo presentado al Centro de Estudios del Pacífico por la Universidad Católica de Valparaíso. con ocasión de la Conferencia del Pacífico, que tuvo lugar desde el 27 de Septiembre al 3 de Octubre de 1970 en Viña del Mar.

Se trata de un extenso estudio que desarrolla con una serie de informes históricos y análisis de tráfico y ocupación territorial. Fue realizado por Oscar Buttazoni, Manuel Casanueva, Alberto Cruz C., Claudio Díaz, Godofredo Iommi M., Jorge Sánchez y Juan Verchueren.

En el se desarrolla un estudio que sitúa y expone histórica y geopolíticamente lo que significa el pacífico para América latina. Entrega una comprensión de la continentalidad y la consolidación del pacífico en tres momentos históricos. Decantando hacia una idea sobre la unidad continental y el papel que puede jugar América, en una contextualización y comparación con otros continentes. Todo ello reafirmando que una proyección y una concepción oceánica suponen el dominio del mar interior continental, por lo que como bases de este estudio, están la tesis del propio norte y la tesis del mar interior descritas anteriormente.

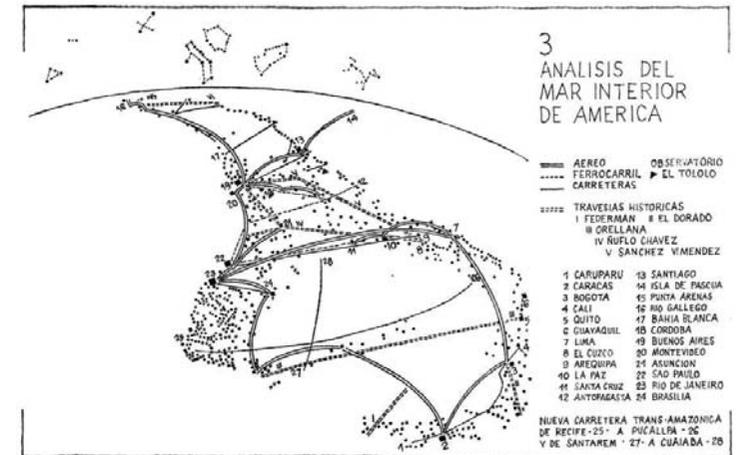
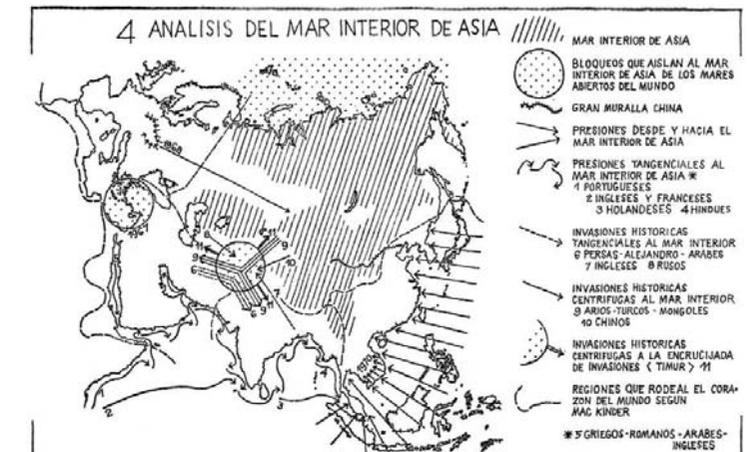
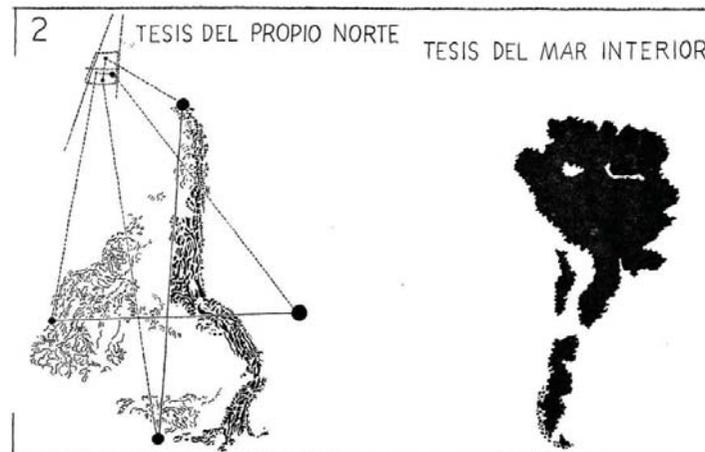
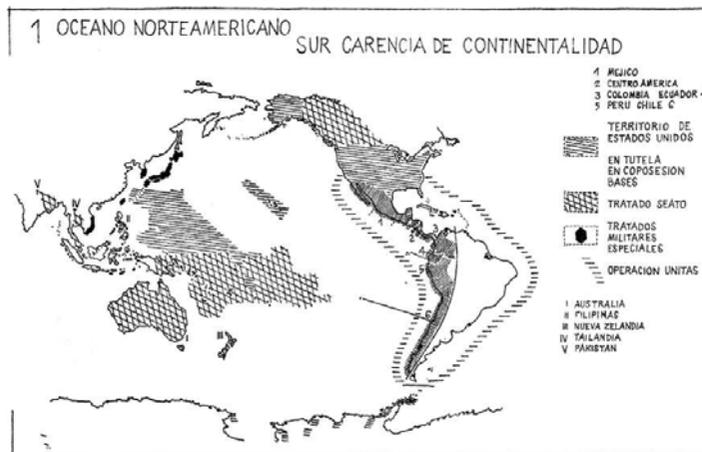


Imagen 373. Situación de América Latina ante el Pacífico.

Imagen 374. Tesis del propio norte del mar interior.

Imagen 375. Travesías por el mar interior de América.

Imagen 376. Mar interior de Asia.



b). Para un Punto de Vista Latinoamericano del Océano Pacífico. 1971.

Se trata de un resumen del trabajo presentado por la Escuela de Arquitectura de la Universidad Católica de Valparaíso a la Conferencia del Pacífico un año antes.

El texto corresponde a una declaración de pensamiento teórico, que “apunta a esclarecer un posible fundamento para encarar y pensar el Pacífico desde un punto de vista propio de América Latina y, en consecuencia, tratar con ello de obtener una mayor precisión acerca de su destino.” (Página 2, para un punto de vista latinoamericano del océano pacífico).

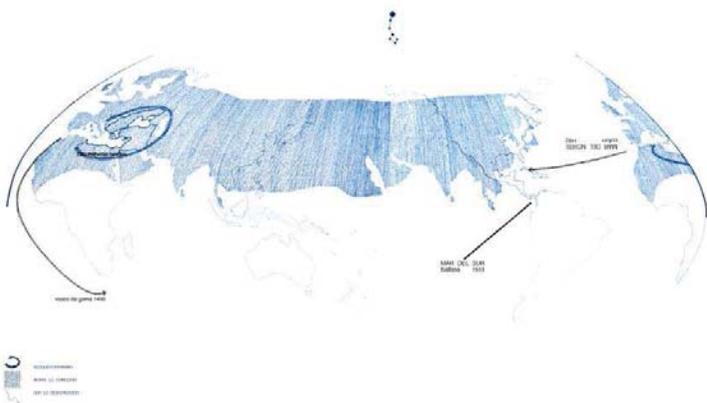


Imagen 377. Carencia como desconocido. Significado del Mar del Sur.

El trabajo avanza sobre preguntas que lo estructuran como: ¿Qué es y qué ha sido para América Latina el Océano Pacífico?. Una comprensión latinoamericana del Pacífico, ¿abre la posibilidad de rever la propia continentalidad y, por ende, un modo propio de comprender el mundo?

Tales preguntas y preocupaciones orientaron los estudios y trabajos de la Escuela de Arquitectura y del Instituto de Arte de la Universidad Católica de Valparaíso y dieron paso a ciertas obras en sus campos respectivos, que fueron estudiadas y propuestas, cuando no realizadas. Los trabajos de la escuela de arquitectura realizados a la luz de estas tesis son: Achupallas, Avenida del Mar y los Maritorios del Archipiélago Patagónico Occidental.

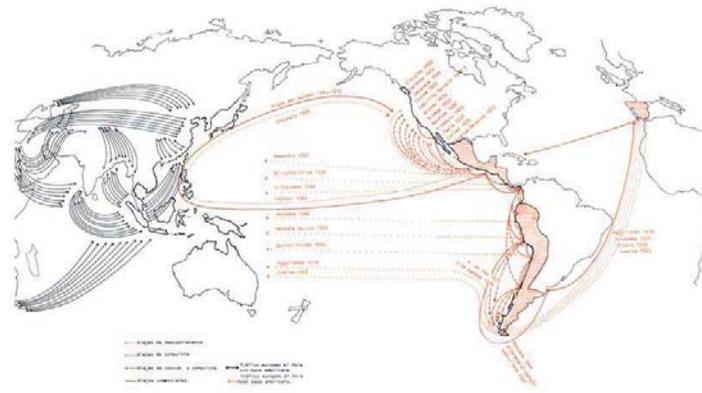


Imagen 378. Carencia como tráfico. Siglos XVI, XVII, XVIII.

c). Tesis del maritorio. Maritorios de los Archipiélagos de la Patagonia Occidental.

Enfoque urbanístico que supone la tesis, a propósito de la determinación del uso de la primera milla en el frente de mar desde el paralelo 42° S al 56° Sur. Realizado entre 1969-70.

“MARITORIO (Concepto análogo a territorio) Tal como se fundaba en el territorio, surge el maritorio como concepción de magnitud de mar. El maritorio es un concepto de área geográfica que conjuga: la comunicabilidad, la riqueza, la adversidad y las energías. Conociendo estos cuatro aspectos es que se pueden determinar áreas armónicas.” (Página 2, Maritorios de los archipiélagos de la patagonia occidental)



Imagen 379. Lámina de estudio del maritorio de la Patagonia Occidental.

3. Talleres y proyectos.

a). Taller del Pacífico.

El Taller del Pacífico se conformó en 1984, y nace de la inclinación por el estudio y la pregunta del Pacífico por un grupo de profesores, cuyo fundamento y llamado viene de la poética del mar, de Ignacio Balcells.

Sus miembros originarios son: Ignacio Balcells, José Balcells, Victor Boskovic, Manuel Casanueva, Juan Mastrantonio, Ricardo Lang y Salvador Zahr.

b). Travesías al Pacífico.

El Taller del Pacífico realizó muchas travesías, tanto al Pacífico como al Mar interior americano. De todas ellas, tres partieron a las Islas: 1984 Archipiélago de Juan Fernández, 1985 Isla de Pascua y 1991 Archipiélago de Juan Fernández. A continuación una referencia a las dos primeras.

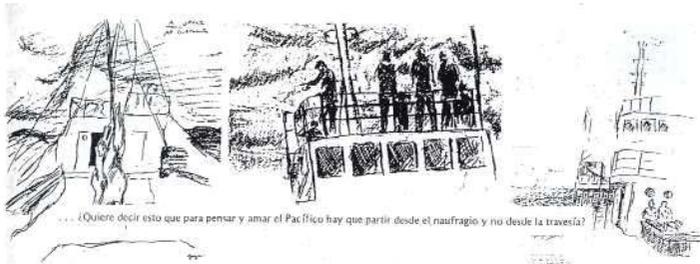


Imagen 380. Croquis de Travesía a la Isla Robinson Crusoe 1984.

(a). Travesía a la Isla Robinson Crusoe, Archipiélago de Juan Fernández, año 1984. Obra; Islote Pinguinos.

Realizada por los profesores: Manuel Casanueva, Salvador Zahr, Ricardo Lang, José Balcells y Juan Mastrantonio. Junto con los talleres de arquitectura de segundo y tercer año y de diseños gráfico y de objetos de segundo años.

La teoría arquitectónica se centra en la observación del espacio abierto del mar, una vez dejada la trama urbana de Valparaíso y las ciudades costeras. La travesía por el Océano Pacífico entre Valparaíso y el Archipiélago de Juan Fernández, plantea nuevos modos de entender el espacio y de observarlo, para lo cual se introduce el estudio de la geodésica desarrollado por Manuel Casanueva.

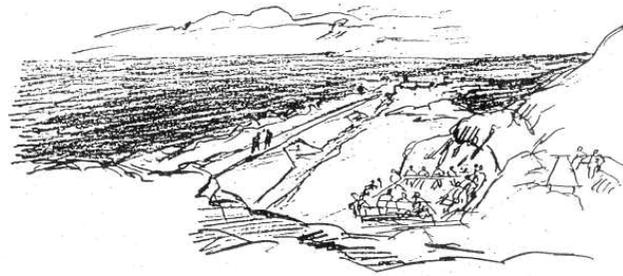


Imagen 381. Croquis obra en Islote Pinguinos.

La obra fue construida en el Islote Pinguinos, frente a la costa de Ritoque. Es un trazo de 60. mts. de longitud habilitado con habitáculos vivac. Se extiende por la playa de arena entre dos roqueríos guaneras del islote. Su emplazamiento y orientación tiene origen en la observación de la luz, la cual es nombrada como: “sobre- luz entre el ocre blanquecino y el ocre de la arena”.

El diseño se plantea en la relación del cuerpo y su adaptabilidad en el mar durante la travesía para permitir el ámbito del estudio. Esto se abarca desde el diseño de un ropaje: “cilindrículas” para poder pernoctar, que como el conjunto de individuos en travesía, se suman conformando un “corpus de viaje” que en el caso de la obra marca un trazo en la extensión del islote.



Imagen 382. Travesía a la Isla Robinson Crusoe 1984.

(b). Travesía isla de Pascua, año 1985.

Esta travesía la compusieron los talleres de arquitectura y diseño de segundo año junto con los profesores Salvador Zahr, Juan Mastrantonio y José Balcells.

La teoría arquitectónica tiene su partida en la pregunta: ¿Cómo nos volvemos ante la separación y el abandono y recibirlas como posibilidad y así habitar América en su propia peculiaridad, sin anhelar otras más acabadas o cabales? Revisar y estudiar la separación tomando la experiencia anterior como referencia.

La obra se trata de una escultura separada de un poema escrito es un cuerpo, por un tramo-pirca construido con muros de media altura. Todo el trabajo arquitectónico y espacial se centra en el elogio a la separación como materia de estudio y origen de la obra. Construyendo espacios conformados arquitectónica y escultóricamente, a la vez.

Como la travesía anterior, la poética se desarrolla un fuerte experiencia entorno a la poética del mar de Ignacio Balcells.

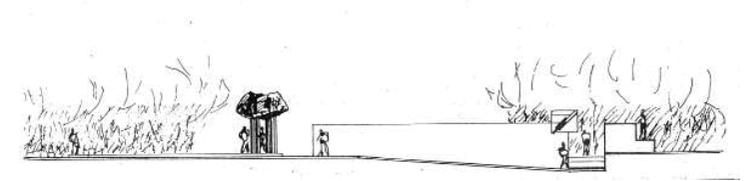


Imagen 383. Elevaciones de la obra en Isla de Pascua.



Imagen 384. Croquis de la travesía a Isla de Pascua.



Imagen 385. Fotografía de la obra en Isla de Pascua.

(c). Embarcación Amereida y travesías al mar nuevo de Aysen.

Desde el año 1984, con la travesía al Archipiélago de Juan Fernández, la Escuela ha recorrido América construyendo obras, que abren y destinan lugares. Al igual que las travesías del taller del Pacífico, cuya pregunta era la relación del mar interior continental con el océano Pacífico, otro grupo de talleres de la escuela se han realizado sus travesías a la Patagonia, preguntándose por la condición de esta extensión particular y el modo de abrir y consolidar lugares en ella.

Para la realización de estas travesías, es que se comenzó a desarrollar la embarcación amereida, conformándose ella misma como una dimensión de estudio y trabajo de varias generaciones. La embarcación es entonces un taller flotante, que puede recibir a 25 tripulantes y esta equipada para desarrollar las obras en lugares aislados de la Patagonia occidental. Cuenta con la infraestructura necesaria para realizar trabajos y estudios por un tiempo prolongado, así como vivir en ella y llevar a cabo los requerimientos grupales como reuniones, comidas y descanso.

Sus características principales son una eslora de 19 mts., una manga de 5.50 mts, extensibles a 10 mts., y desplaza 40 toneladas.

La embarcación fue desarrollada con un proyecto Fondecyt (N° 193043) donde se explican sus fundamentos, entre los cuales están los conceptos de: Relaciones y distinguos entre Arquitectura y objeto / “Hueco” y “Vacío” / “Macro-habitabilidad” y “Microhabitabilidad”.



Imagen 390. Travesía a Puerto Guadal.



Imagen 391. Travesía San Ignacio de Huinay.



Imagen 392. Travesía Puerto Marín Balmaceda.



Imagen 393. Travesía Santa María del Mar.



Imagen 386. Embarcación amereida en construcción.

Imagen 387. Embarcación amereida en construcción.

Imagen 388. Puente de mando embarcación amereida.

Imagen 389. Proa embarcación amereida.

(d). Proyecto de maritorio en Puerto Bonito.

El proyecto se desarrolla en el fiordo Comau, el cual está compuesto por 8 poblados entre los cuales existe una red de relaciones que define al fiordo como una unidad con características particulares. El objetivo del proyecto es consolidar un poblado desde el planteamiento del maritorio, el cual plantea el desarrollo de la voluntad marítima de un territorio desde 4 puntos fundamentales: 1. la circulación; 2. la vivienda y su equipamiento; 3. la fuente económica; 4. la energía.

Puerto Bonito es una bahía protegida de aproximadamente 200 por 400 mts. Se encuentra en el medio del fiordo Comau, a 30 Kms. de Hornopirén y en el se realiza, durante dos días al mes, el intercambio de los pescadores del área. También llegan a fondear yates para abastecerse de agua potable, así como para resguardarse del mar abierto ante condiciones climáticas desfavorables al interior del fiordo.

El conjunto del proyecto propone un puerto de recolección de la pesca artesanal, Marina de yates y embarcaciones turísticas, viviendas y cabañas de temporada y acuicultura artesanal en diversidad.

i). La circulación.

Se trata de la generación de un urbanismo marítimo, una plaza marítima. La circulación es continua y fluida a través de calzadas flotantes que conectan la vivienda, los cultivos, la marina y el puerto.

ii). Fuente económica.

Acuicultura. En lo económico-sustentable se trata de revertir el oficio de pescadores-recolectores, por el de cultivadores ribereños artesanales. El proyecto considera tecnologías alternativas, al alcance de los colonos, en base a un sistema long-line de cultivos y el diseño de un sistema de artefacto cultivador y cosechador.

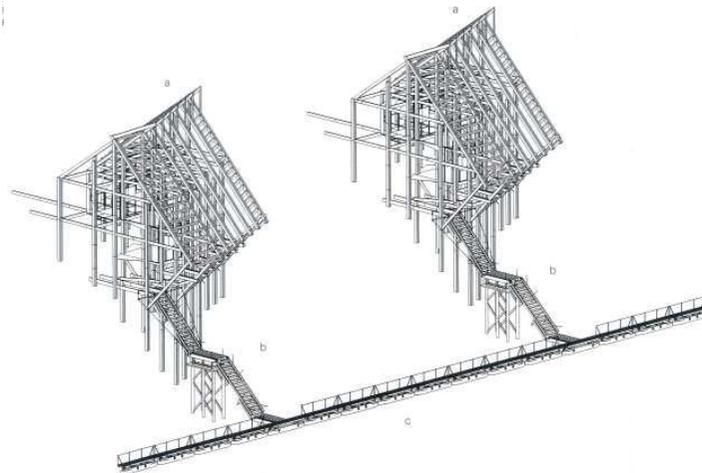


Imagen 394. Vivienda y calzadas flotantes.

iii). Energía.

Se trata de micro centrales hidroeléctricas, para aprovechar la extraordinaria capacidad hídrica de la región y ser una energía que utiliza los recursos naturales prácticamente sin alternarlos, considerando que la Patagonia Occidental está la mayor reserva hidroeléctrica del país. En base a mini centrales, se puede electrificar todo el archipiélago.

iv). Turismo.

La existencia de los pocos poblados en el archipiélago, son un potencial de servicios, de habitabilidad y de confiabilidad para el visitante. El proyecto de Maritorio genera una infraestructura turística y sus viviendas pueden ser utilizadas como cabañas durante el verano.

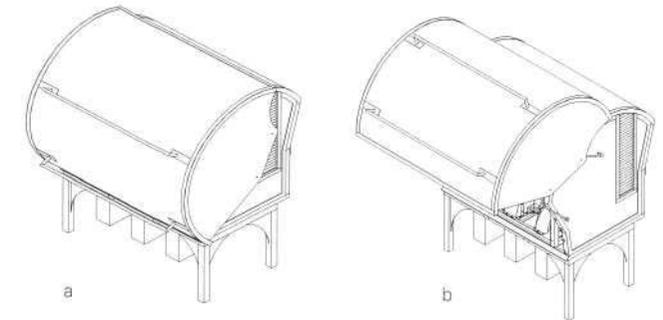


Imagen 395. Isométrica de la micro central Hidroeléctrica.

(e). Trece Cachalotes o La Dimensión Poética de un País.

Propuesta Poético Escultórica del escultor José Balcells. Nace del encargo del poeta Ignacio Balcells, de crear trece esculturas para rodear su casa en Quintay. Esto surge a raíz del avistamiento de uno de ellos y la creación del poema “Trece Cachalotes para el escultor con Trece Trampolines para el Arquitecto”. Con ello se trataba de invocar a los cetáceos a volver a habitar por voluntad propia en las costas de Chile.

Esta es una investigación artística que trata de establecer una nueva relación entre el espacio literario y el espacio plástico. El proyecto resuelve plásticamente el paso de la tipografía a la creación artística bidimensional y de ésta a la tridimensional, aplicada en la escultura.

Este proyecto sueña con un Chile orlado en toda su extensión por trece Plazas de Mar en las que se alcen estos monumentales Cachalotes con su respectivo poema, como un modo de revelar el destino marítimo de nuestro país.

Los cachalotes otorgados a cada región del país en una visión territorial amplia que deja a Chile presentado como un territorio con voluntad marítima y la región de las islas oceánicas como una aventura para esta iniciativa.

Poema cachalote Pasas. (Quinta Región de Valparaíso).

Pasas hambre en la costa
no hay qué comer sino horizonte
con uno que otro buque desvaído
más de repente ¡ágape!
del horno azul del agua
sale un cachalote a punto
justo para que tú celebres
comiéndotelo con los ojos
hoy mismo el día del mar

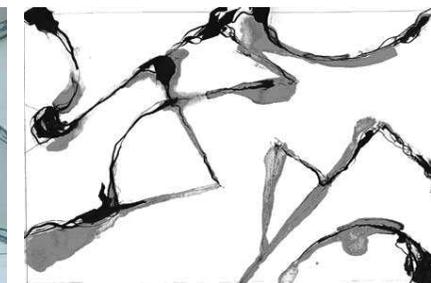
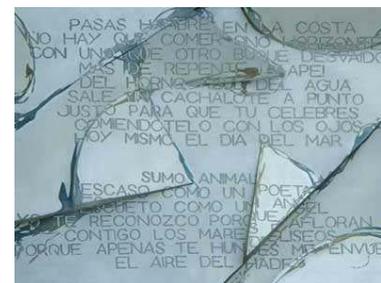
Sumo animal
escaso como un poeta
escueto como un ángel
yo te reconozco porque afloran
contigo los mares elíseos
y porque apenas te hundes me envuelve
el aire de hades

Imagen 396. Dibujo cachalote Pasas

Imagen 397. Pintura cachalote Pasas.

Imagen 398. Despliegue cachalote Pasas.

Imagen 399. Escultura cachalote Pasas.



C. Tsunami en Juan Fernández. Faenas de remoción de escombros submarinos en la Bahía de Cumberland.

El 27 de febrero de 2010 la costa central de Chile se vio afectada por un sismo 8,8 en la escala Richter dañando severamente las regiones de O`higgins, Maule y Bio-bio. A este sismo lo siguió u devastador tsunami que destruyo caletas, puertos y balnearios del sector costero.

En la Isla Robinson Crusoe, al menos tres olas ingresaron en la bahía, ondas del tsunami avanzando al noreste que adquirieron altura al encontrarse con la menor profundidad de costa de la isla. Producto de la onda sísmica, la masa acuática se elevó hasta 15 m sobre su nivel normal, internándose por la zona plana de la bahía hasta 250 m, la dirección de las aguas fue desde el faro hasta el sector del palillo.

entre la infraestructura que desapareció se encuentran la municipalidad, el colegio insular, la casa de la cultura, el gimnasio, la capitanía de puerto, el sindicato de pescadores, los boxes, carpinterías, bodegas, cementerio, plaza, planta telefónica, hostales, antenas, comercio y un gran número de viviendas.

Registro de anteriores tsunamis.

25 de mayo 1751: Tsunami producto del terremoto de Penco, destruyo gran parte del poblado de San Juan Bautista.

20 de febrero 1835: Terremoto y maremoto producto de una explosión volcánica submarina frente a punta Bacallao.

febrero 1839: Erupción submarina 100 km al oeste de la isla.

22 de mayo 1960: Ocho ondas sucesivas hicieron retirarse el mar a 30 metros de la costa producto del terremoto y tsunami de Valdivia y Corral grado 9,5 en la escala de Richter.

6 de marzo 1972: Aluvión en el sector oriental de Bahía Cumberland, 106,4 mm entre las 8:00 y las 19:00 hrs.

13 de mayo 1980: Aluvión destruye parte del poblado de la zona camino la Pólvora. producto de una lluvia de 290,3 mm en 24 hrs.

27 de febrero 2010: tsunami grado 8,8 en la escala de

Richter frente a la región del Biobío se produjo una onda que llegó a la bahía en poco menos de una hora.

Estos antecedentes históricos, junto con estudios geográficos hechos entorno a los aluviones deben ser considerados con un grado de importancia sumamente relevante en cuanto al diseño del plan regulador del poblado destinando la parte afectada en riesgo de tsunami a un programa urbano de parque, fines comerciales, turísticos y deportivos de uso diurno. mientras que las viviendas debiesen ser reubicadas en sitios altos sobre la cota de los 20 m sin olvidar el peligro de aluvión de gran parte de la bahía.

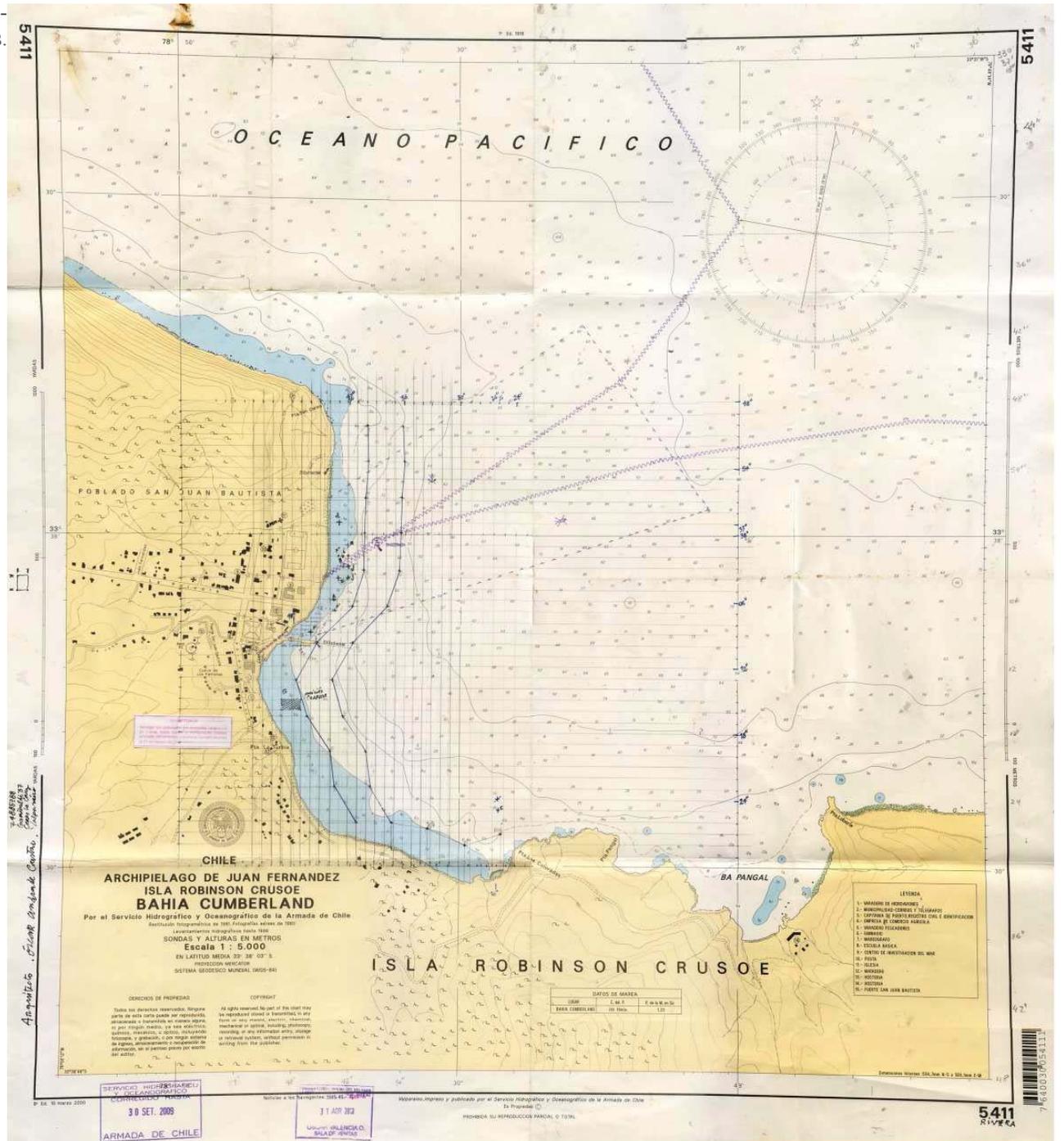
Imagen 400. Carta de trabajo de la Bahía con el trazado de los sectores para realizar la limpieza submarina de remoción de escombros.



Imagen 401. Buzos preparándose para la faena de instalación de globos para subir un jeep sumergido.



Imagen 402. Material sacado del fondo marino de la bahía.



La zona afectada por el tsunami corresponde a la Bahía de Cumberland, donde se ubica el poblado de San Juan Bautista, única área poblada que concentra toda la infraestructura urbana del archipiélago, y en la cual se desarrolla toda la actividad económica de la isla. Presenta un alto riesgo de inundación ya que es una planicie a nivel medio del mar orientada frente al continente, lo que la hace más susceptible a eventos...

Dentro de la infraestructura en riesgo de daños se encuentran: Red Vial, Alumbrado Público, Tendido Eléctrico, Portuaria, Vehículos de Navegación, Cubierta Vegetal, Viviendas, Turística y Administrativa

El área afectada tiene una superficie aproximada de 18 Has, en las cuales se encuentran un total de 399 construcciones, de las cuales se vieron afectadas 199.

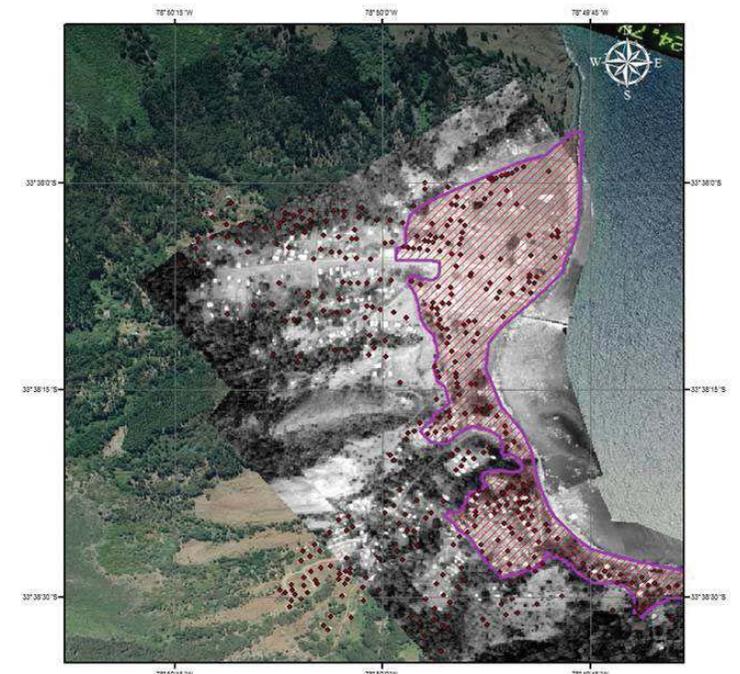
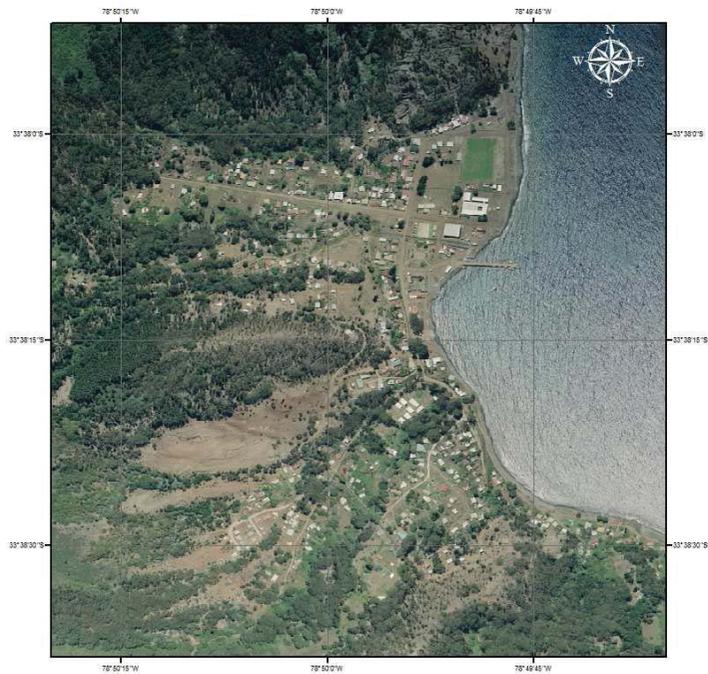
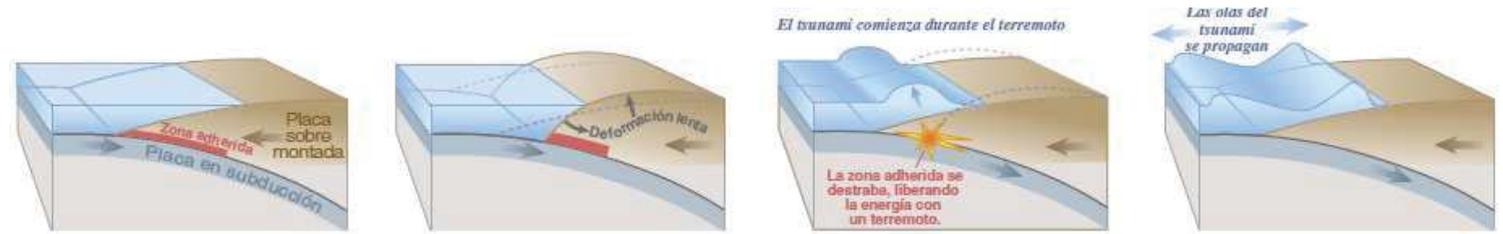


Imagen 403. Esquema del origen de un tsunami.



Visualización de infraestructura dañada o perdida total. En rojo las construcciones afectadas y en azul las no afectadas.

Fenómeno de subducción. Las zonas de subducción se producen cuando dos placas tectónicas, que forman la corteza externa de la tierra, convergen y la placa más densa se desliza debajo de la otra. Los terremotos se producen cuando se libera de manera repentina la energía acumulada por la tensión entre ambas placas.

Un tsunami es una serie de olas usualmente generadas por un movimiento sísmico del fondo marino. Durante un sismo en la zona de subducción, el borde frontal de la placa superior se libera por la tensión desplazando una masa de agua que asciende a la superficie. Esto forma un oscilación que se propaga a gran velocidad, que al acercarse a costa genera grandes olas.

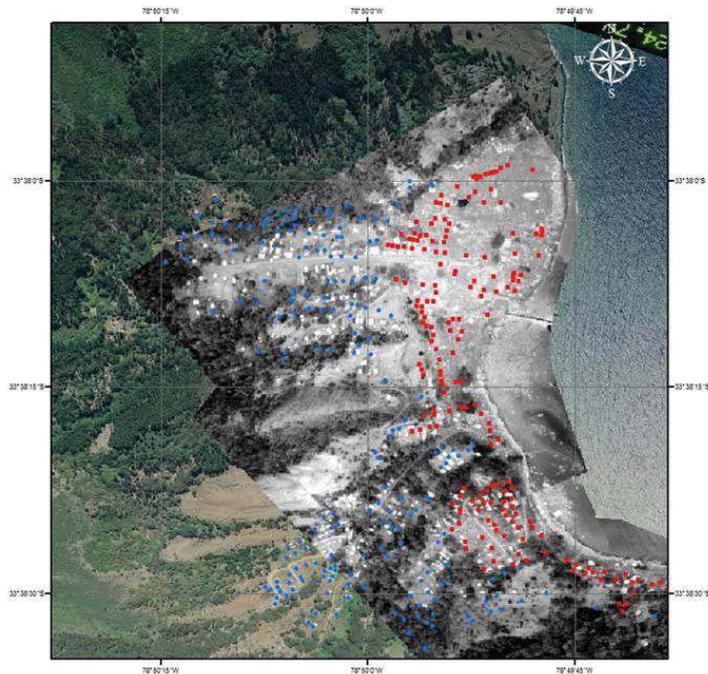


Imagen 404. Imágenes con datos de infraestructura dañada y penetración de las olas en el poblado de San Juan Bautista.

La distancia de penetración de la ola fue de aproximadamente 399 m, desde el sector portuario. franja que presenta un perdida total.



Sector el palillo.



Sector del matadero.



Calle Larrain Alcalde.



Sector Plaza.



Sector la pólvora.



Gimnasio municipal



Sector faro.



Imagen 405. Panorámica de la Bahía destruida de San Juan Bautista.

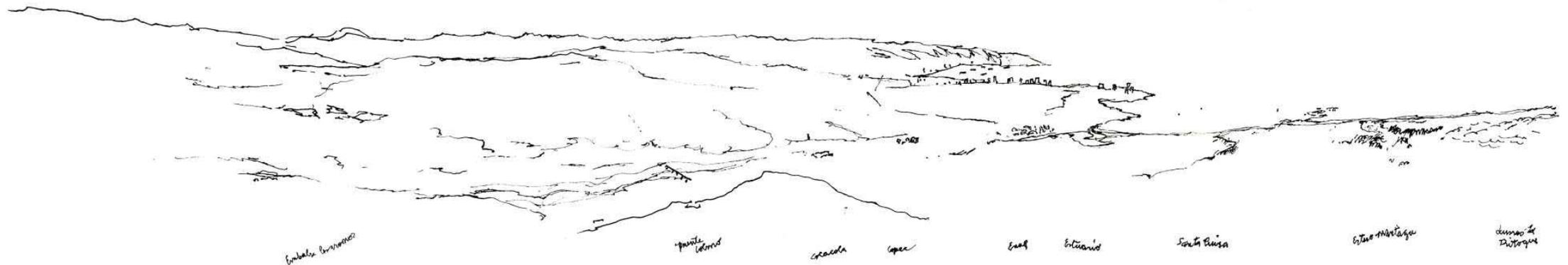


C. Puerto fluvial en aguas interiores protegidas

Puerto-parque de dos cauces en el río Aconcagua

El capítulo presenta el estudio y proyección de un puerto en el río Aconcagua por medio de un modelo marítimo, introduciendo el concepto de mar protegido interior, investigando las tendencias técnicas y urbanas usadas actualmente en mundo, que satisfaga el crecimiento futuro portuario de Valparaíso. Creando además un parque público con zonas deportivas terrestres y náuticas a partir del humedal en su boca.

Imagen 406. Croquis de la desembocadura del aconcagua. El litoral de la bahía de Concon se compone de diversas franjas, como el humedal y sus aguas calmas, el mar, la playa, borde gastronómico, isla de Concon, dunas al norte, caletas al sur.
El Río Aconcagua es trazo que de una u otra manera dibuja todas estas franjas refiriéndolas a él, dinámica, espacial e hídrica, refiriéndolas a su identidad existencial: Los flujos, entre ellos, las aves.



1. Encargo.

a). Origen del encargo.

Basado en la afirmación hecha por un ingeniero Italiano especialista en obras marítimas y portuarias que contrato años atrás el Puerto de Valparaíso, con el fin diagnosticar el lugar más adecuado donde crear un nuevo puerto para la Región de Valparaíso, de acuerdo a las expectativas de crecimiento, modernización de sus instalaciones, protección y seguridad frente a condiciones climáticas adversas de las embarcaciones y rapidez de carga y descarga. Su diagnóstico fue instalar el futuro puerto en la desembocadura del río Aconcagua. Se toma referencia a experiencias anteriores de modelos marítimos realizados en el magister náutico y marítimo por Max Saona.

b). Actualidad del encargo.

En el presente el puerto de Valparaíso proyecta un crecimiento significativo en función de la falta de espacio para contenedores; crecimiento que no contempla el cuidado del borde urbano, haciendo que la ciudad de nuevamente la espalda al mar. Como contrapropuesta se plantea crear un nuevo puerto en el río Aconcagua dando lugar a una trinidad portuaria compuesta por el de Valparaíso, como puerto patrimonial y turístico, el de Ventanas, como puerto de graneles y el del río Aconcagua para contenedores.

La situación del valle transversal del Aconcagua como territorio estratégico en la consolidación del corredor

bi-oceánico atlántico-pacífico, da al puerto un carácter nacional e internacional, situándolo como cabezal de un importante eje hacia el interior del continente, como hacia el océano pacífico y Asia.

A la vez su programa da cabida a la identidad intercomunal y nacional, por medio de un parque con equipamiento deportivo náutico - terrestre y una reserva natural del humedal en la boca del río. Concon se integra con un borde urbano constituido como boulevard gastronómico y habitacional. El puerto responde a modelos de integración de la trama urbana a la zona portuaria y propone una nueva tipología, basada en la co-existencia con sistemas naturales, como lo es la conservación del humedal y de los campos de dunas que se extienden al norte, por medio del estudio de los ciclos sedimentológicos y su aplicación al sistema y tiempos de dragado del puerto. El caso se inscribe además en la realidad mundial de los puertos protegidos en interiores de ríos que dan a mares abiertos y tempestuosos, es el caso de los Puertos de Rotterdam, Hamburgo y Amberes que dan al mar del Norte.

c). Importancia de resolver el encargo.

La poca capacidad de resguardo del puerto de Valparaíso, en donde los barcos deben salir a capear el temporal en aguas abiertas; la falta de espacio para crecer; la excesiva profundidad de la bahía de Valparaíso que requiere obras portuarias de protección monumentales y la enorme competencia del Puerto de San Antonio; requieren generar un nuevo espacio portuario con características de parque que re-destina la ciudad de Concón como ciudad portuaria, fortaleciendo a Valparaíso como ciudad turística patrimonial y cuidando su relación con el borde. El valle del Aconcagua como territorio con zonas periféricas en vías de integración urbana precisa de una estructura ordenadora que responda a todo el potencial que hoy ha ido configurando un contexto rico en conectividad, infraestructura y espacio libre. Como lo son el aeropuerto de Torquemada, el futuro aeropuerto de Quintero, las zonas logísticas industriales, la línea ferroviaria, el viaducto pronto a ejecutarse y carreteras regionales, nacionales e internacionales. Toda una figura territorial que requiere una estructura mayor ordenadora y activadora.



Imagen 407. Aerofotografía de Concón y la desembocadura del río Aconcagua, SAF.

2. Objetivos.

a). Objetivo general.

Estudio y proyección de un puerto en el río Aconcagua por medio de un modelo marítimo, introduciendo el concepto de mar protegido interior por medio de las tendencias técnicas y urbanas usadas actualmente en mundo, que satisfaga el crecimiento futuro portuario. Creando además un parque público con zonas deportivas terrestres y náuticas a partir del humedal en su boca.

b). Objetivos específicos.

(a). Creación de un parque humedal en la boca del río que conserve el sistema natural del estuario con su flora y fauna, vinculado a zonas deportivas terrestres y náuticas, planteando una nueva tipología portuaria en relación a los sistemas naturales y la ciudad, donde se conserva la identidad y sus actividades sociales y culturales.

(b). Inserción en múltiples magnitudes territoriales; internacional, nacional, regional e intercomunal de Concon - Quintero, por medio de una estrategia general del territorio y un programa arquitectónico que elogie la identidad territorial.

(c). Responder a las máximas crecidas del río por medio de una obra hidráulica de dos cauces, uno fluvial de agua



Imagen 408. Puertos interiores de Amberes y Rotterdam.

dulce y uno portuario de agua salada, controlados por una compuerta, así como el estudio de zonas de inundación.

(d). Resolver la sedimentación incorporando el dragado natural por medio de corrientes fluviales (Venturi) y dragados artificiales capaces de insertarse en la continuidad del ciclo de las arenas para la conservación de los campos de dunas de Ritoque. Este estudio requiere un modelo de sedimentos.

(e). Diseño de protecciones contra oleajes norte y suroeste.

(f). Diseño de dique flotante e infraestructura para reparación de naves.

(g). Plan espacial de crecimiento portuario para el acopio de containers y planteamiento de su ordenación y funcionamiento.

(h). Estudio de maniobrabilidad y magnitud de naves.

3. Fundamento.

La condición de puerto-parque apunta a la integración urbana, si bien antes la vida del puerto y de la ciudad estaban fuertemente relacionadas, eran dos organismos existiendo en una relación interespecífica. Hoy se plantea como un solo organismo, un mismo espacio existencial, donde acontezca la vida ciudadana y portuaria. Ya no un espacio-puerto cerrado, sino un puerto-parque abierto, unidad que por novedad aun no encuentra nombre.

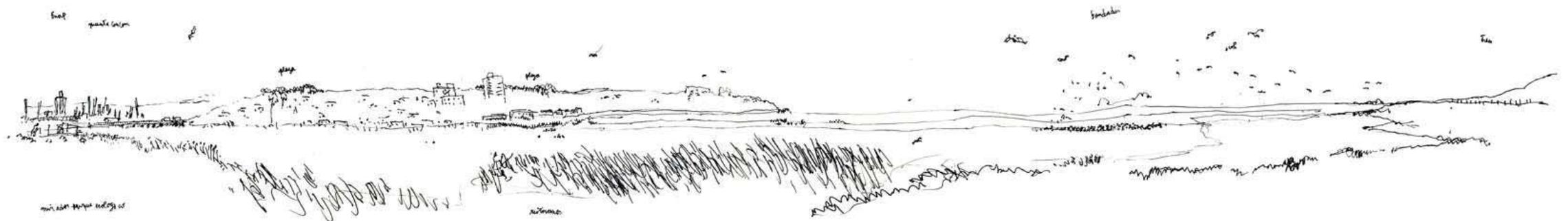
Esta unidad se inserta como una herramienta de gestión integrada del territorio en el ámbito socio-económico, cultural y biológico con sus valores culturales asociados.

La propuesta ecosistémica de un contexto urbano que integre en su planificación las necesidades socio-económicas y espirituales de los seres humanos, es posible desde la observación de un acto que abre la posibilidad de la novedad, contexto urbano que elogia los actos del hombre originados en el agua.

4. Hipótesis.

La separación de las aguas del río en dos cauces para dar cabida a dos situaciones espaciales que compartan la misma existencia; el puerto y el parque. Un cauce sur en el margen de Concon de agua salobre, que construirá el brazo de mar dando cabida al movimiento marítimo portuario, cuenta con una compuerta de seguridad que impide el paso de sedimentos y en grandes crecidas la posibilidad de abrirse para evacuar grandes caudales. El brazo norte, en el margen de Quintero, será de agua dulce, y se plantea como un canal de flujo continuo que permita evacuar los sedimentos y dar cabida al humedal y su fauna, como al programa deportivo.

Imagen 409. Croquis del humedal del río Aconcagua.



5. Metodología.

a). Observación espacial y existencial del modo de habitar la extensión del río Aconcagua por medio de dibujos y notas.

b). Construcción de un campo de abstracción en madera y alambre para dar el paso de la observación a la forma arquitectónica.

c). Método de la espiral de diseño y requerimientos de alto nivel. Terrenos de medición de velocidades y batimetrías en la sección del río comprendida por el puente Concon y el puente las Gaviotas, altitudes de la isla y orillas por medio de GPS. Encuestas de crecidas históricas del río y altura de olas, usos espaciales y temporales, a habitantes del lugar. Recolección de datos de campo en el Servicio Hidrológico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA), Dirección General de Aguas (DGA), Dirección de Obras Portuarias (DOP), Instituto Geográfico Militar.

d). Cálculos hidrodinámicos por medio del número de Freud.

e). Construcción de un modelo escala 1:250 que abarca una superficie de 7 por 15 metros, en los cuales están enmarcados: la isla de Concón, el borde de Concón y su bahía, y una extensión del río hacia el interior. En el se realizan pruebas de caudal y oleaje, para comprobar el comportamiento de los cauces y la boca en situaciones de máximas crecidas y condiciones climáticas adversas, para el diseño de los elementos técnicos y técnico-arquitectónicos.

f). Maqueta de representación de proyecto.

g). proyección por medio de dibujo lineal.



Imagen 410. Modelo hidráulico para prueba de caudales máximos y comportamiento de la cuenca al dividir las aguas del puerto.

Proceso de construcción del modelo marítimo.

Primero se recopilan datos de campo realizando una medición de cotas batimétricas y velocidades del caudal del río en la sección de los puentes, e internándose en una embarcación deportiva a remo. Con estos datos se diseñan las pruebas a realizar en el modelo, y se tiene una referencia concreta para la construcción del lecho del río.

Se trazan los límites del modelo en la vega de ciudad abierta y se procede a extraer la capa vegetal del terreno, nivelando el suelo y rellenando con arena. Se construye la pendiente del río y de la bahía, posicionando las paletas generadoras de oleaje en las orientaciones N y SW.

nivelando el suelo y rellenando con arena. Se construye la pendiente del río y de la bahía, posicionando las paletas generadoras de oleaje en las orientaciones N y SW.

Luego se impermeabiliza la superficie con polietileno y se traza el territorio en su estado natural, modelando con arena y gravilla. Se realizan los cálculos hidrodinámicos y se procede a realizar las pruebas del estado actual del río para luego modelar la propuesta del puerto y realizar los cálculos hidrodinámicos de los canales propuestos, para finalizar con las pruebas del mismo..

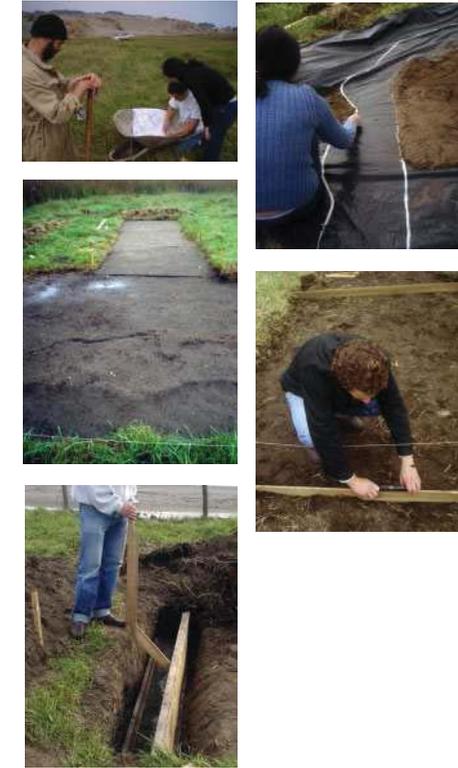


Imagen 411. Etapas de preparación del modelo hidráulico.

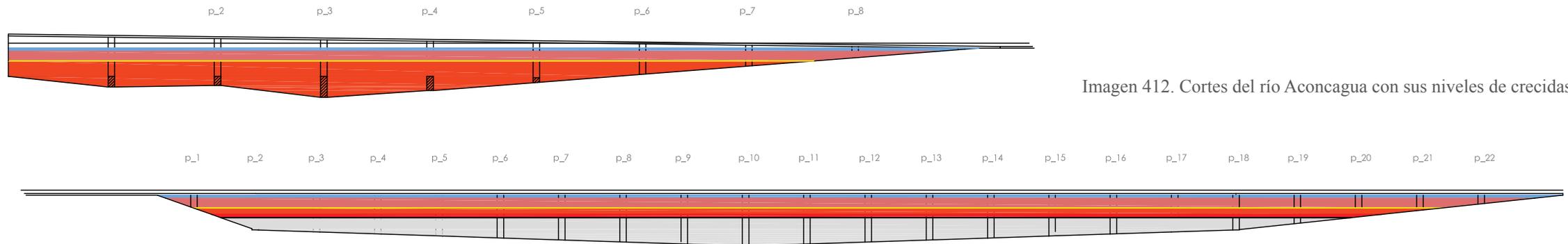


Imagen 412. Cortes del río Aconcagua con sus niveles de crecidas.



Imagen 413. Pruebas hidráulicas de crecidas del río.

414. Pruebas de oleaje y su influencia en el puerto.

La completitud del proceso de modelado comprendió cuatro meses, en los cuales se trabajó al costado del estero en la ciudad abierta de Amereida. Los cálculos hidrodinámicos fueron revisados periódicamente por el profesor Ramiro Mege en la facultad de ingeniería mecánica de la PUCV.

Se realizan las pruebas en el modelo de la primera propuesta de causas fluvial y portuario. Para ello se calculó el caudal de la bomba regulando los tiempos de una válvula de compuerta para llenar la piscina fluvial y el mar. Se realizan pruebas de caudal, comprobación de velocidades y áreas registrando el proceso en video y fotografías, y anotando el comportamiento de orillas fluviales de playa.

Se realizan pruebas de oleaje N y SW para estudiar el comportamiento de los brazos de abrigo y las ondas que entran al puerto. Se modela in situ el canal con el diseño y pruebas de distintas configuraciones de rompeolas. Se realizan estudios de inundación y estudios de depósitos sedimentarios.

6. Resultados.

En la prueba de caudales y oleaje para la situación natural del río, con un caudal de $68,6 \text{ m}^3/\text{s}$, área de 490 m^2 brazo sur, velocidad de $0,14 \text{ m/s}$ brazo sur, y 0 m/s brazo norte ya que presenta velocidades irrelevantes producidas por mareas. Se constata que el caudal es mínimo y no permite tener una lectura del modelo por lo que se decide utilizar el tiempo mínimo de 48 seg. que lograba la válvula.

Con un caudal de $0,4 \text{ l/s}$ ($0,0004 \text{ m}^3/\text{s}$) hay inundaciones en las orillas menos consolidadas y el extremo seco del brazo norte comienza a abrirse. Con un caudal de $2,2 \text{ l/s}$ ($0,002 \text{ m}^3/\text{s}$) el brazo norte se abre completamente y comienza a inundar la isla cubriendo gran parte de su superficie, aparecen los límites naturales de la caja mayor del río entre la cota de la línea del tren y el borde de



Imagen 415. Modelo hidráulico, vista general.

Concón. En el brazo norte el agua sobrepasa el nivel del puente y el caudal presenta mayor velocidad al tener menor área.

El comportamiento de la boca se caracteriza por unir los dos cauces en su llegada al mar. Se observa la formación de un cuerpo de agua en la playa del brazo norte y las olas del norte logran entrar hacia el interior del estuario gracias a la aceleración que adquiere en la boca.

En las pruebas de la Hipótesis, los datos se obtienen luego de la verificación de área y velocidad en el modelo. Con un flujo moderado de caudal $583 \text{ m}^3/\text{s}$, área de 700 m^2 (Profundidad $8,75 \text{ m}$ - Ancho 80 m) y una velocidad de $0,83 \text{ m/s}$. El cauce norte logra contener el caudal por si

solo, sin necesidad de abrir la compuerta del brazo sur. No se presentan inundaciones en la zona portuaria. La laguna reafirma su emplazamiento, sin deterioro de su protección en la curva que sigue el río, llenándose naturalmente y renovando el agua por una diferencia de presión con el flujo acelerado que sigue a la boca.

Con el flujo de una gran crecida de caudal $3364 \text{ m}^3/\text{s}$, área de $1009,33 \text{ m}^2$ (Profundidad $11,9 \text{ m}$ - Ancho 85 m), y velocidad de $3,3 \text{ m/s}$. Hay Inundaciones hasta la cota dibujada por la línea del tren en varios puntos del borde norte del cauce fluvial y una gran inundación en la zona del parque.

Con la compuerta abierta el cauce fluvial tuvo un caudal de $928 \text{ m}^3/\text{s}$, ocupando un área de 800 m^2 (Profundidad 10 m - Ancho 80 m) y una velocidad de $1,16 \text{ m/s}$

Hay una recuperación de los terrenos inundados, disminución del nivel del agua y de su velocidad. Ambos cauces logran contener el caudal de forma continua, sin aceleraciones importantes del flujo en la zona portuaria. Las olas norte logran entrar al cauce fluvial, pero no a la laguna.

En el cauce portuario se midió un caudal de $2436 \text{ m}^3/\text{s}$, que ocupaba un área de 4500 m^2 (Profundidad 15 m - Ancho 300 m) y una velocidad de $0,5 \text{ m/s}$. En el se mantuvo el nivel del agua debido a la continuidad de la caja portuaria con el mar. Se forma un vórtice en la curva tornamesa para maniobras de naves. Entrada de sedimentos desde el río depositados en la entrada del canal de compuerta, salida de sedimentos por la boca, aceleración en la boca norte y depositación de sedimentos en el rompeolas norte.

Luego de varias pruebas de ensayo y error de las protecciones para oleaje y viento se llegó a configurar dos molos semi- sumergidos que generan un interior protegido. Uno norte, elemento divisor de los dos cauces mide y en el metro comienza a curvarse para reflejar las olas del SW y detener directamente las olas del N. El molo sur, mas pequeño, sirve de protección directa para los vientos del SW, se prueba coronar con un bulbo y una terminación en T, pero no se obtienen mejores resultados. Una prolongación del brazo norte sumergida ayuda a mejorar la situación.

7. Conclusiones.

El humedal adopta un rol hidráulico en la contención de inundaciones en las crecidas de ríos y mareas, el parque debe diseñarse construyendo la relación del lecho ordinario y el lecho de inundación, además de estudiar el tipo de vegetación de debe tener para mejores resultados del factor de fricción con respecto grandes crecidas.

Consolidar el borde Concon con una mayor altura de acuerdo a la máxima crecida.

Los rompeolas tienen una primera figura correcta, se debe calcular el ángulo de reflexión del rompeolas norte con respecto al oleaje del SW.

Se debe realizar un modelo de sedimentos para analizar su depositación en zonas portuarias u obstrucciones en el canal norte. Se debe prever las nuevas formaciones sedimentarias que producirán los rompeolas y saber la capacidad de carga de los cauces propuestos para un cálculo del drenaje, su correcto diseño y planeamiento. La forma y disposición de la compuerta debe probarse en el mismo modelo y calcular la escorrentía fluvial dada por

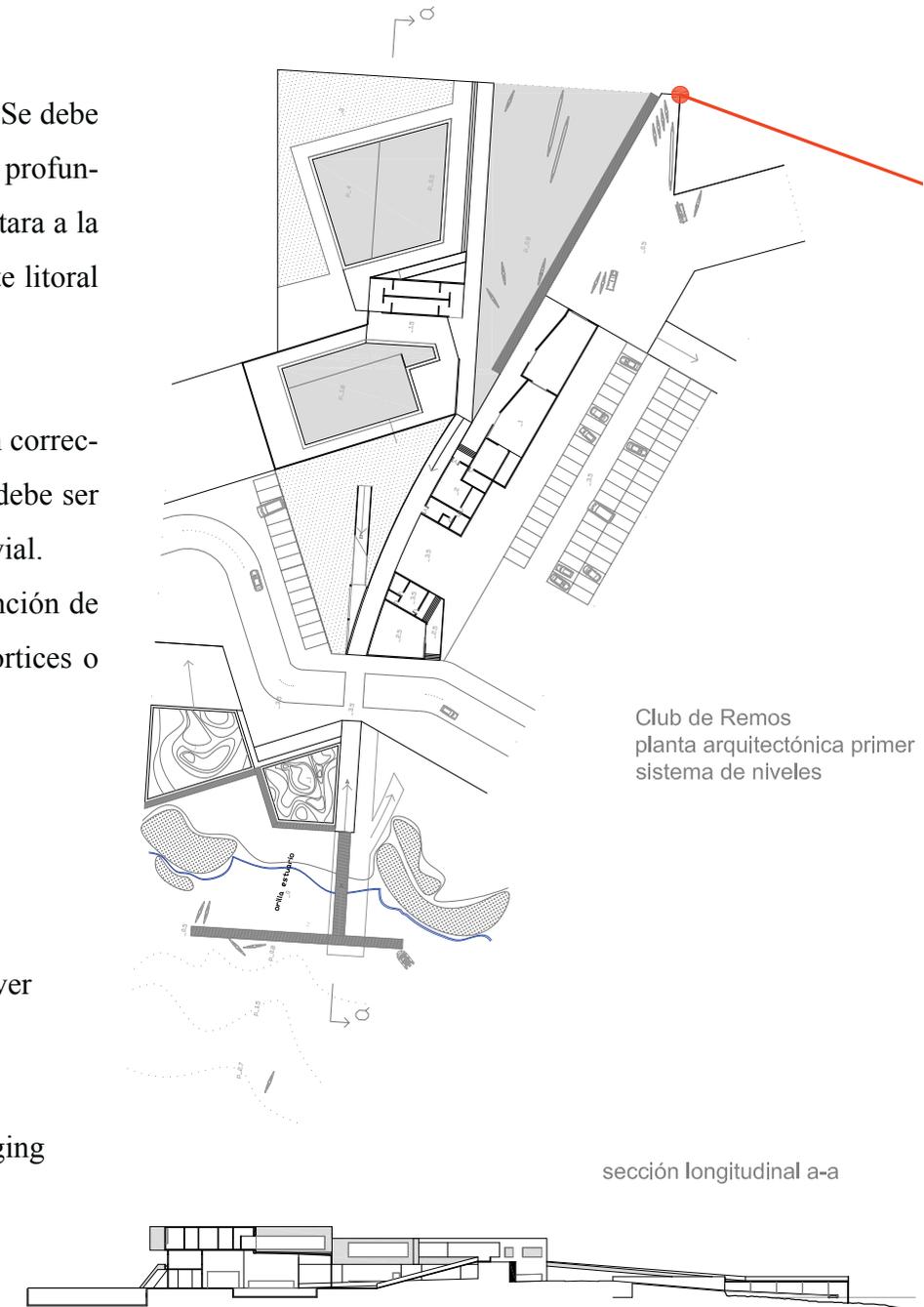
la pendiente del cauce posterior a la compuerta. Se debe analizar la influencia que tendrá el cambio de profundidad en la bahía con el oleaje, y ver como afectara a la erosión del litoral y a las corrientes de transporte litoral actuales.

Los perfiles longitudinales de los dos cauces son correctos, la competencia del río en la caja portuaria debe ser calculada para que logre transportar la carga fluvial.

Se debe diseñar la curva de la tornamesa en función de las maniobras de nave sin que se produzcan vórtices o corrientes que afecten la masa interior de agua.

Palabras Claves / Keywords

- | | |
|-------------------------|--------------------|
| - Río Aconcagua | Aconcagua River |
| - Parque Humedal | Wetland Park |
| - Puerto Fluvial | Fluvial Port |
| - Dragado de Sedimentos | Siltation Dredging |



ubicación del proyecto de décima etapa en el plan general del puerto

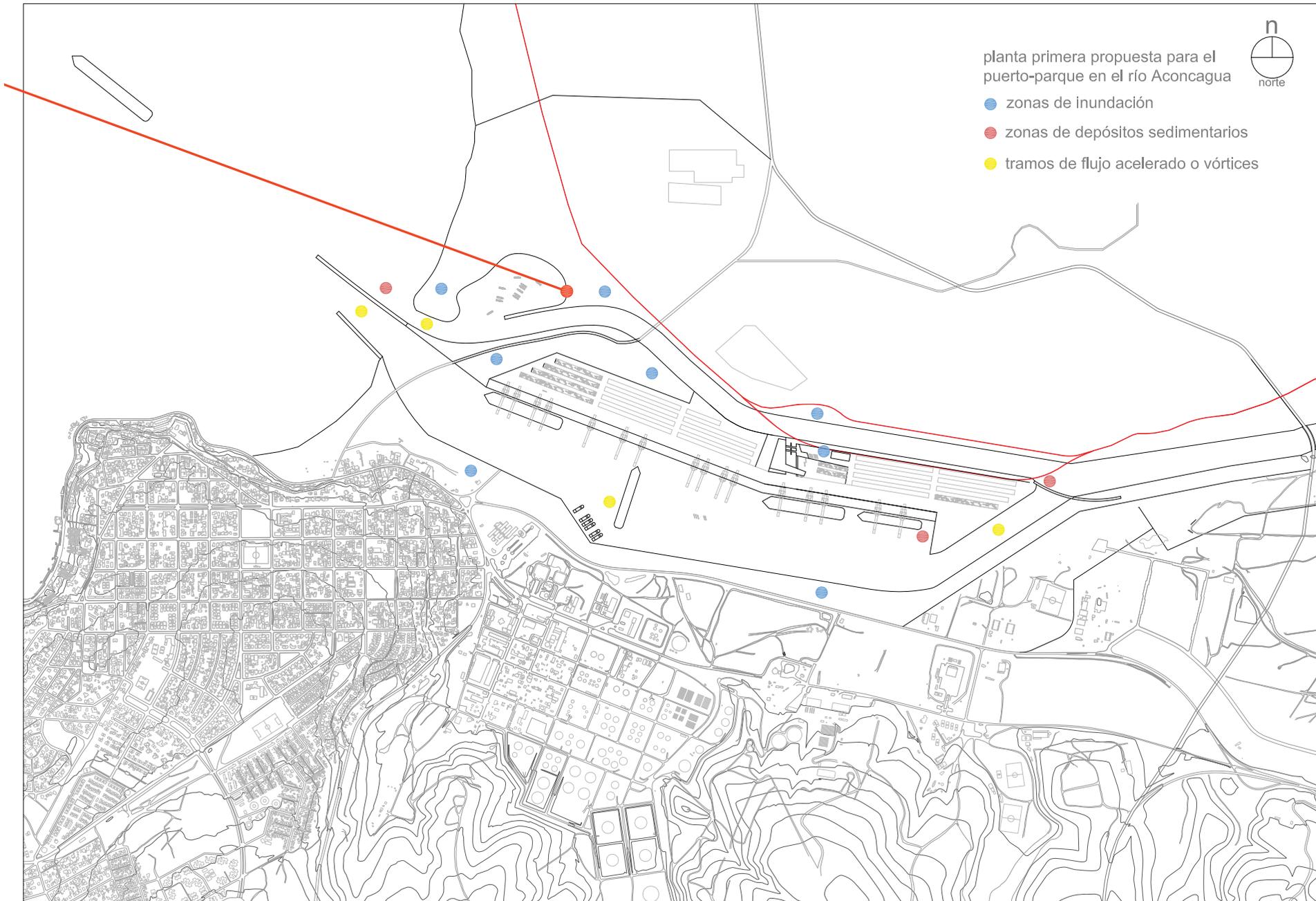


Imagen 416. Planimetría de la primera propuesta del puerto Aconcagua y emplazamiento del club de remos.

C
O L
O F O N

EDIFICIO FLO-
TANTE ESTABLE
ANTE VIENTOS Y OLEAJE
SEVEROS. REFUGIO CIENTÍFI-
CO EN EL ARCHIPIÉLAGO DE JUAN
FERNÁNDEZ. DE OSCAR ANDRADE.

*

Esta tirada cuatro ejemplares fue diseñada en Adobe InDesign CS3, su texto se compuso en caracteres Times New Roman 10/12/14 y fue impresa en una impresora Epson stylus PHOTO R200, sobre papel hilado 6 formato 216x330 mm. Empastado por el Diseñador Adolfo Espinoza en la Escuela de Arquitectura y Diseño de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, en marzo de 2011, Viña del Mar, Chile. Y ahora, después de meses, puedo finalmente volver al rincón de las guitarras.

