

Estación Oceánica para Procesamiento del Residuo Plástico

Memoria de Título Proceso 2018

Alumna: Viviana Urra Rozas
Profesor Guía: Manuel Amaya Diaz
Ayudante: Isabel Alt

Departamento de Arquitectura
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Universidad de Chile

Dedicado a mi familia que han sido un apoyo incondicional.

ÍNDICE

Capítulo I / Presentación

- 1.1 Problemática
- 1.2 Objetivos
- 1.3 Metodología
- 1.4 Motivación personal

Capítulo II / Marco Teórico

- 2.1 El plástico en el océano
- 2.2 El plástico en las costas de Chile
- 2.3 Reciclado de plástico

Capítulo III / Concepto y Propuesta

- 3.1 El plástico en el océano
- 3.2 Propuesta conceptual
- 3.3 Partido general
- 3.4 Estrategias de diseño

Capítulo IV / Proyecto

- 4.1 Escala Marítima
- 4.2 Principios de flotación
- 4.3 Programa
- 4.4 Reciclaje
- 4.5 Usuario
- 4.6 Planimetría
- 4.7 Referentes

Capítulo V / Especificaciones

- 5.1 Propuesta de Sustentabilidad Integral
- 5.2 Materialidad
- 5.3 Propuesta de Gestión económica y social

Bibliografía

Agradecimientos

Anexos

CAPÍTULO I / PRESENTACIÓN

*Sabemos menos sobre el fondo del océano que
sobre la cara oculta de la Luna.*

- Roger Revelle

1.1 Problemática

La acumulación de desecho plástico en los mares es un problema existente en cada uno de los océanos a nivel mundial. El plástico se encuentra en la superficie del océano y es trasladado mediante las corrientes marinas a diferentes puntos del mundo, contaminando no solo las costas en las que originalmente se vertieron los residuos sino a otros ecosistemas marinos en diferentes partes del planeta.

Dentro de todos los elementos que son vertidos al mar el predominio de los plásticos varía entre el 60% y el 80% del total de desechos marinos¹. Además es importante considerar que la biodegradación del plástico es difícil en el medio ambiente natural, y que “su tiempo de degradación en el medio marino aún es incierta, pero parecen durar de 3 a 10 años, y los aditivos probablemente pueden extender este período a 30-50 años.”²

El plástico en el océano se reduce a pequeños pedazos, llamados microplásticos, gracias a la fuerza de las olas y la radiación solar, pero es imposible que sea degradado en su totalidad como otros materiales. Por ejemplo, con el tiempo una botella de plástico en el mar puede romperse hasta en 10.000 piezas de microplásticos³. Estas piezas de microplástico contiene aditivos químicos y/o

atraen residuos tóxicos industriales, convirtiéndose en pastillas tóxicas que, por su tamaño, son confundidos por los animales como alimento. Estos compuestos químicos tóxicos se van acumulando en la cadena trófica⁴ al ser ingeridos como alimento por otros animales marinos, y finalmente llegan a los seres humanos que los consumen como recursos marinos.

Por otro lado, los animales marinos que confunden el plástico con alimento mueren a causa de que no pueden eliminarlo de su organismo. Estos residuos plásticos ocupan espacio en el estómago de los animales y a lo largo del tiempo termina matándolos de inanición, afectando a especies protegidas o zonas de importante valor biológico. Además, diferentes especies se enredan con pedazos de plástico de mayor tamaño, haciéndose daño, estrangulándose, comprometiendo su movilidad, respiración e impidiendo que crezcan o se alimenten adecuadamente, y finalmente provocando la muerte.

Las consecuencias del plástico afectan al medio ambiente con la liberación de gases potenciadores del efecto invernadero, al océano al acumularse de manera constante en el fondo marino, a la biodiversidad marina como se explicaba con anterioridad y a la salud humana a causa de la bioacumulación de plástico en el cuerpo.

1 Martínez, E., Maamaatuaiahutapu, K., & Taillandier, V. (2009).

2 Martínez, E., Maamaatuaiahutapu, K., & Taillandier, V. (2018).

3 Infografía de Boomerang alliance. (2015).

4 Plásticos en el pescado y el marisco. (2016). Archivo-es.greenpeace.org

A causa del sistema natural de corrientes marinas se genera acumulación de residuos plásticos en la zona de los cinco giros oceánicos mundiales. Sin embargo, las zonas altamente densificadas de plástico se trasladan dentro de los giros, por lo que la información levantada en las expediciones de investigación puede no monitorear la verdadera magnitud de esta problemática en tiempo real.

En el caso de las costas chilenas, el giro oceánico del Pacífico Sur afecta directamente al ecosistema marino nacional considerando que Chile es el décimo país a nivel mundial con más territorio marino en el mundo y el primer latinoamericano con mayor cantidad de mar⁵, con pescadores artesanales e industriales a lo largo de toda la costa con una longitud de costa de 4.329 km y 374 km² de territorio insular⁶ relacionado con el océano, es por ello que la contaminación de este medio natural impacta directamente la realidad nacional y justifica por qué deberíamos ser un país pionero en la materia y ser parte de la solución que nos afecta a nivel mundial.

Actualmente no hay una solución concreta respecto a la contaminación oceánica del plástico, sin embargo, organismos internacionales están generando agendas para abarcar temas como la conservación de los océanos en conjunto con los gobiernos de diferentes países, por ejemplo, la ONU en su “Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible” plantea en el objetivo 14 “conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible”⁷ en el cual se detalla como metas prevenir y reducir significativamente la contaminación marina de todo tipo, aumentar los conocimientos científicos, desarrollar la capacidad de investigación y transferir tecnología marina, mejorar la conservación y el uso sostenible de los océanos y sus recursos. Es necesario mencionar que el gobierno de Chile es partícipe de esta agenda y ha firmado en resoluciones que tienen las mismas directrices⁸.

5 Ponce, R. (2018)

6 Presentación Territorial - Universidad de Chile. (2018). Uchile.cl.

7 Moran, M. (2018).

8 Por ejemplo, la resolución A/RES/66/288 “El futuro que queremos” fue desarrollada en la Conferencia Río+20 Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible. (2012). Undocs.org.

Considerando que esto es una problemática de preocupación tanto nacional como internacional y se busca trabajar con un área afectada extensa, el proyecto plantea una estación arquitectónica que navegue en el giro oceánico de una zona afectada a otra, mitigando la contaminación en el océano. Este proyecto aborda programas de recolección y de investigación, busca generar un sistema de captación, compactación y retorno al continente de los residuos plásticos, mitigando el impacto en el medio ambiente junto a otorgar una nueva estructura física para poder plantear nuevas propuestas científicas para la problemática del plástico en el océano.

1.2 Objetivos

Objetivo General:

1.- Abordar desde la arquitectura las diversas problemáticas asociadas a los depósitos oceánicos de plástico, a través de la generación de una estructura móvil que permita mitigar o contribuir a aminorar el impacto de la contaminación de plástico en el mar.

Objetivos específicos:

1.- Ofrecer una solución arquitectónica para acoger los procesos necesarios para cerrar el ciclo de vida del plástico desechado en el océano.

2.- Indagar en las diferentes posibilidades que ofrece la arquitectura para abordar el problema, innovando en el estado del arte de este tema.

3.- Diseñar una estación prototipo que sea capaz de navegar en altamar para captar el plástico.

4.- Proponer programas de habitabilidad que permitan a los usuarios permanecer en mar abierto por períodos prolongados.

1.3 Metodología

Metodológicamente, para desarrollar el proyecto se divisan cinco fases de estudio y desarrollo proyectual.

1.3.1 Identificación de la problemática:

Se realiza una investigación bibliográfica en el marco de identificar una crisis a nivel nacional e internacional contingente para luego determinar un caso arquitectónico y proponer una solución innovadora.

1.3.2 Aproximaciones al tema:

Al definir la problemática, se estudian las diferentes aristas pertinentes a modo de determinar oportunidades para plantear el proyecto arquitectónico. Se analizan referentes arquitectónicos que traten una problemática similar, contactando diversos profesionales de cada área para profundizar el conocimiento en variables procesos.

1.3.3 Estudio del contexto marino

Se realiza un estudio del contexto marino en las costas nacionales y en el giro oceánico para determinar las condiciones a las que responderá la propuesta arquitectónica, en términos de forma, funcionamiento y relación del medio con el programa.

1.3.4 Anteproyecto:

Luego de identificar las oportunidades, programas y requerimientos técnicos para el proyecto, se plantea una idea general del proyecto, determinando las escalas de intervención.

1.3.5 Desarrollo del proyecto:

Se presentan las directrices del proyecto, explicando los programas que lo conforman y las aristas que trata de la problemática.

1.4 Motivación

Durante mi formación en la escuela de arquitectura, me ha llamado la atención la reflexión existente detrás de la arquitectura en situaciones de crisis, de condiciones extremas, de problemáticas multidisciplinarias o multiescalares. El cuestionamiento que se genera al presentar un proyecto que se encargue de diferentes aristas de un problema complejo y sea capaz de presentar una solución espacial ha sido parte de mis mayores gustos al proyectar, y escuchar a profesionales y compañeros hablando de sus proyectos. Plantearse nuevos escenarios en los que la arquitectura pueda ser participe es uno de los gustos que he adquirido al estudiar esta carrera.

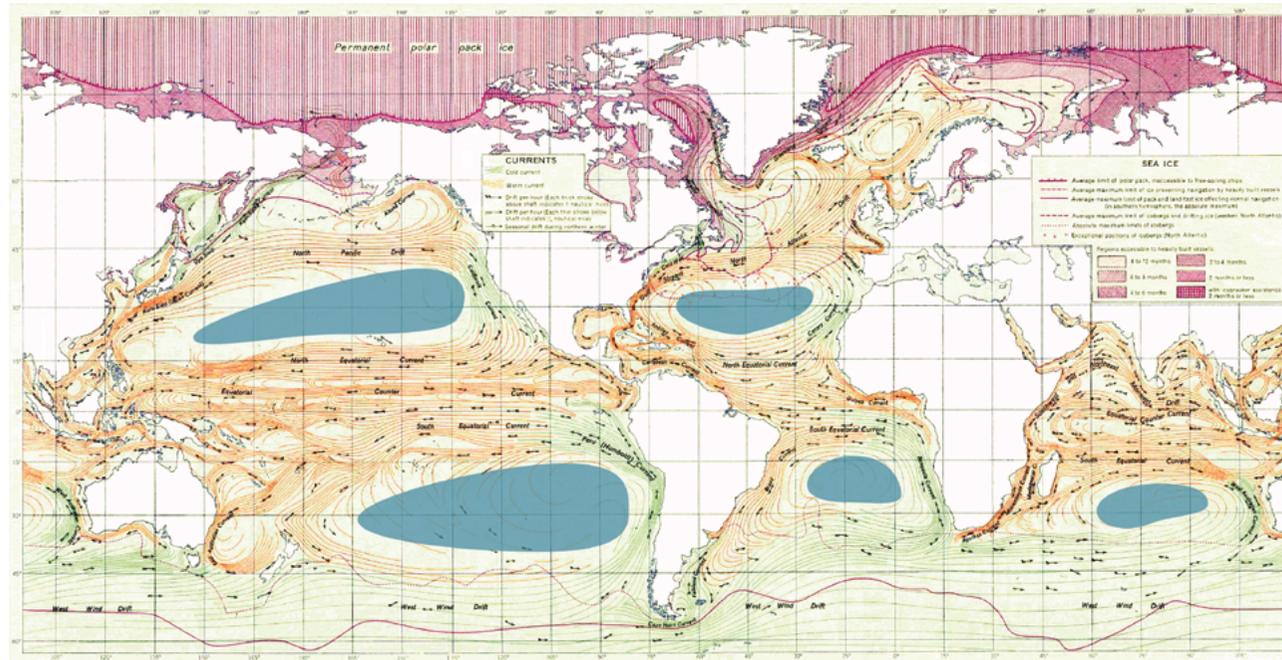
Es por ello que durante en este proceso de título opté por tomar una problemática multidisciplinaria que me permitiera reflexionar sobre la manera en que la arquitectura puede generar diversas estructuras en un contexto tan cercano y a su vez desconocido como lo es el mar abierto.

CAPÍTULO II / MARCO TEÓRICO

Si los océanos de nuestra Tierra murieran —esto es, si, de algún modo, la vida de pronto desapareciera—, sería la más formidable, pero también la más definitiva, de las catástrofes en la historia atormentada del hombre y de los demás animales que con él comparten este planeta.

-Jacques-Yves Cousteau

2.1 El Plástico en el océano



■ Islas de Plástico oceánico creadas por los Giros de las Corrientes Marinas.

Imagen 1. Mapa acumulación de plástico en giros oceánicos a causa de sistema de corrientes marinas. Elaboración propia en base a mapa de Army Service Forces Manual M-101. (1943)

El plástico en el océano es arrastrado por el sistema de corrientes oceánicas a nivel mundial, contaminando otras costas, afectando diversos ecosistemas y el 70% de este se hunde al fondo del mar⁹. “El plástico se encuentra en el océano hasta 11 km de profundidad, lo que significa que las fibras sintéticas han contaminado incluso los lugares más remotos de la Tierra”¹⁰. Por otro lado, el plástico que queda en la superficie marina se acumula en los cinco giros oceánicos a nivel mundial, generando islas de plástico que perduran por largas temporadas.

El plástico flotante en el océano puede encontrarse de dos maneras: en grandes elementos donde se enredan con elementos plásticos de mayor tamaño conformando una amalgama plástica flotante en donde animales pueden quedar atrapados o quedar heridos comprometiendo su supervivencia, o bien, en pequeños pedazos llamados microplásticos que se producen a causa de la radiación solar (fotodegradación) y el impacto de las olas.

Los microplásticos se mezclan con desechos químicos e industriales existentes en el mar, captandolos y convirtiéndose en pastillas tóxicas. Dado su el tamaño reducido son confundidos como alimento por la fauna marina (albatros, tortugas,

9 Leeson, C. (2016).

10 Taylor, M. (2017).

Ámbito afectado	Causa	Consecuencia
Atmósfera	Foto degradación	Liberación de metano y etileno, potenciadores del efecto invernadero.
Medio Ambiente Marino	Plástico irrecuperable en el fondo del mar	Permanece para siempre en el fondo marino acumulándose. Es integrado por organismos bioingenieros del mar, como los corales, afectando al resto de la fauna dependiente de estos organismos.
Biodiversidad marina	Ingesta de plásticos y micro plásticos	Plástico imposible de eliminar, comienza a ocupar espacio disponible en los estómagos de los animales. Muerte por inanición
	Enredos con redes desechadas y acumulaciones de plástico	Compromete la movilidad y supervivencia de la fauna. Hierde y afecta en el desarrollo de las especies a lo largo de su vida.
Salud Humana	Bioacumulación celular de plástico y sustancias tóxicas	Inflamación y daño oxidativo en caso de exposición prolongada de órganos. Potenciadores cancerígenos. No hay conocimiento de todos los efectos en la salud humana.

Tabla 1. elaboración propia en base a investigaciones científicas de Galloway T.S. (2015), Rodrigue, B. (2017) y Thiel M. et. al (2018).

peces, etc.)¹¹ entrando a la cadena trófica, acumulando compuestos tóxicos¹² al no poder ser desechados del organismo de los animales, e intoxicando los niveles superiores de alimentación hasta el ser humano.

El desecho plástico puede en el océano afecta al medio ambiente, a la salud humana y a la biodiversidad marina. En Tabla 1 se muestra los sectores afectados, qué causa la interacción de la naturaleza con el plástico y los efectos que se generan.

Como se explicaba anteriormente, el plástico y micro plástico se mueven a través del sistema de corrientes marinas mundial, sin embargo, la distribución

¹¹ Leeson, C. (2016)

¹² Plásticos en el pescado y el marisco. (2016)



Imagen 2. Esquema generación del microplástico a través de fotodegradación y movimiento de las olas. Elaboración propia.



Imagen 3. Esquema ingreso del desecho plástico en la cadena trófica. Elaboración propia.

de estos en el océano no es equitativo, está directamente relacionado con la proximidad entre la costa de origen del plástico y el giro oceánico próximo. Por ejemplo, las costas de Estados Unidos están próximas al giro oceánico del Pacífico Norte y al giro oceánico del Atlántico Norte, afectando a Asia y a Europa correspondientemente.

En un estudio realizado por Marcus Ericksen et. al¹³ publicado el 2015 se muestra un conteo total de partículas de micro plástico flotando en los océanos del mundo ordenadas de acuerdo a tamaño y peso y clasificados por giro oceánico. En este estudio se da a conocer que en ese entonces había un total de 52.500.000.000.000 de piezas de micro plástico flotando en el mar que implica un peso total de 2.689.400 toneladas a nivel mundial. A continuación se muestra la tabla del estudio y el modelo de distribución del micro plástico en los océanos a nivel mundial.

Es relevante recalcar que el plástico es un material que no se degrada con facilidad en la naturaleza sin intervención del ser humano, ya que el proceso de manera natural sin un control de los factores que degradan pueden liberar sustancias tóxicas para el medio ambiente. En el caso de la fotodegradación del plástico, que ocurre de mayor proporción en el mar¹⁴, se libera etileno y metano al ambiente, gases que potencian el efecto invernadero.¹⁵ Por otro lado si se busca reducir la cantidad de plástico a través de combustión directa, se liberan al medioambiente ftalatos¹⁶ dañinos para la salud humana y dióxido de carbono. Por cada “1 kg de plástico combustionado directamente se genera 3 kg de CO₂”.¹⁷

Cada tipo de plástico tiene su propio tiempo de degradación de acuerdo a su estructura molecular, sin embargo a grandes rasgos se puede mencionar que es un material de existencia prolongada desde que se desecha hasta el momento en el que finalmente se degrada. El tiempo de degradación del plástico está

	Size class	NP	NA	SP	SA	IO	MED	Total
Count	0.33–1.00 mm	68.8	32.4	17.6	10.6	45.5	8.5	183.0
	1.01–4.75 mm	116.0	53.2	26.9	16.7	74.9	14.6	302.0
	4.76–200 mm	13.2	7.3	4.4	2.4	9.2	1.6	38.1
	>200 mm	0.3	0.2	0.1	0.05	0.2	0.04	0.9
	Total	199.0	93.0	49.1	29.7	130.0	24.7	525.0
Weight	0.33–1.00 mm	21.0	10.4	6.5	3.7	14.6	14.1	70.4
	1.01–4.75 mm	100.0	42.1	16.9	11.7	60.1	53.8	285.0
	4.76–200 mm	109.0	45.2	17.8	12.4	64.6	57.6	306.0
	>200 mm	734.0	467.0	169.0	100.0	452.0	106.0	2028.0
	Total	964.0	564.7	210.2	127.8	591.3	231.5	2689.4

Estimated total count ($n \times 10^{10}$ pieces) and weight ($g \times 10^6$ g; or $g \times 10^2$ tons) of plastic in the North Pacific (NP), North Atlantic (NA), South Pacific (SP), South Atlantic (SA), Indian Ocean (IO), Mediterranean Sea (MED), and the global ocean (Total). Estimates were calculated after correcting for vertical distribution of microplastics [27].

Tabla 2. Resultados del modelo para el recuento total de partículas y el peso del plástico que flota en los océanos del mundo. Eriksen et. al (2014).

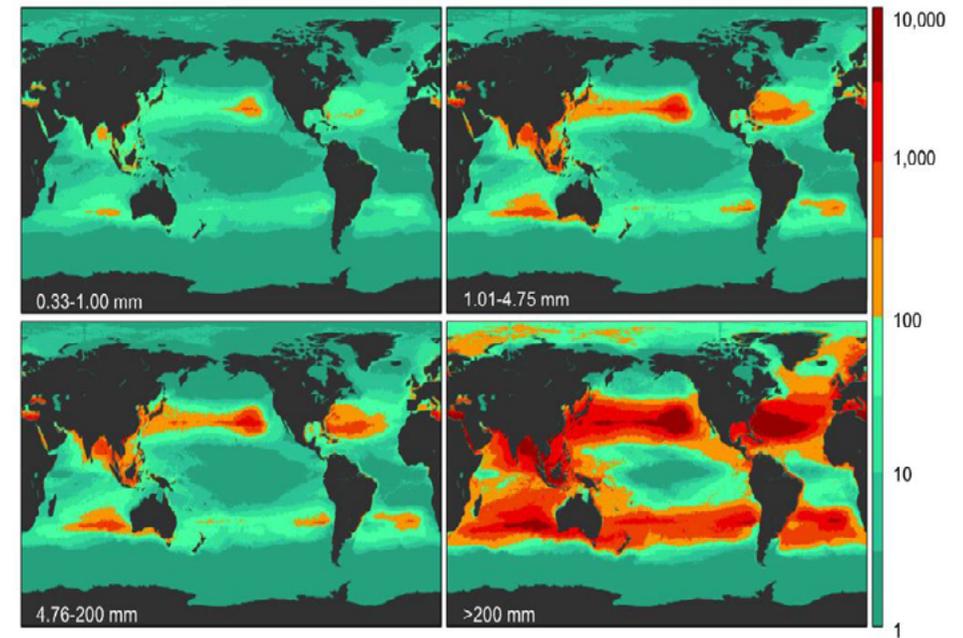


Imagen 4. Resultados del modelo para la densidad de peso global en cuatro clases de tamaño. Modelo de predicción de la densidad de peso global para cada una de las cuatro clases de tamaño (vea Tabla 2). La mayoría del peso global es de la clase de tamaño más grande. Eriksen et.al (2014).

13 Eriksen, M., Lebreton, L., Carson, H., Thiel, M., Moore, C., & Borerro, J. et al. (2014)
 14 La degradación del plástico potencia el efecto invernadero (2018)www.nationalgeographic.com.es
 15 Royer, S., Ferrón, S., Wilson, S., & Karl, D. (2018)
 16 Leeson, C. (2016)
 17 Blest Machine. (2015)

asociado a las características de su estructura molecular. Los objetos tienen diferentes tiempos de degradación debido a la diversidad de plásticos usados en su fabricación y por tanto sus diferentes estructuras moleculares. Por ejemplo, el tiempo promedio para que una botella plástica (PET) se degrade es de 450 años.¹⁸ Se puede ver en Imagen 5 una tabla con los tiempos promedios de degradación de acuerdo al producto elaborado con plástico.

Los expertos advierten que si no se busca una solución a este problema a nivel mundial se prevee que para el 2020 la cantidad de plástico existente en el océano se multiplicará por diez¹⁹, y que para el año 2050 habrá más plástico que peces en el océano (calculado por peso)²⁰, como lo ilustra Greenpeace UK en su campaña “The Ocean of Tomorrow”²¹ el ecosistema marino se vería invadido por el plástico y destruido para las futuras generaciones.

Plásticos: ¿cuánto tiempo tardan en descomponerse?		El mismo tiempo que hace que...	
HILO DE PESCA	± 600 años		Colón llegó a América (1492)
BOTELLA	± 500 años		Nació Cervantes (1547)
CUBIERTOS	± 400 años		Galileo Galilei dijo: "la Tierra es redonda" (1630)
MECHERO	100 años		Se hundió el Titanic (1912)
VASO	65- 75 años		Terminó la II Guerra Mundial (1945)
BOLSA	55 años		Llegó el hombre a la Luna (1969)
SUELA DE ZAPATO	10- 20 años		1º teléfono móvil con pantalla de color (2000)
COLILLA	1- 5 años		Accidente de Fukushima (2011)
GLOBO	6 meses		Acuerdo del Clima de París (2015)

Imagen 5. Tiempo de descomposición de plásticos en la naturaleza. Fuente Greenpeace España (2015)

18 How Long Does it Take Trash to Decompose. (2017). 4ocean.

19 Idem

20 The New Plastics Economy: Rethinking the future of plastics & Catalysing action. (2018). Ellenmacarthurfoundation.org

21 Is this the ocean of the future?. (2018). YouTube.

2.2 El plástico en las costas de Chile

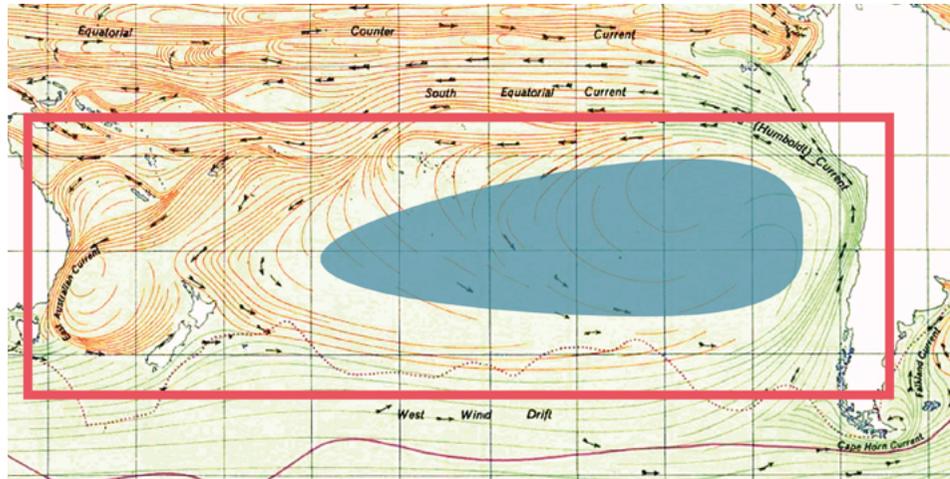


Imagen 6. Corrientes marinas giro oceánico del Pacífico Sur. Corrientes frías representadas con línea verde, corrientes calidas representadas con línea naranja.
Elaboración propia en base a mapa de Army Service Forces Manual M-101. (1943)

Las costas chilenas se encuentran en una relación directa con el giro oceánico del Pacífico Sur, delimitado por la Corriente Ecuatorial del Sur (SEC), la Corriente de Australia Oriental, en el límite sur por la Corriente del Pacífico Sur (SPC) y la Corriente Circumpolar Antártica (ACC) y finalmente en el límite este se encuentra la Corriente de Humboldt o Corriente Chile/Perú²² (Ver Imagen 6). La velocidad de las corrientes disminuye a medida que se aproxima al centro, lo que genera que los giros oceánicos sean áreas con menor oxígeno y por lo tanto con poco material biológico (áreas oligotróficas).

Chile posee tres tipos de espacios marítimos diferentes: Mar Territorial (12 millas marinas), Zona Contigua (24 millas marinas) y Zona Económica Exclusiva (200 millas marinas) donde ejerce soberanía, pero además posee el Mar

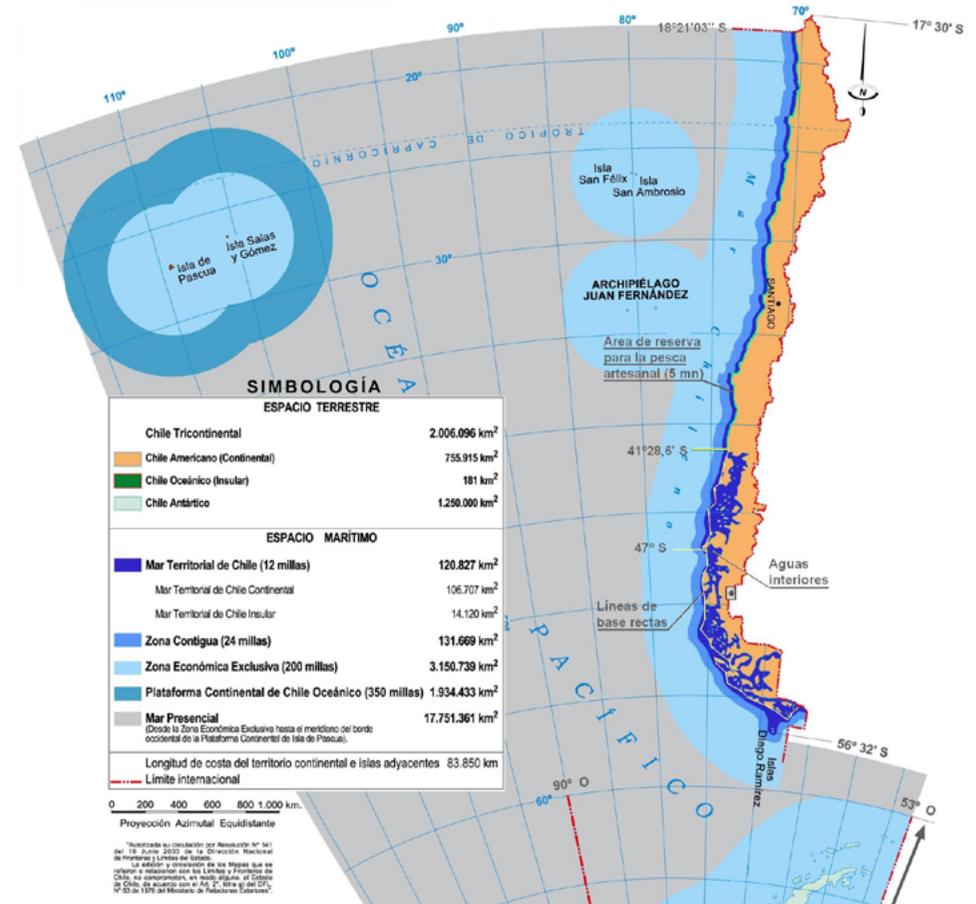


Imagen 7. Superficies territorio chileno.
Fuente: www.subpesca.cl

22 Martínez, E., Maamaatuaiahutapu, K., & Taillandier, V. (2009).

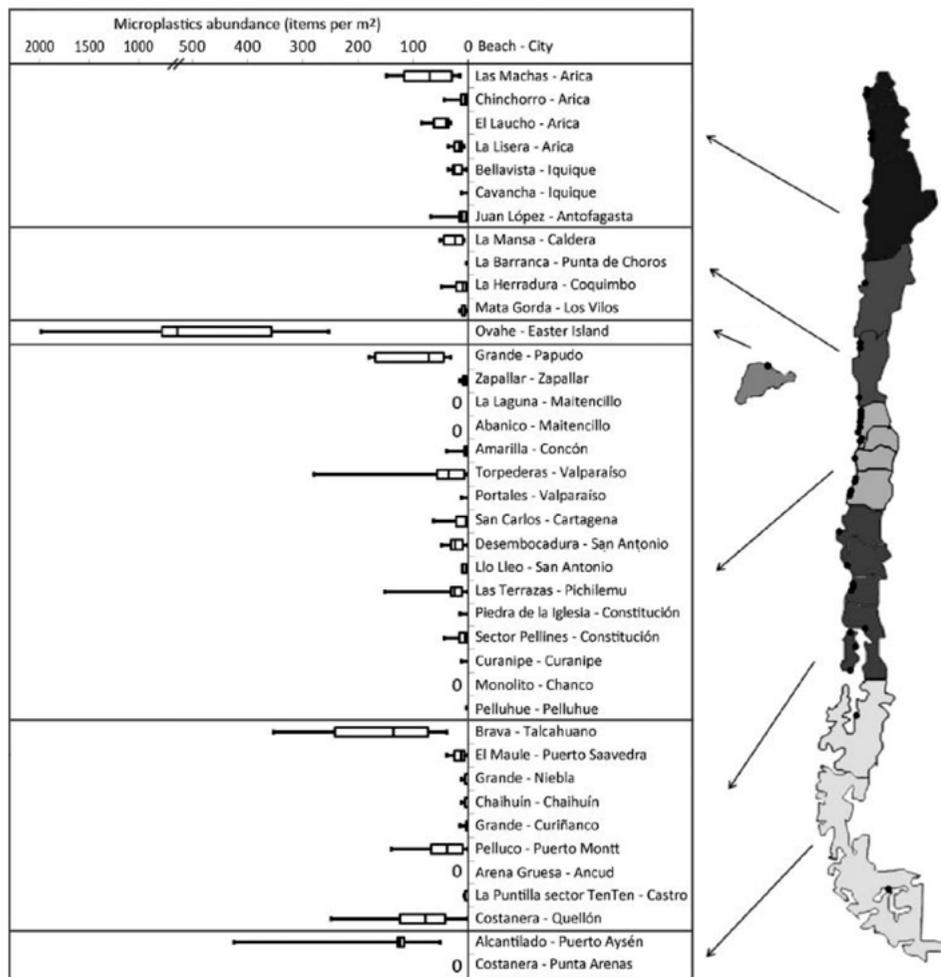


Imagen 8. Abundancia de desechos microplásticos en cada playa mostrada. Fuente: Hidalgo-Ruz, V. & Thiel, M. (2013).

Presencial (desde la Zona Económica Exclusiva hasta el borde de la Plataforma Continental de Isla de Pascua) que considera un área de 17.751.361 km² en donde el estado chileno adquiere obligaciones por acuerdos internacionales y es una zona donde se realizan actividades que son de interés (como investigaciones, tráfico marino, etc). Es en esta área donde se han documentado presencia de desechos plásticos provenientes del giro oceánico.

La isla de basura que se encuentra en el giro oceánico del Pacífico Sur, frente al país, mide 3 veces el tamaño de Chile, aproximadamente 2,5 millones de kilómetros cuadrados²³, se tiene estimado que la contaminación de las playas chilenas aumenta en un 20% cada cuatro años²⁴. En el año 2013 se realizó una investigación a nivel nacional en conjunto con estudiantes de colegio en el que se catastró la distribución y abundancia de pequeños restos plásticos en las playas del país. En los resultados de este estudio se mostró que la costa con mayor abundancia de microplásticos es Isla de Pascua (805 pedazos m⁻²)²⁵. (Imagen 8) Esto muestra que Isla de Pascua al localizarse en el giro oceánico es una de las áreas nacionales más afectadas por la contaminación de microplástico.

Para ilustrar de manera más precisa la situación que ocurre en altamar, Martin Thiel et. al²⁶ realizó un estudio donde se estudia la concentración de desechos plásticos en el territorio marítimo chileno a través de un recorrido realizado con los buques e investigación CIMAR 21 y CIMAR 22 (Imagen 9 y 10). Se separan los tipos de plásticos que se pueden encontrar en dos tipos macrolásticos y microplásticos.

“Se observó un total de 477 elementos de desechos marinos antropogénico flotante en ambas encuestas(...). Del total de desechos marinos antropogénico flotante, el 77% eran macrolásticos, la mayoría de los cuales eran grandes fragmentos de plástico (95,4%). Otros artículos incluyeron líneas (17,7%), boyas

23 La isla de basura encontrada frente a la costa chilena mide 3 veces el tamaño de Chile | Ladera Sur. (2018). Ladera Sur.

24 Aumentan los índices de contaminación en playas de la región de Coquimbo. (2018). Diario El Día.

25 Hidalgo-Ruz, V., & Thiel, M. (2013)

26 Thiel, M., Luna-Jorquera, G., Álvarez-Varas, R., Gallardo, C., Hinojosa, I., & Luna, N. et al. (2018).

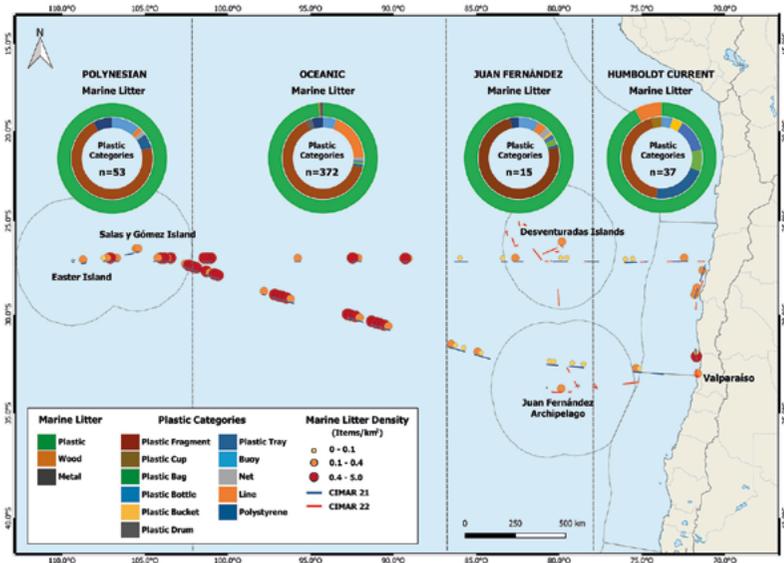


Imagen 9. Tipos y densidades de desechos marinos en diferentes sectores del O. Pacífico SE central, 2015
Fuente: Thiel, M., Luna-Jorquera, G, et.al (2018)

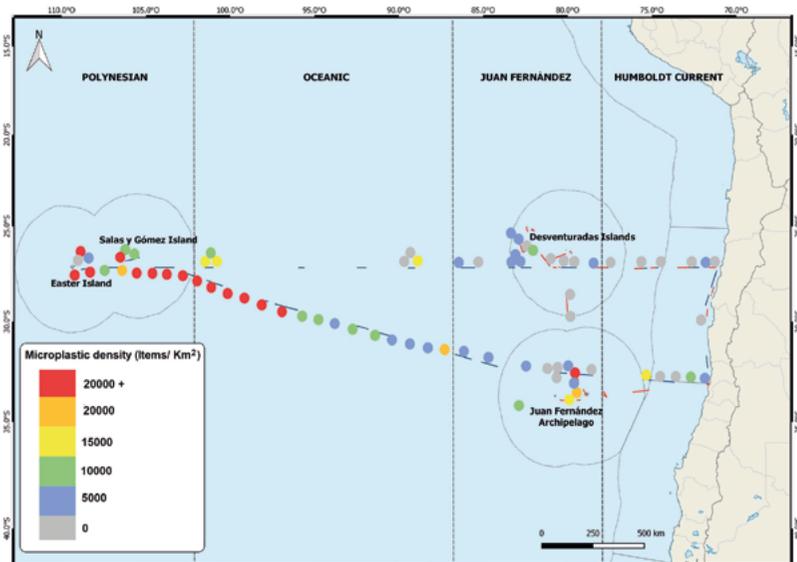


Imagen 10. Densidad de microplásticos en el O. Pacífico SE central, en 2015 y 2016
Fuente: Thiel, M., Luna-Jorquera, G, et.al (2018)

(7.6%), bandejas de plástico (4.9%) y bolsas y redes de plástico (2.5 y 2.2%, respectivamente)”²⁷ (Imagen 9)

Por otro lado, en la investigación los microplásticos tienen una concentración más alta en el giro oceánico, en cambio en la corriente de Humboldt la densidad es mucho menor en comparación. “Con la abundancia de microplásticos aumentando con la distancia desde la costa continental (Imagen 10), también sugiere una fragmentación progresiva de grandes plásticos durante su viaje hacia el Subgiro Oceánico del Pacífico Sur.”²⁸

Con esto se ilustra que en el mar chileno es posible encontrar tanto micro como macro plástico, que afectan a la fauna marina en distintas formas, a causa de esto, consumen microplásticos llenando sus estómagos hasta finalmente morir de inanición o quedando atrapados en los macro-plásticos comprometiendo su movilidad y su supervivencia. “Muchas especies ya están interactuando con los residuos plásticos, ya sea por ingestión o porque se enredan en ellos. El problema es que los microplásticos están invadiendo todos los ecosistemas marinos y sus consecuencias aún las desconocemos”²⁹



Imagen 12. Desechos plásticos de la pesca industrial y artesanal provocan que las especies marinas se enreden con ellos.
Fuente: ESMOI



Imagen 11. Basura plástica es ingerida por las especies marinas
Fuente: ESMOI

27 Idem

28 Thiel, M., Luna-Jorquera, G., Álvarez-Varas, R., Gallardo, C., Hinojosa, I., & Luna, N. et al. (2018)

29 Thiel, M. (2018)

La presencia del plástico en el mar chileno tiene un impacto en regiones dependientes de la pesca y la acuicultura. En Chile “el total de empleos asociados al sector pesquero es de 324.432 trabajadores incluido la pesca artesanal, cifra que representa el 4,3% de la fuerza laboral registrada en el país a diciembre 2015”³⁰. En las regiones australes (X, XI y XII) estas actividades son un motor para la economía regional y representan el 30% del empleo total³¹. Según el Censo del 2002, aproximadamente 1.135.000 personas están vinculadas a la actividad pesquera nacional.

Según la Sociedad Nacional de Pesca (Sonapesca) la pesca y acuicultura es la cuarta actividad en generación de divisas internacionales luego de los sectores minero, forestal y frutícola. Además, Chile se encuentra en el sexto lugar del mundo entre los países productores, siendo la pesca y acuicultura durante el año 2004 el 4% del volumen mundial³². Durante el 2007, la pesca y la acuicultura fue uno de los sectores productivos con mayor crecimiento a través del tiempo siendo un 6% de las exportaciones totales del país.³³

Por lo tanto, la contaminación oceánica de plástico afecta al país desde el riesgo que representa para la riqueza de fauna protegida y endémica del país, pasando por la salud de las personas hasta la economía local de ciertas regiones que dependen de los recursos marítimos.

30 Análisis económico pesquero. (2015). Sonapesca.cl

31 Análisis económico pesquero. (2015). Sonapesca.cl

32 Los sectores pesca y acuicultura en Chile. (2018). Conicyt.cl

33 Analizan evolución del empleo en el sector pesquero industrial - Aqua. (2018)

2.3 Reciclado de plásticos

Para reciclar el residuo plástico es necesario clasificar qué tipo de polímero son, cuánta densidad aproximada es con la que se está trabajando y tener en cuenta que al momento de aplicar temperatura los plásticos durante el reciclaje se le modifica a su vez sus propiedades para ser utilizados en productos nuevos. Se consulta a Pablo Subiabre sobre los procesos de reciclado.

Existe un sistema de códigos para identificar el plástico en 7 grupos de polímeros con propiedades específicas y que se usa a nivel mundial. Cabe destacar que los plásticos especificados en este sistema para reciclaje son aquellos denominados como plásticos commodity (tanto amorfos como semi-cristalinos). Según esta clasificación se determina el proceso necesario para reciclar cada tipo de plástico.

El proceso de reciclaje del plástico se hace en reactores, maquinarias con sistemas cerrados, que controlan las condiciones de temperatura a las que se someten los residuos para así evitar la liberación de ftalatos cancerígenos y desechos tóxicos al ambiente sin comprometer la salud de los trabajadores.

Existen 3 tipos de procesos para reciclar el plástico donde varían la maquinaria necesaria, los productos que se obtienen y la re-utilización posterior en nuevos productos.

Código	Nombre del plástico	Usos del plástico virgen	Ejemplos de uso Plástico reciclado
	Tereftalato de polietileno (PET)	botellas de bebidas gaseosas, jugos, agua mineral, jarabes y aceites comestibles; artículos de farmacia, fibras textiles, etc.	Textiles para bolsas, lonas y velas náuticas, hilos, cuerdas.
	Polietileno de alta densidad (PEAD o HDPE en inglés)	Envases de detergentes, champú, leche, baldes, bolsas, tanques de agua, etc.	Bolsas industriales, botellas de detergentes, contenedores.
	Policloruro de vinilo (PVC)	Tuberías de agua, desagües, suelas de zapatos, mangueras, cables, imitación de piel, material de uso médico, bolsas de sangre, etc.	Muebles de jardín, tuberías, vallas, contenedores, nervios de mangueras.
	Polietileno de baja densidad (PBDE o LDPE)	Bolsas para basura, film adhesivo, recubrimientos de contenedores flexibles, tuberías para riego	Bolsas para residuos residenciales e industriales, contenedores, vallado, film de uso agrícola.
	PP	Envases de alimentos, materiales para industria automotriz, bolsas de uso agrícola y cereales, tuberías de agua caliente, etc.	Cajas múltiples para transporte de envases, sillas, textiles.
	Poliestireno (PS)	Envases de alimentos congelados, aislantes para heladeras, juguetes, etc.	Aislamiento térmico, cubos de basura, accesorios de oficina, palillos para ropa, colgadores para ropa.
	Otros (Resinas epoxídicas) incluye nylon y acrílicos.	Adhesivos e industria plástica, industria de la madera, elementos moldeados como enchufes, espuma de colchones, rellenos de tapicería, etc	No pueden ser reciclados.

Tabla 3.
Reciclaje de plásticos, clasificación y usos después de reciclado.
Elaboración propia.

Un proceso es el **reciclaje distribuido** consiste en transformar el plástico en pequeños pellet que pueden ser utilizados en la creación de nuevos productos de uso común. El proceso consiste en:

- 1) Separación del plástico de acuerdo a su tipo
- 2) Trituración del plástico
- 3) Lavado de plástico
- 4) Derretimiento del plástico
- 5) Extrusión del plástico
- 6) Formación del pellet.

En este proceso se pueden tratar plásticos HDPE (polímeros de polietileno de alta densidad, clasificación 2). Es necesario remarcar que para este proceso es importante contar con la infraestructura necesaria para desarrollar el proceso de reciclaje de los diferentes polímeros que se encuentren o recuperen de los desechos.

Otro proceso para el reciclaje del plástico es la **compresión por temperatura**, que consiste en tratar el plástico desechado sin clasificar. En primer lugar los plásticos se lavan en piscinas grandes con agua, luego se secan a través de tambores giratorios y finalmente se comprimen por calor dándoles la forma que se desee. Lo beneficioso de este proceso es que casi todo tipo de plástico es reciclable, independientemente de la forma o tipo. Sin embargo los costos de energía son altos debido a los tambores giratorios y las tuberías de calefacción utilizadas³⁴

El tercer proceso de reciclaje es la **depolymerización térmica o pirólisis de plástico**. Primero, el plástico se limpia, no es necesario clasificarlo. Luego, pasa por maquinaria de ambiente controlado en donde se descompone en parte líquida, sólida y gaseosa, en ausencia de aire y con una llama indirecta de calor generando un ambiente de 950°C (si se realizara con presencia de aire, la combustión producirá gases tóxicos y se dañaría la maquinaria). Después de la separación del plástico, la parte gaseosa del plástico se pasa por tuberías para condensar el gas donde se realiza una segunda separación, el gas condensado (líquido) se puede almacenar y utilizar como combustible. La parte gaseosa

que queda luego de la condensación se puede almacenar se llama biogás. En cuanto al resultado sólido de la pirólisis se llama carbón plástico y queda como desecho al no ser aprovechable como combustible. Los plásticos que pueden ser procesados de esta forma son plásticos mixtos como HDPE, LDPE, PE, Nylon, Teflon, PS, ABS, FRP, etc., plásticos multi-capas y desechos plásticos mixtos de fábricas de residuos de papel.³⁵ Blest Corporation es una compañía japonesa que transforma plástico en combustible en un radio de reciclaje entre 67.4 % a 93% dependiendo del tipo de plástico a través de pirólisis.³⁶

³⁴ Heat Compression. RecycleNation.

³⁵ Plastic recycling. En.wikipedia.org.

³⁶ SERVICE - Blest Co.,LTD. Blest Co.,LTD.

CAPÍTULO III / CONCEPTO Y PROPUESTA

El mar es todo. Cubre siete décimas del globo terrestre. Su aliento es puro y saludable. Es un inmenso desierto, donde el hombre nunca está solo, porque siente vida por todos lados.

-Julio Verne

3.1 Oportunidad de Proyecto

A partir de los antecedentes explicados con anterioridad se pueden distinguir tres oportunidades que pueden relacionarse con el planteamiento del proyecto de arquitectura.

Captación del plástico:

Queda en evidencia con la información previamente mostrada que la contaminación del plástico en el océano es una problemática que va en aumento exponencialmente y de manera acumulativa. El plástico que llega a los giros oceánicos resulta ser difícil de recuperar a causa de la lejanía de las islas de plástico con la costa, la extensión del área contaminada y la inexistencia de una estructura que pueda permanecer en alta mar para captar una cantidad significativa de plástico.

Es por ello que se contempla la posibilidad de innovar en el diseño de una estructura capaz de llegar a zonas aisladas de los giros oceánicos para poder captar este desecho plástico, resignificarlo y agregarle un valor a la vez que se extrae del medio marino.

Investigación:

Existe la tecnología para realizar expediciones para levantar información sobre el plástico y cómo afecta al medio ambiente, sin embargo, las expediciones siempre han sido realizadas a través de un recorrido específico en un corto periodo de tiempo (35 días navegando en el caso del buque de investigación “Cabo de Hornos”).

Cada expedición implica una gran cantidad de recursos para realizarse y se genera un itinerario estrecho en el que varios grupos de investigadores utilizan la oportunidad de tomar muestras, sin embargo, si ocurre algún inconveniente con los insumos necesarios para la toma de muestras o finalmente las muestras levantadas no resultan como se esperaba es imposible volver a realizar una incursión en un corto plazo, dificultando la generación de conocimiento actualizado.³⁷

Se reconoce la oportunidad de generar un espacio que permanezca de una manera prolongada en el área de estudio que permita levantar información del giro oceánico, la contaminación y la toxicidad del plástico en el mar. Puede trabajar en conjunto con universidades y centros de investigación.

Además, existe la oportunidad de explorar el estado del arte desde la arquitectura y cómo contribuye a la problemática.

Visibilización:

En la actualidad, la publicación de textos destinados a la educación y divulgación de las ciencias del mar ha sido considerablemente baja³⁸ y dentro de la comunidad científica las publicaciones periódicas dedicadas a la ciencia del mar que permanecen vigentes son cuatro solamente, asociadas a las universidades:

³⁷ Leniz, B. (2018)

³⁸ Plan oceanográfico nacional 2010. (2010)

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Universidad de Valparaíso, y Universidad de Concepción.³⁹

Esto muestra claramente una dificultad en la difusión de la información en ciencias del mar en general. La información que se obtiene a través de investigaciones resulta difícil que llegue a la población de manera efectiva.⁴⁰ Además si lo relacionamos con la falta de información actualizada y constante sobre la contaminación de plástico en el mar, se puede observar la necesidad de visibilizar y difundir la información entre la comunidad científica y la población.

Para lograr la visibilización del problema es necesario trabajar en conjunto con organizaciones, como WWF Chile, que tengan programas o campañas para educar a las personas y generar conciencia. “Nuestro territorio marítimo no sólo es extenso, sino que único, riquísimo y desconocido en su gran mayoría. En el país no hemos realizado esfuerzos exitosos para lograr un convencimiento profundo de pertenencia, orgullo y una conciencia marítima nacional.”⁴¹

39 Plan oceanográfico nacional 2010. (2010)

40 Montecinos, Y. (2018)

41 Farías, D. (2012)

3.2 Propuesta Conceptual

El ser humano al residir en el continente, ignora el enorme habitat que es el océano y la importancia que posee para la vida. Al mismo tiempo, es en esta ignorancia que se obvia el impacto que tiene la existencia humana en este ecosistema, el cual funciona en sí mismo como un macro organismo vivo, con características propias y que sustenta a otros seres.

La contaminación del plástico en el océano es la manera en la que el ser humano, ha enfermado este organismo prácticamente en su totalidad y, con esto, a todos los organismos que dependen de él, incluyéndose.

Es en esta situación que el proyecto se presenta como una célula, unidad básica, replicable para recorrer el océano, captar y procesar el plástico, elemento responsable de enfermar el macro sistema del mar. Además, en forma paralela a las funciones de captación, se plantea el programa de captación como una manera de percatarse del impacto que ha producido el plástico con el tiempo.

A causa de que el padecimiento del ecosistema marino tiene una gran extensión, el proyecto esta planteado como el primer prototipo de un sistema de captación de plástico que funciona en conjunto con otras unidades similares, de manera semejante a los glóbulos blancos al enfrentarse a enfermedades. De esta forma, se reduce la extensión de la contaminación de plástico en el mar de manera progresiva.

3.3 Partido general

A partir del análisis de la problemática, se considera que el proyecto tiene tres situaciones de diseño a las que tiene que responder: la relación con la isla de plástico, la relación con el mar y la relación espacial en su interior. Según esto, se asocian 3 conceptos a través de los cuales mi proyecto genera la relación.

Relación Proyecto - Isla de plástico: Trasladar

La relación está determinada por el movimiento propio de las islas de plástico flotando en el mar al cual el proyecto debe ser capaz de responder y relacionarse. La capacidad de cambiar de posición en el giro oceánico resulta ser primordial.

Relación Proyecto - Océano: Desplegar

Emplazarse en el océano implica responder a una lógica diferente a la del continente, resulta necesario adaptarse a las condiciones que se presentan, reconocer el territorio y ser capaz de posicionarse en él.

Relación espacial - Combinar

La forma de habitar del humano en el océano (en buques y en cruceros) tiene un sentido vertical, donde la vida está separada en niveles y la forma de recorrerlo es subiendo y bajando escaleras, que se contraponen con la horizontalidad del océano. En el proyecto, la verticalidad y la horizontalidad entrelazan para albergar los programas.

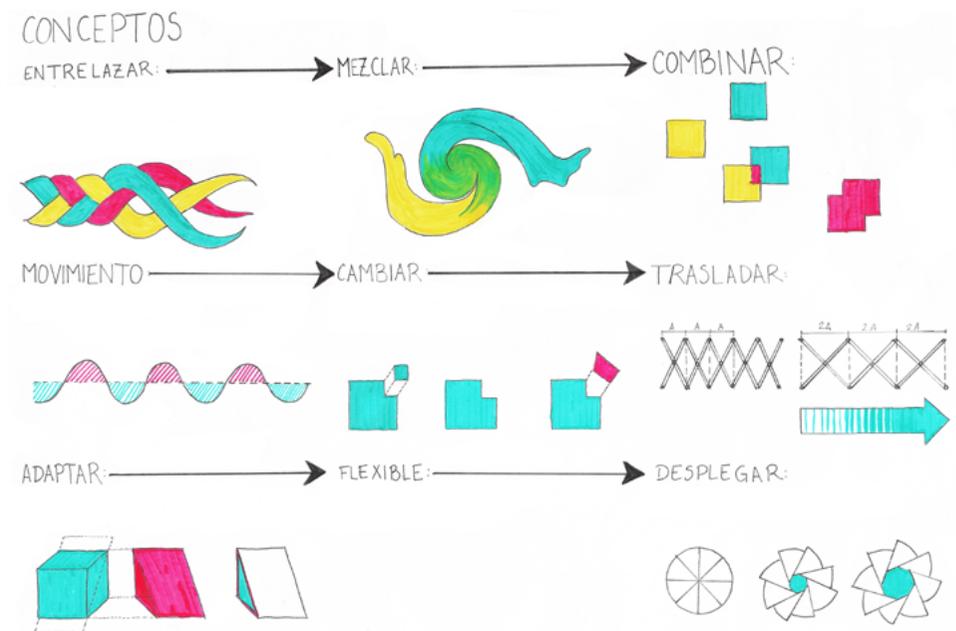


Imagen 14. Esquemas de planteamiento conceptual
Elaboración propia

Considerando la extensión de las islas de plástico, la dificultad de la captación del plástico en alta mar, la necesidad de generar nuevas investigaciones referentes a las consecuencias que genera la contaminación plástica, la creciente conciencia colectiva de la problemática y la posibilidad de reutilizar y resignificar el desecho plástico oceánico, surge la idea de generar una **estación oceánica captadora de plástico que sea replicable y forme parte de un sistema mayor** que se desplieguen en los giros oceánicos y combinen programas de captación e investigación.

Cabe destacar que el proyecto no busca resolver el problema en su totalidad, sino dar un primer paso en la búsqueda de propuestas arquitectónicas en pos de permitir la captación del plástico.

La estación considera la tarea de **captar, compactar y traer al continente los residuos plásticos** considerando la reutilización del material para nuevos productos, además de permitir **investigaciones “in situ”** para profesionales interesados. La arquitectura funciona como un medio para buscar una solución interdisciplinar al problema.

El sistema de captación esta compuesto por varias estaciones oceánicas que funcionan con programa similar de manera de contrarrestar la velocidad del aumento de los desechos plásticos en el océano, hasta reducir las islas plásticas a lo largo del tiempo.



Imagen 15. Esquema general de funcionamiento de proyecto.
Elaboración propia

3.3 Estrategias de Diseño

Las estrategias de diseño responden a la relación que el proyecto establece con el océano y sus características ambientales.

1.- Al momento de permanecer de manera prolongada en un mismo punto del océano, el proyecto necesita tener una **forma regular** que disminuya los giros involuntarios generados por la fuerza de las corrientes.

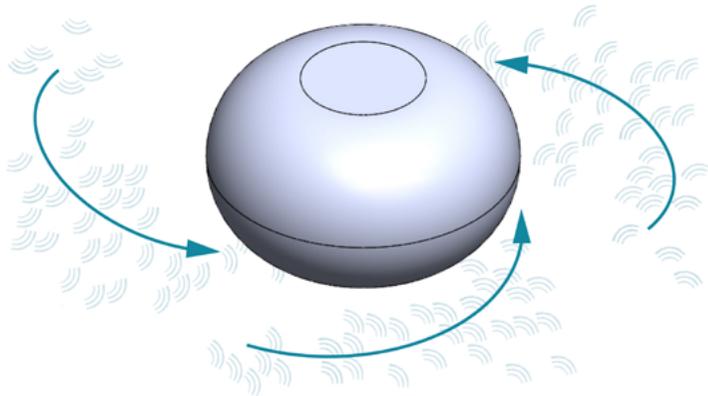


Imagen 16. Estrategia de diseño 1
Elaboracion propia

2.- Generación de estructuras lineales para captación de plástico desde cualquier dirección que venga la corriente. Al ser estructuras lineales es mayor la superficie de captación. Pueden ser utilizadas para atracar embarcaciones menores.

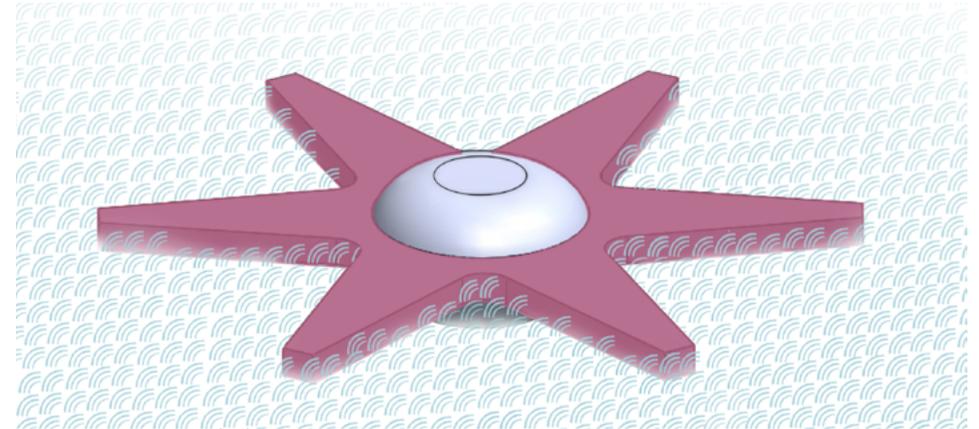


Imagen 17. Estrategia de diseño 2
Elaboracion propia

3.- Generación de profundidad para asegurar punto de gravedad y evitar volcamientos en alta mar.

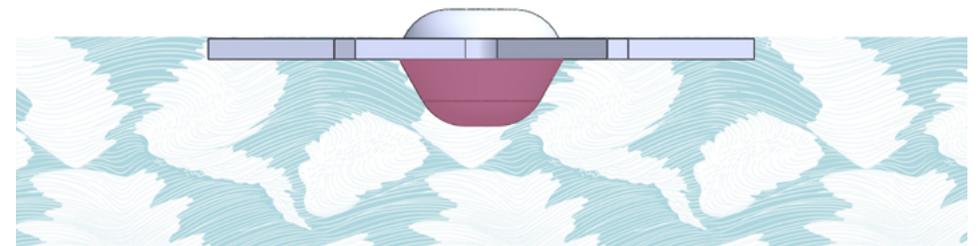


Imagen 18. Estrategia de diseño 3
Elaboracion propia

Estrategias de diseño pueden estar sujetas a modificación.

CAPÍTULO IV / PROYECTO

La arquitectura se basa en la ciencia tanto como en la intuición

-Jørn Utzon

4.1 Escala Marítima

En el océano:

A causa de la extensión de la problemática de la contaminación de plástico en el océano, la estación oceánica actúa de manera localizada en el giro oceánico del Pacífico Sur, principalmente por la proximidad a las costas chilenas. Específicamente, el área a recorrer para captar el desecho plástico correspondería al Mar Presencial de Chile en el cual el país tiene responsabilidades dadas por acuerdos internacionales.

A futuro, este proyecto puede ser replicable y funcionar como una colaboración entre diferentes organismos y naciones para lograr abarcar la extensión de un giro oceánico.

La estación oceánica en altamar debe cumplir con dos funciones: navegar y captar plástico. En ambas funciones se genera la necesidad de relacionarse con el océano de manera prolongada. Es por esto que se consideran directrices específicas de acuerdo a las características del océano.

Para navegar en alta mar el proyecto tener una dirección independientemente de su posicionamiento donde se permita tener un control visual de lo que hay delante y una infraestructura que le permita surcar las olas de manera que la fuerza de las olas no genere resistencia al movimiento del proyecto.

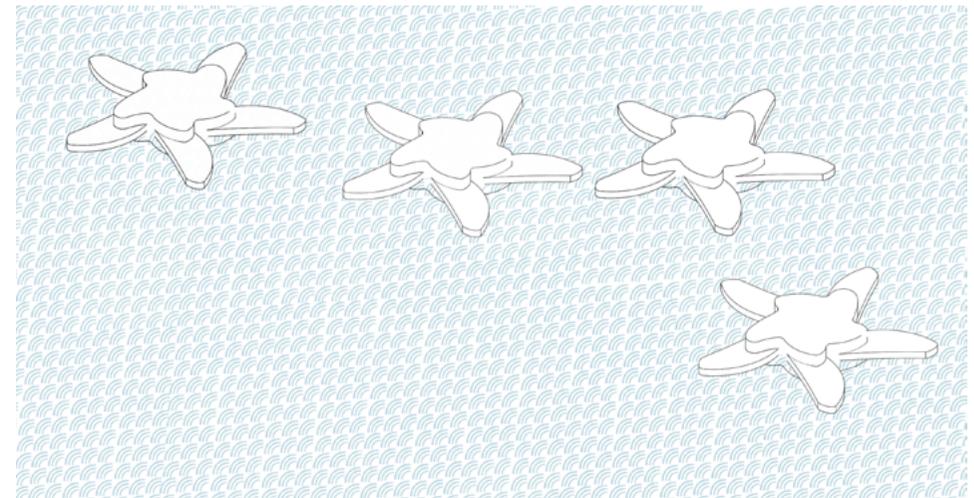


Imagen 17. Proyecto replicable
Elaboración propia. Sujeto a modificación

Al estar en el océano abierto las condiciones climáticas son los factores que condicionan el comportamiento del proyecto.

Presión Atmosférica:

El giro oceánico del Pacífico sur es un área donde hay una predominancia de masas de aire tropical marítimo y están bajo el dominio de las altas presiones del Anticiclón del Pacífico.⁴² (Ver Imagen 19) Esto implica que es un área más seca, con cielos despejados. Por lo que al navegar es una zona más tranquila sin muchas lluvias.

Estaciones del año:

Las zonas de alta presiones en los meses fríos tienden a moverse al Ecuador y hacia los polos en verano⁴³. La divergencia la subsidencia y divergencia superficial de vientos va asociado a estos movimientos. Determinando la presencia de tormentas y de nubes.

Vientos:

El viento se mueve en dirección Este, con componente secundario Norte o Sur al acercarse a las costas (Sureste en las costas chilenas).

Tormentas:

Las tormentas en el océano son situaciones complejas que pueden dañar las estructuras de la estación a causa de la velocidad de los vientos y el tamaño de las olas. Es por ello que, por seguridad, la estación oceánica puede relocarse para evitar enfrentarse a una tormenta.

La distancia lineal máxima aproximada a recorrer por el proyecto es 3.700 kilómetros (desde las costas chilenas hasta el límite del Mar Presencial)⁴⁴. Lo cuál es posible recorrerlo en 10,3 días teniendo una velocidad estimada de 8 nudos (14,186 km/h).⁴⁵

42 Hajek & Espinoza, (1987)

43 Idem

44 Dato calculado con Google Earth.

45 Sujeto a modificación.

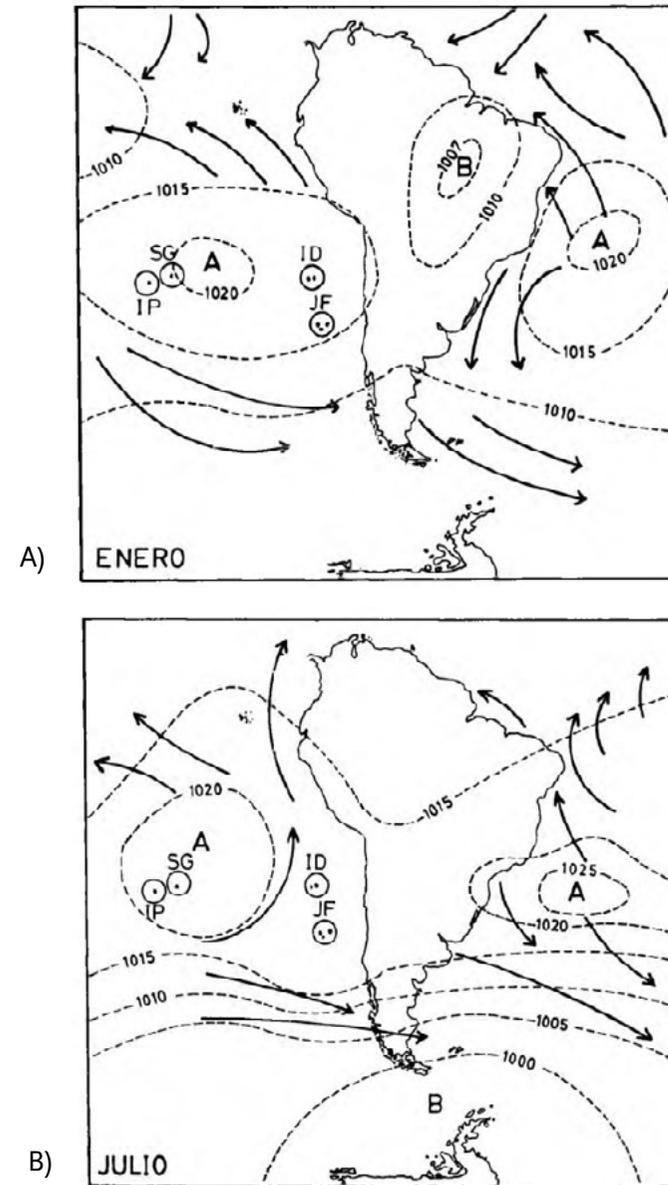


Imagen 18 Repartición media de las presiones y de los principales flujos en la superficie del globo
Fuente: Hajek & Espinoza, (1987)

Al momento de localizarse en alguna zona afectada, la estación oceánica puede flotar y mantenerse a la deriva con las corrientes según lo necesite para realizar la captación de plástico.

El proyecto para captar el plástico se beneficia tando de su capacidad para navegar a través de las corrientes y posicionarse adecuadamente, como la capacidad del plástico fluyendo hacia él con las corrientes.

Según la información mostrada en el capítulo 2, el plástico en el océano no se encuentra distribuido de manera homogénea. Es por ello que se plantea la captación de plástico en la situación más desfavorable que corresponde a un kilómetro cuadrado de contaminación plástica. En esta situación, una estación oceánica no resulta capaz de captar todo el plástico. Por lo tanto, la manera de reducir esta isla de plástico es en conjunto de varias estaciones que funcionarnen conjunto para tener un área de captación mayor.

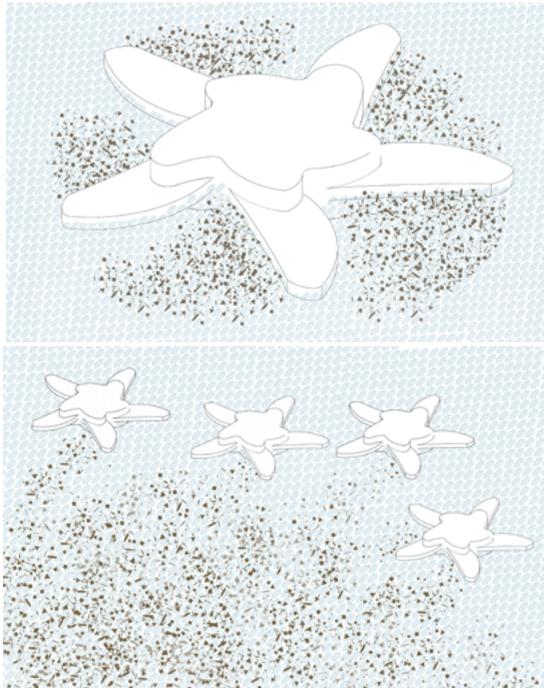


Imagen 19. Captación plástico como unidad (arriba) y como sistema en zonas de alta densidad (abajo).
Elaboración propia

En la costa:

La estación oceánica, al proponer un sistema de unidades replicables a futuro, plantea la utilización de las estructuras portuarias ya existentes para llegar a la costa, descargar el plástico compactado y re-abastecerse, de manera que pueda llegar a lo largo de todo el país según se necesite. De este modo, el proyecto puede implementarse a lo largo del país sin necesidad de nuevas estructuras.

El sector de llegada del proyecto está determinado por la proximidad de los puertos a las empresas procesadoras de plástico, a los centros de investigación y universidades que realicen investigación en temas relacionados.

A continuación se realiza un levantamiento de información de la localización de centros de investigación, empresas que trabajen con plástico reciclado y los muelles existentes en Chile, para determinar un área donde la estación oceánica pueda llegar.



Imagen 20. Ubicación centros de investigación.
Elaboración propia

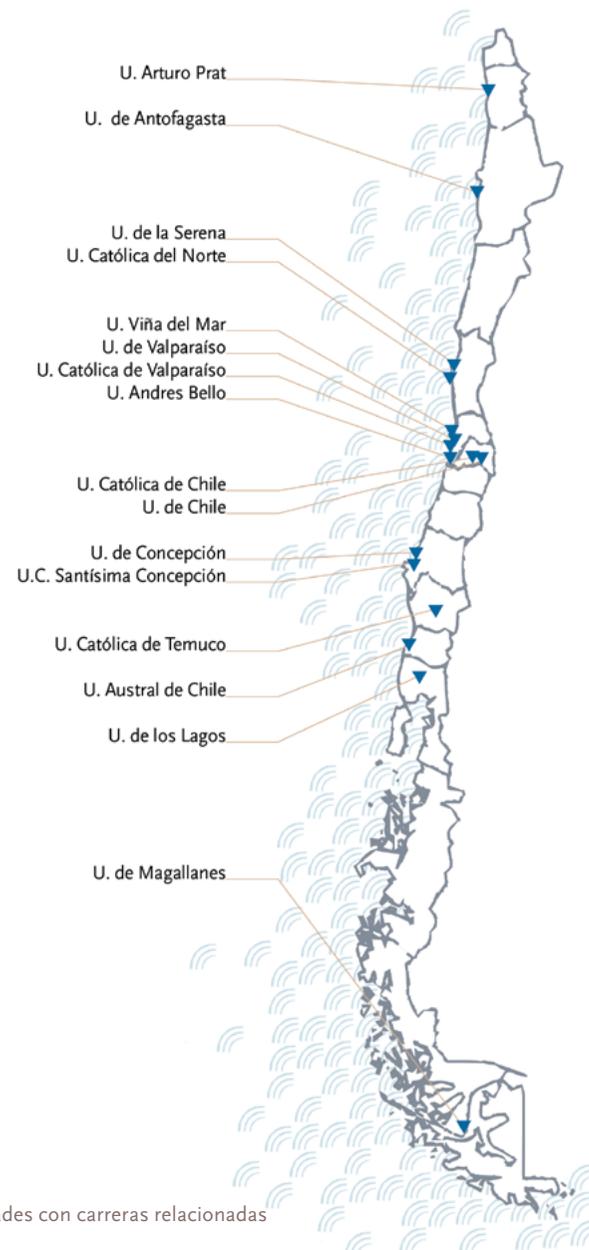


Imagen 21. Universidades con carreras relacionadas
Elaboración propia



Región	Puerto	Sitios de atraque	Eslora Máx(m)	Calado Máx(m)
Arica y Parinacota	Arica	4	260	12,4
	Iquique	4	245	11,2
Tarapacá	Tocopilla	1	250	14,4
Antofagasta	Angamos	4	225	12,8
	Antofagasta	7	260	12
Atacama		-	-	-
Coquimbo	Coquimbo	2	260	9,3
	Ventanas	5	240	14,3
Valparaíso	Valparaíso	8	245	13,8
	San Antonio	9	235	11,3
Metropolitana		-	-	-
O'higgins		-	-	-
Maule		-	-	-
Bio Bio	Lirquén	6	295	16,2
	CAP(Talcahuano)	2	200	11,1
	Talcahuano	2	160	10
	San Vicente	3	220	12
	Coronel	8	205	14,1
Araucanía		-	-	-
Los Ríos	Corral	1	230	12,5
Los Lagos	Puerto Montt	2	240	9,3
	Castro	1	155	8,5
Aysén	Puerto Chacabuco	8	190	9,6
Magallanes	Puerto Natales	3	135	6,6
	Punta Arenas	7	250	14

Imagen 22. Ubicación puertos y sus características
Elaboración propia



Región	Empresa	Ciudad	Comuna
Valparaíso	Cambiaso	Valparaíso	Valparaíso
Metropolitana	Comberplast Ecofibras Exozs Ferroplast Green Plast Poliplast Introplast Reverplast RPLast Greendot Chile S. A. Martinez y Valdivieso S.A. Sociedad Comercial Degraf Ltda. B.C.C. PackagingSystems Limitada Industria Procesadora de Plástico Ltda. (Inproplas Ltda.) RECIPET Prohesa Green Plast Polysmart Plásticos Alcayaga y Rovira Ltda. Plásticos del Norte Ltda. JISA-Plásticos Ltda.	Santiago	San Bernardo San Bernardo San Joaquín Estación Central Lampa Independencia La Pintana Puente Alto San Bernardo Buin Buin Quilicura San Bernardo San Bernardo San Bernardo Maipú Huechuraba San Bernardo San Bernardo Renca Macul
Bio bio	Reciclajesexcind Ecofibras (Sucursal)	Talcahuano Coronel	Talcahuano Coronel
Los Lagos	Ecofibras (Sucursal)	Puerto Montt	Puerto Montt

Imagen 23. Ubicación plantas recicladoras de plástico
Elaboración propia

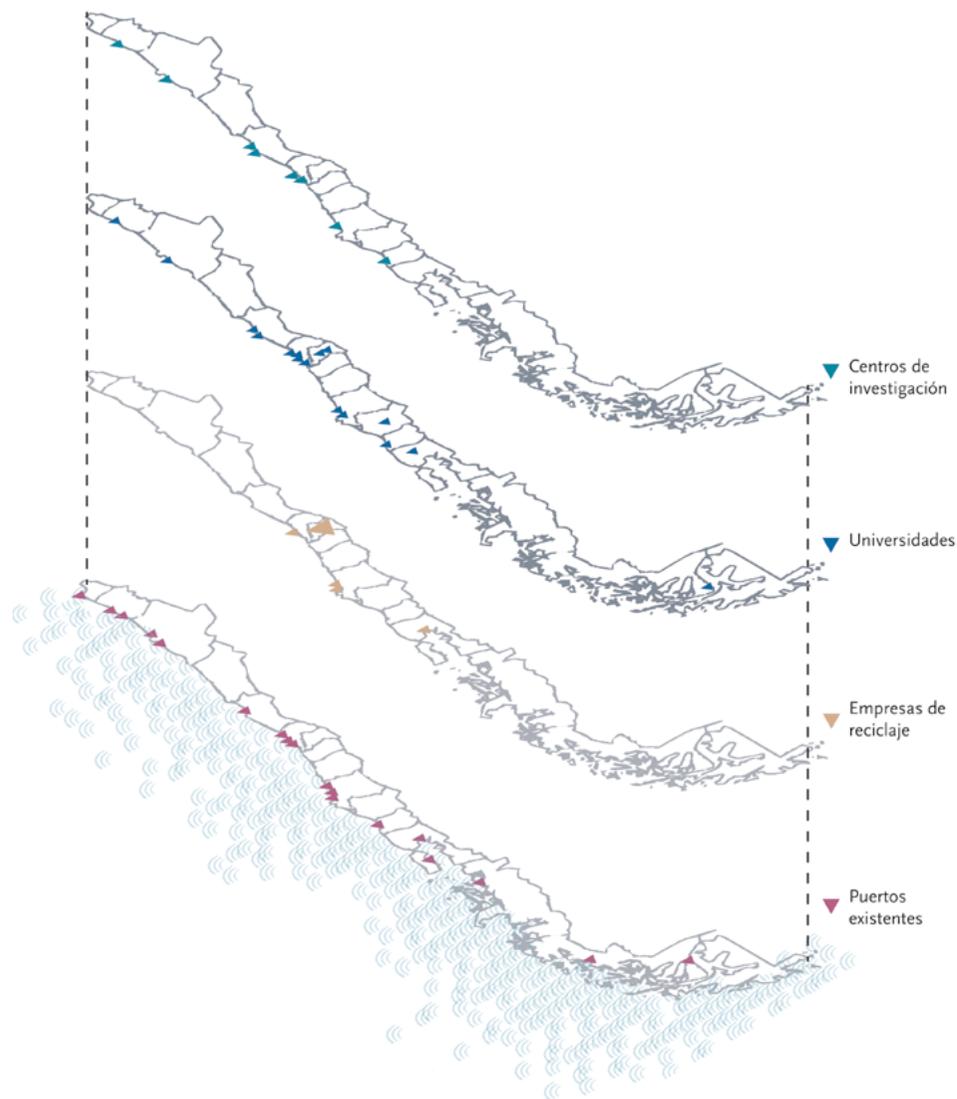


Imagen 24. Levantamiento de Información
Elaboración propia

Como se puede observar, actualmente, las empresas que trabajan el plástico se encuentran principalmente localizadas en la Región Metropolitana, por lo que es el sector al cual el plástico compactado del proyecto debe llegar para ser procesado y convertido en nuevos productos.

Sin embargo, sin descartar que en un futuro pueda existir mayor desarrollo en temas de reciclaje e investigación al respecto a nivel país, se plantea como área de arribo la zona centro del país, entre la región de Coquimbo y del Bio-Bio.

4.2 Principios de flotación

Si bien la estación oceánica no se concibe como un barco, se comparten ciertos lineamientos bases de estabilidad similares a los que utilizan las embarcaciones para permanecer en el medio acuático.

Equilibrio: Se dice que un buque se encuentra en equilibrio estable si tiende a volver a la posición de adrizado después de estar inclinado. Para que esto ocurra, el centro de gravedad (G) deberá encontrarse por debajo del metacentro (M).⁴⁶

Estabilidad estática transversal: ocurre cuando una embarcación está en posición de equilibrio en aguas tranquilas y su centro de gravedad (G) y de carena (punto donde el empuje de flotabilidad actúa verticalmente hacia arriba) (B), se encuentran alineados en la misma línea vertical por encima de la quilla del barco (K).

Una embarcación puede inclinarse a causa de una fuerza externa (sin movimiento del peso interno) cuando esto sucede se genera una cuña de emersión a un costado y una cuña de inmersión de similar tamaño al otro costado. Como consecuencia, el centro de carena cambiará de posición del punto (B) al (B₁).⁴⁷

Peso Añadido:

“Cuando se añade peso a un buque, su centro de gravedad (G) se mueve

46 Gudmundsson, (2009)

47 Gudmundsson, (2009)

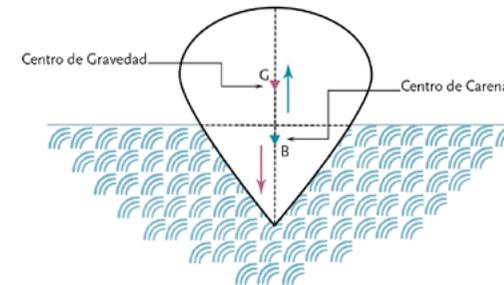


Imagen 25.

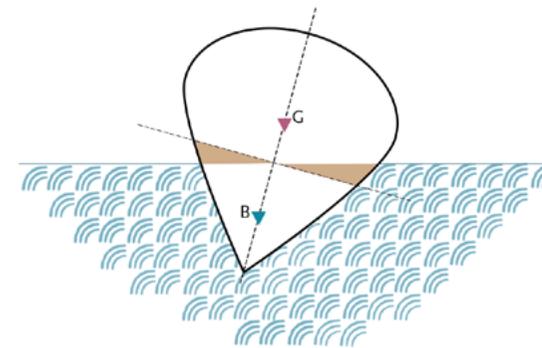


Imagen 26.

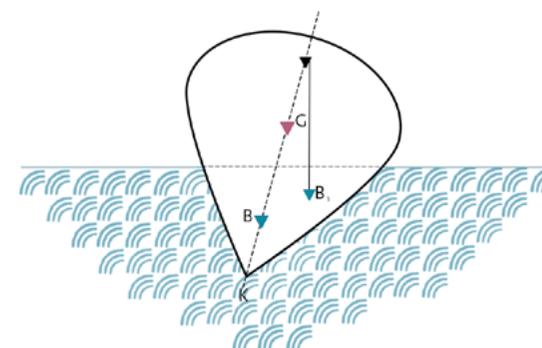


Imagen 27.

Elaboración propia en base a Gudmundsson (2009)

siempre en la dirección del peso añadido. Si el peso se añade a nivel de la cubierta, la posición del centro de gravedad (G) del buque asciende, lo que provoca una disminución de la altura metacéntrica (GM) y, por consiguiente, de la estabilidad.

Cualquier peso que se añada en la parte baja del buque provocará un descenso del centro de gravedad (G) y, por lo tanto, aumentará la altura metacéntrica (GM) del mismo.⁴⁸

De acuerdo a estos principios, el proyecto considera mantener el almacenamiento del plástico reciclado en la parte inferior, de manera de mantener la estabilidad en alta mar.

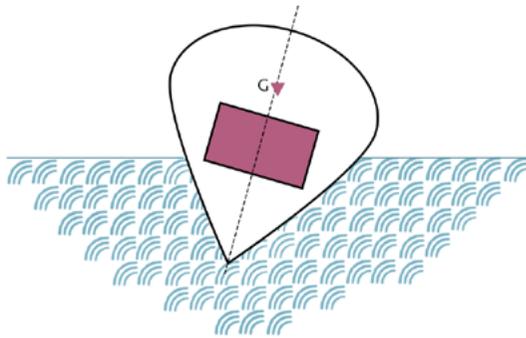


Imagen 28.

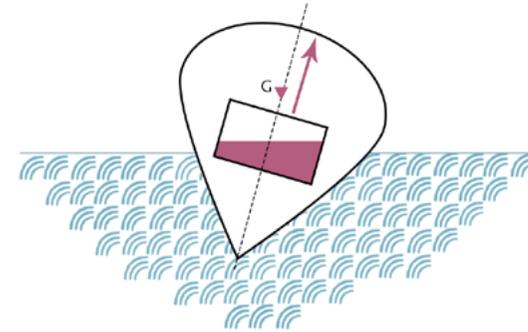


Imagen 29.

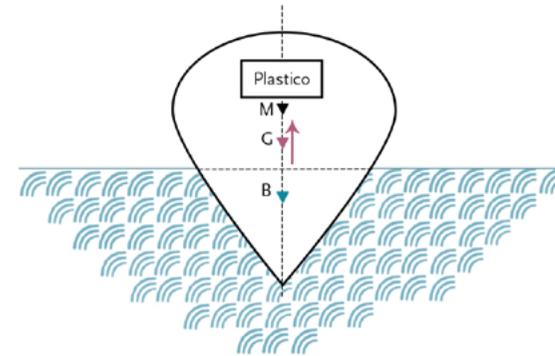


Imagen 30.

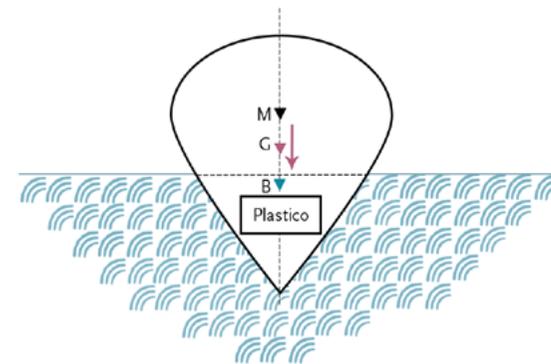


Imagen 31.

Elaboración propia

4.3 Programa

El proyecto alberga programas de captación del plástico e investigación, en conjunto con los programas relacionados con la habitabilidad y la navegación.

La forma en la que se ordenan los programas es de acuerdo a su relación con el océano. El orden sería concéntrico y se expandiría radialmente hacia el exterior del proyecto, considerando que el centro del proyecto es el punto con menor relación con el mar, hacia el exterior la relación con el mar va en aumento.

El reciclaje del plástico se ubicaría en el centro del proyecto bajo la lógica de que el plástico es el material retirado del ecosistema, es necesario contenerlo, reducirlo y aislarlo para evitar el reingreso al océano.

El programa de navegación necesita establecer una relación visual con el océano para poder tener control sobre las direcciones y las condiciones climáticas que se vayan generando en alta mar.

Las investigaciones en alta mar necesitan áreas libres próximas al mar donde puedan sumergir sus equipamientos para tomar muestras necesarias en condiciones controladas. Además, según lo conversado con Bárbara Léniz en IMO, los requerimientos espaciales de los laboratorios varían de acuerdo al tipo de investigación que se está realizando (ver Anexo n°1).

Los espacios de esparcimiento y ocio se consideran como espacios intermedios entre programas y entre el interior del proyecto y el exterior de manera que los usuarios que habiten el proyecto puedan relacionarse con el mar.

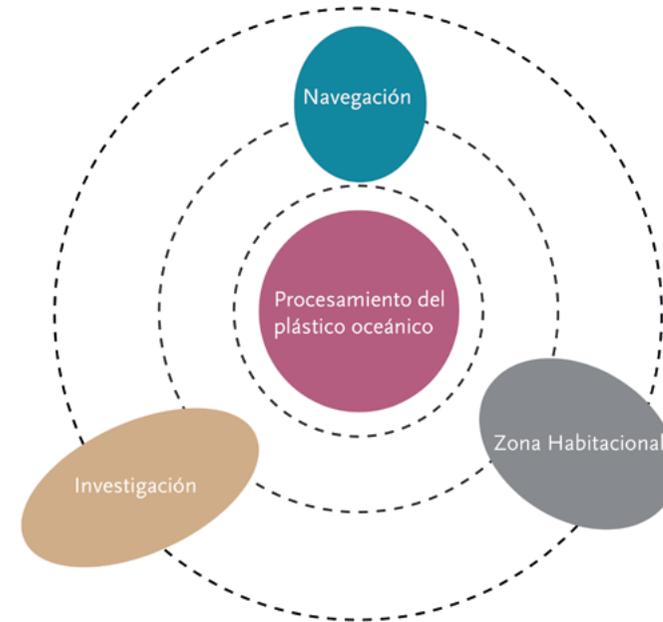


Imagen 32. Esquema de distribución radial de programas. Elaboración propia. Sujeto a cambios

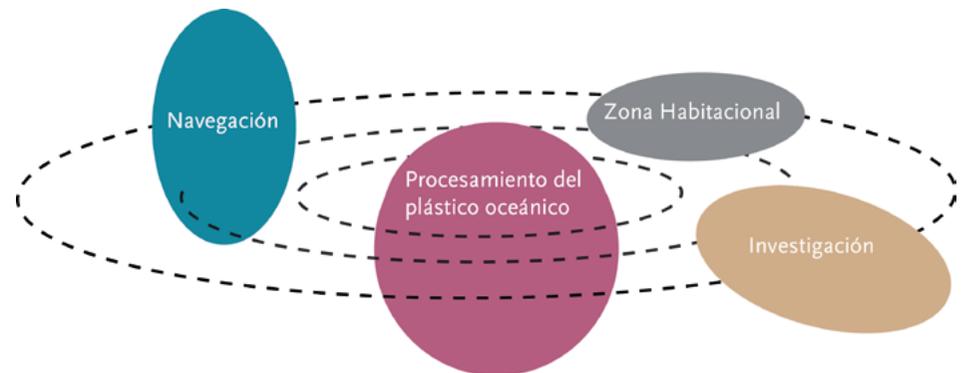


Imagen 33. Esquema de distribución radial de programas con verticalidad. Elaboración propia. Sujeto a cambios

Detalle de programa:⁴⁹

Procesamiento de plástico: 612 m2

Línea de captación
Sala de máquinas
Área de carga y descarga
Oficina de administración
Bodega de herramientas
Bodega para plásticos compactados

-Áreas comunes
Sala de descanso
Camarines
Casilleros
Baños
Duchas

Investigación: 347 m2

-Laboratorio microbiano y de zooplancton
Pañol
Laboratorio seco
Laboratorio húmedo
Microscopía
Laboratorio multipropósito
Salas de computación
Sala de refrigeración
Sala de lavado y autoclave
Almacenamiento de nitrógeno líquido
Zona de desechos

-Laboratorio de geofísica y oceanografía
Sala de calibración CTD
Sala de Reparación

Sala de computadores
Estanques de calibración con agua salina
Bodega

-Áreas
Sala de descanso
Kichenette
Baños

Navegación: 298 m2

Cabina telefónica
Cuarto de derrota
Caseta de gobierno
Pañol de herramientas
Salas de reuniones
Local Servo
Sistema de amarre
Generador de emergencia
Dormitorio capitán
Dormitorio jefe de máquinas
Dormitorio oficiales

Zona Habitacional: 203

Dormitorios
Baños
Duchas
Salas de ocio
Enfermería
Cocina
Comedor
Lavandería
Gambuza
Pañol Servicios

⁴⁹ Programa definido hasta la fecha de entrega de memoria, sujeto a cambio.

4.4 Reciclaje

A causa de que la captación y procesamiento del plástico es el programa principal de la estación resulta necesario especificar que el proyecto no se encarga de realizar el proceso completo de plástico, sino que interviene en las primeras etapas para reconvertir el material (como se puede observar en la imagen 35).

El reciclaje de compresión de calor, descrito con anterioridad, es el proceso que se plantea utilizar para procesar los plásticos captados en el proyecto. Este proceso tiene varios beneficios considerando las dificultades de captar el plástico en altamar.

Una de estas dificultades se encuentra en procesar el plástico oceánico es la manera de identificar el tipo de polímero que se está recuperando, ya que es esto lo que determina la mayoría del tiempo el proceso y el tipo de maquinaria necesario. El proceso de compresión de calor permite procesar diferentes tipos de plásticos, separándolos por peso en vez de por la composición química de estos.

Otro factor determinante es el volúmen de plástico captado diario que puede tener el proyecto. Si bien anteriormente se menciona que el plástico en el océano se puede encontrar como micro y macro plástico, no está determinado el volumen de macroplásticos o islas de plástico existentes en el océano. Es por eso que se procede a realizar un cálculo con los datos de la densidad de microplásticos en la zona del Pacífico Sur de la investigación de Eriksen, M., Lebreton, L., et al. (2014) mostrados con anterioridad. Se consideran los datos mostrados para la zona del Pacífico Sur (SP) y un punto aleatorio en una zona de alta densidad del mapa.

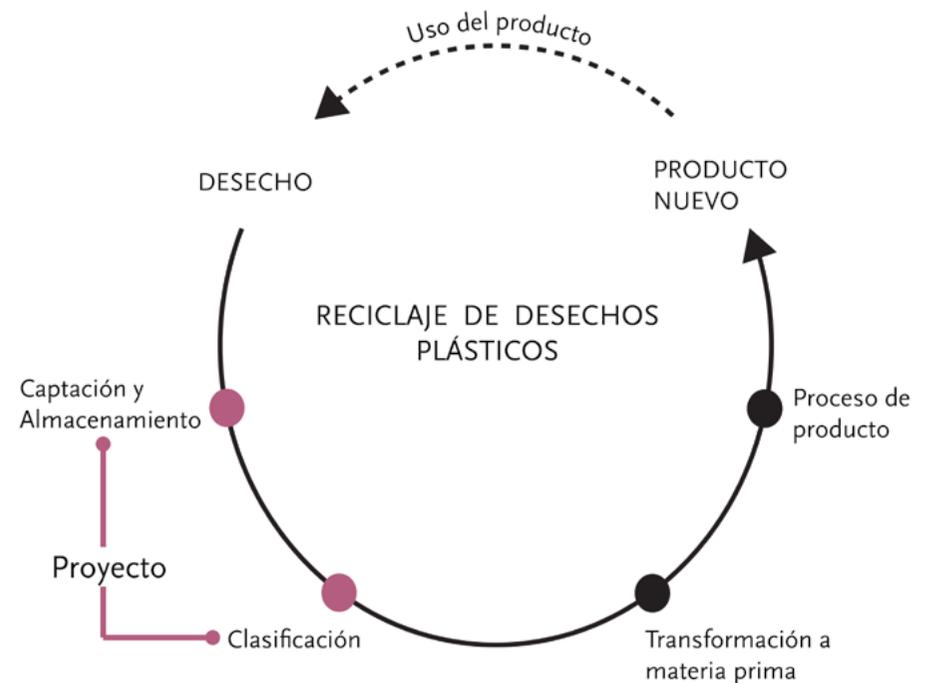


Imagen 34. Intervención del proyecto en el proceso de reciclar y revalorar el plástico. Elaboración propia.

Se calcula la cantidad de gramos por Km2 por tipo de plástico y se compara con la información entregada del mapa (Tabla 6). Luego, se agrega al cálculo la velocidad de corriente⁵⁰ (una corriente aleatoria) en la que el proyecto va a posicionarse y la medida lineal del muro, red o estructura de captación. Se prueban diferentes medidas para la estructura de captación (Tablas 7, 8 y 9).

Finalmente, a este cálculo se considera el tiempo de captación que tendrá el proyecto en altamar, dando como resultado diario un total de 15,8 kg de plástico acumulados con una estructura de captación de 100 metros, de 47,4 kg de plástico con una estructura de 300 metros y de 79,1 kg de 500 metros (Tabla 10).

De todos modos, es necesario explicar que hoy en día el volumen a captar sería mayor al calculado ya que se utilizaron datos del año 2014 y no se han considerado datos de macroplásticos. Además, la contaminación del plástico en el océano aumenta exponencialmente cada año.

Como se puede observar en las tablas, los volúmenes de microplásticos a procesar no son considerables como para alimentar un proceso de pirólisis de forma continua, por lo que se generaría un consumo excesivo de recursos en un proceso que se encontraría sobredimensionado para el proyecto.

Por otro lado, se escoge la compactación de calor ya que permite tener un producto de fácil almacenamiento y transporte, lo que es beneficioso considerando el recorrido que tiene el plástico hasta llegar a una planta procesadora en el continente.

	Size class	NP	NA	SP	SA	IO	MED	Total
Count	0.33-1.00 mm	68.8	32.4	17.6	10.6	45.5	8.5	183.0
	1.01-4.75 mm	116.0	53.2	26.9	16.7	74.9	14.6	302.0
	4.76-200 mm	13.2	7.3	4.4	2.4	9.2	1.6	38.1
	>200 mm	0.3	0.2	0.1	0.05	0.2	0.04	0.9
	Total	199.0	93.0	49.1	29.7	130.0	24.7	525.0
Weight	0.33-1.00 mm	21.0	10.4	6.5	3.7	14.6	14.1	70.4
	1.01-4.75 mm	100.0	42.1	16.9	11.7	60.1	53.8	285.0
	4.76-200 mm	109.0	45.2	17.8	12.4	64.6	57.6	306.0
	>200 mm	734.0	467.0	169.0	100.0	452.0	106.0	2028.0
	Total	964.0	564.7	210.2	127.8	591.3	231.5	2689.4

Tabla 4. Tabla de información de la zona del Pacífico Sur para cálculo de volumen
Fuente: Eriksen, M., Lebreton, L., et al. (2014)

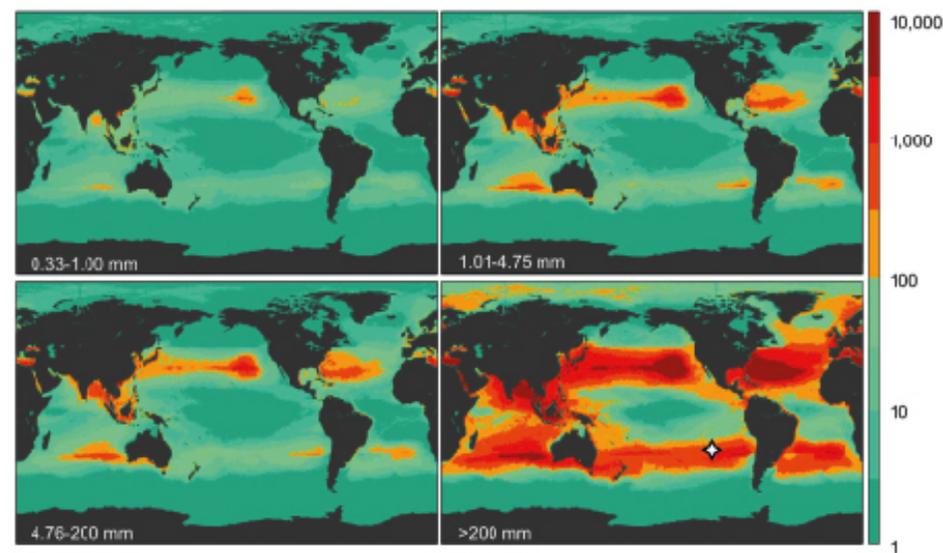


Imagen 35. Punto de densidad alta elegido para calcular volumen esperado de plástico a captar.
Fuente: Eriksen, M., Lebreton, L., et al. (2014)

SP=South Pacific

N° total de plástico [piezas]	Peso total de plástico [ton]	Peso promedio por pieza [gr/pieza]
491000000000	21020	0,043

Tabla 5. Tabla procesamiento información investigación

⁵⁰ Información obtenida de <https://earth.nullschool.net>

SP				
Tamaño piezas	g por pieza	piezas por km2	g/km2 Calc	g/km2 Graf
0.33-0.1	0,004	10000	36,9	10
1-01-4,75	0,006	10000	62,8	100
4,76-200	0,040	1000	40,5	100
>200	16,900	100	1690,0	1.000
Total		21.100	1.830	1.210

Tabla 6. Tabla comparación de información calculada y entregada por gráfico

Velocidad marea [m/s]	Velocidad marea [km/hr]	Kg retenidos en 1 km en 1 hora	Tamaño de muro [m]	Horas de acumulación	Kg acumulados
1	3,6	6,59	100	1	0,7

Tabla 7. Tabla calculo kg. acumulados considerando velocidad de maera y tamaño de estructura captadora 100 m. lineales.

Velocidad marea [m/s]	Velocidad marea [km/hr]	Kg retenidos en 1 km en 1 hora	Tamaño de muro [m]	Horas de acumulación	Kg acumulados
1	3,6	6,59	300	1	2,0

Tabla 8. Tabla calculo kg. acumulados considerando velocidad de maera y tamaño de estructura captadora 300 m. lineales.

Velocidad marea [m/s]	Velocidad marea [km/hr]	Kg retenidos en 1 km en 1 hora	Tamaño de red [m]	Horas de acumulación	Kg acumulados
1	3,6	6,59	500	1	3,3

Tabla 9. Tabla calculo kg. acumulados considerando velocidad de maera y tamaño de estructura captadora 500 m. lineales.

Tabla	Red de 100 metros	Red de 300 metros	Red de 500 metros
Tiempo	Kg de plastico acumulados	Kg de plastico acumulados	Kg de plastico acumulados
1 hora	0,7	2,0	3,3
2 horas	1,3	4,0	6,6
8 horas	5,3	15,8	26,4
1 Dia	15,8	47,4	79,1
1 Semana	110,7	332,1	553,5
1 Mes	442,8	1.328,3	2.213,8
6 Meses	2.656,6	7.969,8	13.282,9
1 Año	5.313,2	15.939,5	26.565,9
10 años	53.131,8	159.395,3	265.658,9

Tabla 10. Tabla incluyendo el factor tiempo de recolección en las 3 estructuras de diferentes longitudes. Cálculo Elaboración propia

4.5 Usuarios

Investigación:

Se consideran profesionales de oceanografía, microbiología, geofísica, biología marina y profesionales afines.

Investigadores científicos guías

Investigadores biólogos o microbiólogos guía

Asistentes de investigación

Oceanógrafos/geofísicos

Captación Procesamiento de plástico

Operadores técnicos de compactación

Ingenieros mecánicos

Encargado de almacenamiento

Navegación:

Capitan

Almirante

Marinos Especializados

Cadetes

Habitabilidad

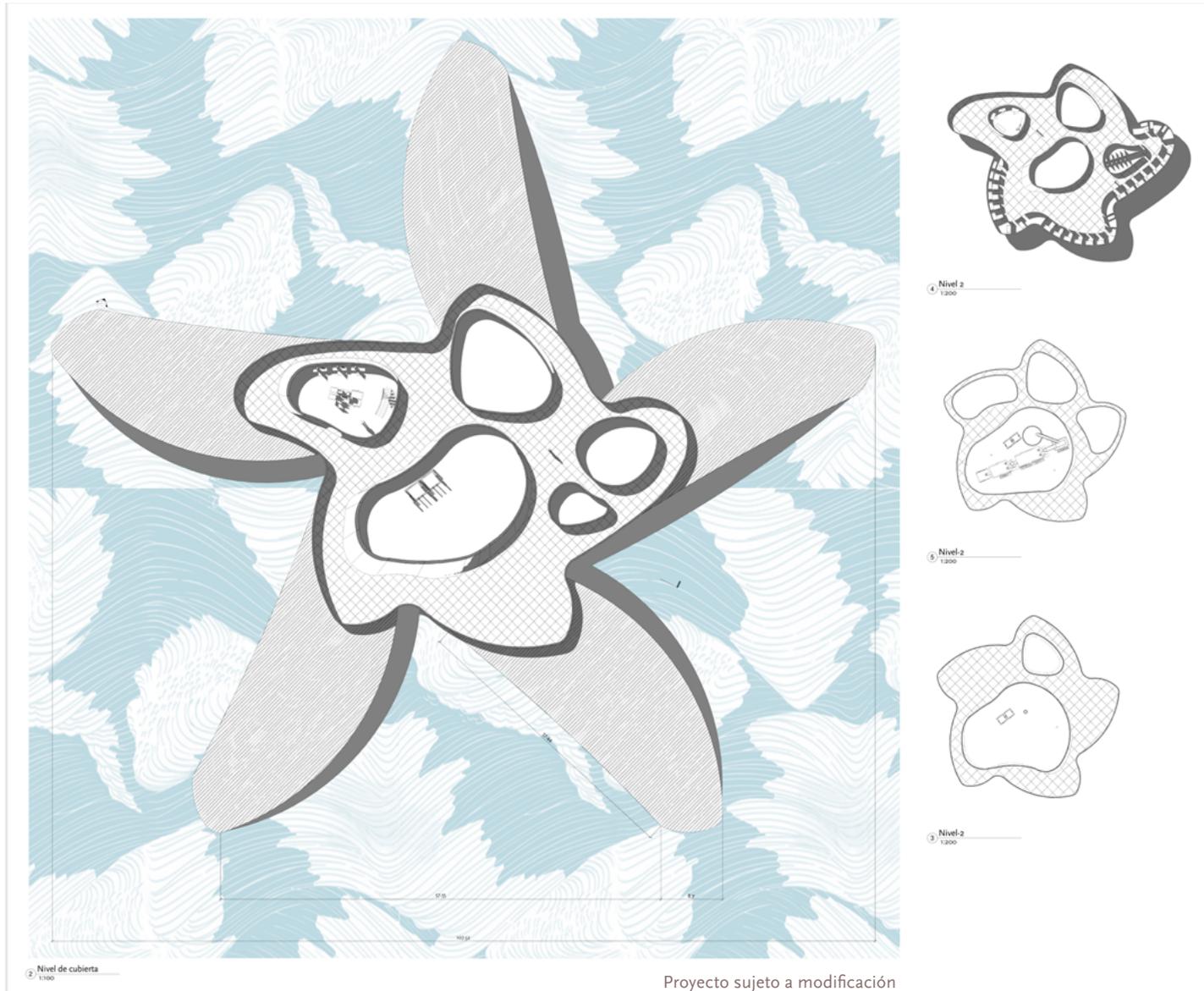
Cocinero

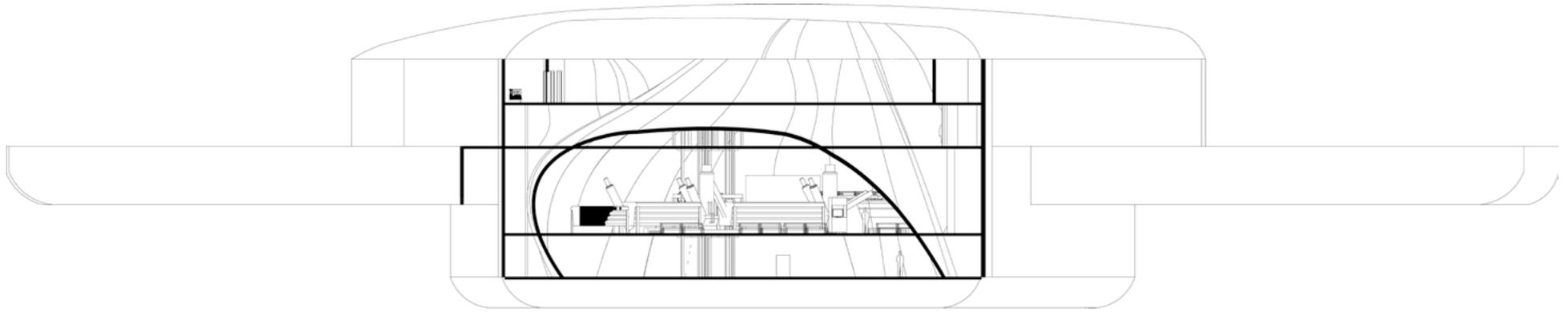
Asistente de cocina

Enfermero

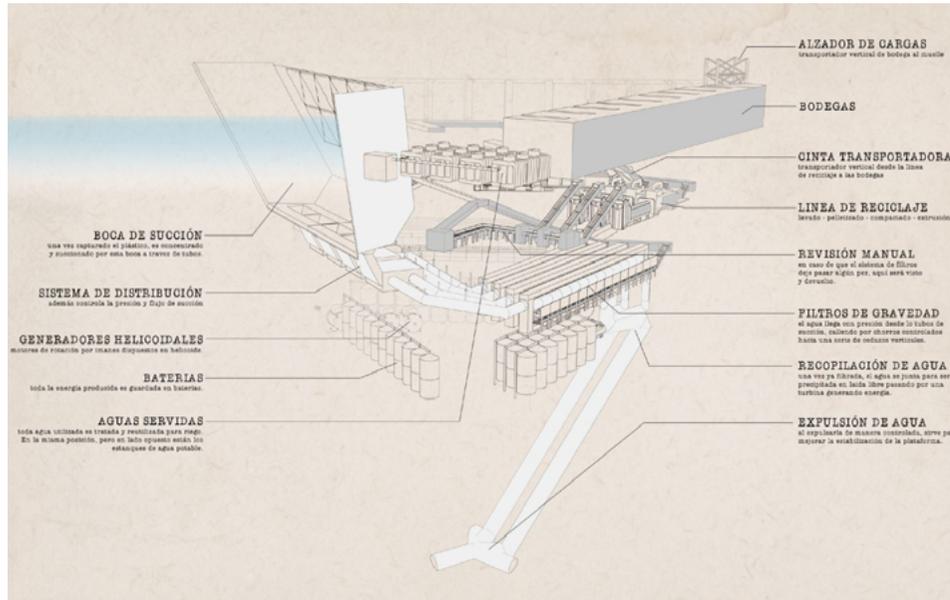
Los usuarios de la estación oceánica deben estar capacitados para utilizar los sistemas de emergencia y salvavidas.

4.6 Planimetría





4.7 Referentes



Referente n°1: Plataforma de Dialización Oceánica

Tipo: Proyecto de Título FAU 2013

Estudiante: Cristián Erhmanaut

Profesor Guía: Yves Besançon, Universidad de Chile

Ubicación: Sector oceánico Isla de Pascua

Criterio de selección: Referente programático el cual ha permitido generar una reflexión en cuanto a los avances de la información levantada con los años y como afectan a las decisiones arquitectónicas y programáticas del proyecto.

Aporte al proyecto: Ha permitido dilucidar cómo se puede llevar el tratamiento de plástico al océano y ha dado cuenta del estado del arte de la problemática en la escuela.

Referente n°2: Lylipad

Tipo de proyecto: Ecópolis flotantes para los refugiados climáticos, Océanos 2008-2017

Arquitecto: Vincent Callebaut Architects

Ubicación: Océano, Mundo

Criterio de selección: Si bien este proyecto es de mayor escala, el partido general del proyecto y el hecho de que se distribuya su programa en módulos específicos de manera perimetral en torno a una laguna central que permite a los habitantes relacionarse con el océano de manera protegida es rescatable.

Aporte al proyecto: Edificación autosuficiente que puede albergar variedad de programas y permanecer de manera continua en el océano.



Referente n°3: Plataforma para la Difusión e Investigación Marina Itinerante

Tipo: Proyecto de Título FAU 2017
Estudiante: Franco Marrese Taylor
Profesor Guía: Manuel Amaya

Criterio de Selección: Este proyecto desarrolla detalladamente un sistema macro de recorridos a nivel nacional según temporadas y cantidad de turistas pasando por diversos puertos para mostrar exposiciones. Es un ejemplo de una manera de abordar el proyecto para que navegue pero sea una respuesta desde la arquitectura y no desde la ingeniería naval.

Aporte al proyecto: Muestra un planteamiento detallado de la relación itinerante entre los diferentes puertos de Chile, de esta forma es posible generar un itinerario de recorridos. Proyecto arquitectónico con programa de investigación.



Referente n°4: AGS-61 "Cabo de Hornos"

Tipo de proyecto: Buque de investigación. Fines oceanográficos, hidrográficos y de pesca científica.
Astillero: Astilleros y Maestranzas de la Armada, Talcahuano
Dotación: 9 oficiales, 34 Gente de Mar y 25 científicos
Autonomía: 35 días navegando, sin reabastecimiento, 6240 MN a 10,5 nudos.

Criterio de selección: Es un referente desde la arquitectura naval existente para la investigación. En la distribución espacial se busca la optimización, eficiencia y funcionalidad del programa por sobre la habitabilidad de las personas a bordo.

Aporte al proyecto: Permite tener una dimensión del programa de investigación además de mostrar que herramientas externas son necesarias para realizar expediciones de investigación en el océano.



Referente n°5: Estructuras de cultivo de salmoneras

Criterios de Selección: Son estructuras ligeras que pueden montarse en altamar y funcionan a través de módulos, al unir varias se logra generar un conjunto que poco a poco va desplegándose en el agua, imponiendo un orden y generando puntos de encuentro controlados con el agua, permitiendo albergar actividades productivas.

Aporte al proyecto: Módulos que pueden unirse para generar un sistema de mayor tamaño para potenciar la función determinada.



Referente n°6: Ocean Clean Up

Criterio de Selección: Sistema prototipo de ONG para captar plástico en el mar. Estructura simple que capta plástico, necesita naves auxiliares para instalarla y retirarla. No se ha probado en mar abierto, solo en el mar interior de Nueva York.

Aporte al proyecto: Estructura que puede integrarse en un proyecto que contenga programas asociados a la captación de plástico.

CAPÍTULO V / ESPECIFICACIONES

¿Por qué los submarinistas y los surfistas son algunos de los defensores más fuertes de la conservación del océano? Porque han pasado tiempo en el mar y en sus alrededores y han visto personalmente la belleza, la fragilidad e incluso la degradación del corazón azul que es nuestro planeta.

-Sylvia Earle

5.1 Propuesta de Sustentabilidad integral

La sustentabilidad se adopta en el proyecto con la idea principal de captar el desecho plástico oceánico y mitigar su impacto en el medio ambiente marino. A continuación se plantean las variables que se consideran y se buscan potenciar:

Mitigación del impacto del plástico en el océano:

Al captar el desecho plástico de forma sistemática, se busca reducir el impacto y restaurar paulatinamente el medio ambiente acuático. De esta manera se beneficia a la fauna marina y a las personas que consumen los recursos del mar.

Revalorización del desecho plástico:

Al mostrar que el plástico oceánico es un material confiable para la realización de nuevos productos, se disminuye la necesidad de plásticos vírgenes. Se construye una economía que evita la contaminación de plástico en el océano al darle un valor económico al plástico captado.

Energías renovables alternativas:

Se considera utilizar energía solar y eólica como fuentes de energía para la navegación de la estación en el océano, complementaria al combustible fósil. De esta manera el consumo de combustible se vería disminuido.

Educación y concientización:

Al acercar este problema a las costas chilenas se busca concientizar a las personas sobre la contaminación del plástico y generar difusión sobre las investigaciones realizadas en la estación oceánica.

5.2 Materialidad

Se considera FRP (Fiberglass Reinforced Plastic) como material constructivo⁵¹ gracias a las propiedades que posee. Es un material que posee alta resistencia a la corrosión, resistencia a las temperaturas y a las condiciones ambientales, como la radiación UV.

Necesita poca mantención a lo largo del tiempo.

Es un material ligero y permite la construcción de formas complejas.

⁵¹ Sujeto a modificación

5.3 Propuesta de Gestión económica y social

Se plantea el proyecto como una gestión compartida, un trabajo colaborativo entre el Ministerio del Medio Ambiente, institutos de investigación, universidades y fundaciones u ONGs que estén interesados en el proyecto.

Acogiéndose a la Ley 19.300, sobre bases generales del medio ambiente, el proyecto funcionaría como un Instrumento de Gestión Ambiental para Investigación y Educación, que implica que “los fondos de investigación científica, desarrollo tecnológico y social que tengan asignados recursos en la Ley de Presupuesto de la Nación, podrán financiar proyectos relativos al medio ambiente, sin perjuicio de sus fines específicos”⁵².

El proyecto también se puede acoger a la ley n°20.920, del Ministerio del Medio Ambiente que establece el marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y el fomento del reciclaje. En esta se explica que existe un fono para financiar proyectos, programas y acciones para prevenir la generación de residuos y fomentar su reutilización, reciclaje y otro tipo de valorización, ejecutados por municipalidades o asociaciones de éstas.⁵³

Los institutos, universidades y fundaciones que cuenten con un equipo científico con interés de realizar investigaciones referentes a la contaminación plástica en el océano pueden utilizar la estación oceánica.

52 Ley n° 19.300. Título II, Artículo 6.

53 Ley n° 20.920. Artículo 31.

El CONA ofrece a los centros de investigación acogerse a fondos estatales para realizar investigaciones. Los centros de investigación pueden utilizar la estación oceánica con los diversos fondos:

INNOVACHILE (EX-FONTEC): Manejado por CORFO, es un fondo destinado a impulsar la innovación en todo tipo de empresas, con importantes líneas de apoyo dirigidas a centros de investigación.

FONDECYT: Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico, dependiente de CONICYT. Estimula y promueve el desarrollo de investigación científica básica en el país. Para ello, incentiva la iniciativa individual y de grupos de investigadores financiando proyectos de investigación de excelencia, sin distinción de áreas o disciplinas.

FONDEF: Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico, dependiente de CONICYT. Su misión es fortalecer y aprovechar las capacidades de innovación científica y tecnológica de las universidades e instituciones de investigación y desarrollo nacionales, financiando proyectos de alta calidad, significación e impacto para mejorar la productividad y competitividad de los principales sectores de la economía y mejorar la calidad de vida de la población.

FNDR: Fondo Nacional de Desarrollo Regional. Principal instrumento financiero, mediante el cual el Gobierno Central transfiere recursos fiscales a cada una de las regiones, para la materialización de proyectos y obras de desarrollo e impacto regional, provincial y local. Su administración corresponde principalmente a los Gobiernos Regionales y a la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo.⁵⁴

54 Plan Oceanográfico Nacional, Comité Oceanográfico Nacional de Chile - 2010

CAPÍTULO VI / BIBLIOGRAFIA

¿Por qué los submarinistas y los surfistas son algunos de los defensores más fuertes de la conservación del océano? Porque han pasado tiempo en el mar y en sus alrededores y han visto personalmente la belleza, la fragilidad e incluso la degradación del corazón azul que es nuestro planeta.

-Sylvia Earle

Profesionales Consultados

Profesores consultados

Manuel Amaya (profesor guía)
Isabel Alt
María Victoria Soto
Jeannette Roldán
Luis Goldsack
Francis Pfenniger
Alberto Fernández
Guillermo Crovari
Pedro Soza
Diego Vallejo
Joselyn Arriagada

Profesionales Externos Consultados

Cristian Guzman Caro | Ingeniero Naval
Bárbara Léniz | Oceanógrafa Instituto del Milenio Oceanográfico Universidad de Concepción
Yacqueline Montecinos | Encargada de Biodiversidad Marina World Wild Foundation Chile (WWF Chile)
Pablo Subiabre | Ingeniero Civil Mecánico Universidad de Chile
Claudia Ponce | Bióloga Marina Universidad de los Andes

Bibliografía

- (2016). Archivo-es.greenpeace.org. Recuperado a partir de https://archivo-es.greenpeace.org/espana/Global/espana/2016/report/plasticos/Plasticos_en_el_pescado_y_el_mariscoLR.pdf
- Análisis económico pesquero. (2015). Sonapesca.cl. Recuperado a partir de <https://www.sonapesca.cl/wp-content/uploads/analisispesquero2015.pdf>
- Analizan evolución del empleo en el sector pesquero industrial - Aqua. (2018). Aqua. Recuperado a partir de <http://www.aqua.cl/2008/12/22/analizan-evolucion-del-empleo-en-el-sector-pesquero-industrial/>
- Aumentan los índices de contaminación en playas de la región de Coquimbo. (2018). Diario El Día. Recuperado a partir de <http://www.diarioeldia.cl/region/desarrollo-regional/aumentan-indices-contaminacion-en-playas-region-coquimbo>
- Bergmann, M., Gutow, L., & Klages, M. (2015). Micro- and Nano-plastics and Human Health (p. 355). Marine Anthropogenic Litter.
- Blest Machine. (2015). Japanese 'Blest Machine' recycles plastic into oil at home. Recuperado a partir de <https://www.youtube.com/>
- Castilla, J. (1987). Islas oceánicas chilenas (pp. 55-83). Santiago: Ed. Univ. Católica de Chile.
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible. (2012). Undocs.org. Recuperado a partir de <https://undocs.org/es/A/RES/66/288>
- Consorcios Tecnológicos Empresariales de Investigación | PIA. Conicyt.cl. Recuperado a partir de <http://www.conicyt.cl/pia/sobre-pia/lineas-accion/consorcios-tecnologicos-empresariales-de-investigacion/>
- earth :: a global map of wind, weather, and ocean conditions. (2018). Earth.

- nullschool.net. Recuperado a partir de <https://earth.nullschool.net/>
- Ehrmantraut, C. (2013). Plataforma de dialización oceánica. Proyecto prototipo para la descontaminación de plástico en los océanos. Repositorio.uchile.cl. Recuperado a partir de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/130442>
 - Engelsmann, S., Peters, S., Reisenberger, J., & Spalding, V. (2010). *PLASTICS in Architecture and Construction* (1st ed., p. 24). Birkhauser Verlag AG.
 - Eriksen, M., Lebreton, L., Carson, H., Thiel, M., Moore, C., & Borerro, J. et al. (2014). Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea. *Plos ONE*, 9(12), e111913. doi:10.1371/journal.pone.0111913
 - Explora | Programa Nacional de Divulgación y Valoración de la Ciencia y la Tecnología. (2018). Conicyt.cl. Recuperado a partir de <http://www.conicyt.cl/explora/>
 - Farías, D. (2012). Juan Carlos Castilla reflexiona sobre la importancia estratégica del mar. UC. Recuperado a partir de <https://www.uc.cl/la-universidad/noticias/6951-juan-carlos-castilla-reflexiona-sobre-la-importancia-estrategica-del-mar>
 - Guerrero, B. (1991). Navigation bridge visibility and functions. *Puc.overheid.nl*. Recuperado a partir de https://puc.overheid.nl/nsi/doc/PUC_2531_14/1/
 - Guerrero, B. (2011). Superficies Libres. *Wiki.ead.pucv.cl*. Recuperado a partir de https://wiki.ead.pucv.cl/images/2/2f/06_Superficies_Libres.pdf
 - Hajek, E., & Espinoza, G. (1987). Meteorología, climatología y bioclimatología de las Islas Oceánicas Chilenas. (pp. 55-83). Ediciones Universidad Católica de Chile.
 - Heat Compression. *RecycleNation*. Recuperado a partir de <https://recyclenation.com/green-glossary/heat-compression/>
 - Hidalgo-Ruz, V., & Thiel, M. (2013). Distribution and abundance of small plastic debris on beaches in the SE Pacific (Chile): A study supported by a citizen science project. *Marine Environmental Research*, 87-88, 12-18. doi:10.1016/j.marenvres.2013.02.015
 - How Long Does it Take Trash to Decompose. (2017). 4ocean. Recuperado a partir de <https://4ocean.com/blogs/blog/how-long-does-it-take-trash-to-biodegrade>
 - How scientists plan to clean up plastic waste in the oceans. (2018). *The Independent*. Recuperado a partir de <https://www.independent.co.uk/environment/nature/how-scientists-plan-to-clean-up-the-plastic-waste-threatening-marine-life-a6820276.html>
 - infografía de Boomerang alliance. (2015). D3n8a8pro7vhmx.cloudfront.net. Recuperado 14 May 2018, a partir de <https://d3n8a8pro7vhmx.cloudfront.net/boomerangalliance/pages/231/attachments/original/1464851954/MicroPlastic-Infographic-Final-2016.jpg?1464851954>
 - Is this the ocean of the future?. (2018). YouTube. Recuperado a partir de <https://www.youtube.com/watch?v=xKzqLdkuj6I>
 - La degradación del plástico potencia el efecto invernadero. (2018). *www.nationalgeographic.com.es*. Recuperado a partir de https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/actualidad/degradacion-plastico-potencia-efecto-invernadero_13126
 - La isla de basura encontrada frente a la costa chilena mide 3 veces el tamaño de Chile | Ladera Sur. (2018). *Ladera Sur*. Recuperado a partir de <https://laderasur.com/articulo/la-isla-de-basura-encontrada-frente-a-la-costa-chilena-mide-3-veces-el-tamano-de-chile>
 - Leeson, C. (2016). *A Plastic Ocean*. Recuperado a partir de <https://www.netflix.com/watch/80164032?trackId=14277281&tctx=0%2Co%2C5od71253-ocf5-403d-baa6-da7666f49960-75524088%2C%2C>
 - Leniz, B. (2018). Expediciones científicas en el mar. Concepción, Chile.
 - Lewis, E. (1988). *Principles of naval architecture*. Jersey City, N.J.: The Society of Naval Architects and Marine Engineers.
 - LEY-20920 01-JUN-2016 MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE - Ley Chile - Biblioteca del Congreso Nacional. *Ley Chile - Biblioteca del Congreso Nacional*. Recuperado a partir de <http://bcn.cl/1vy3u>
 - Los sectores pesca y acuicultura en Chile. (2018). *Conicyt.cl*. Recuperado a partir de http://www.conicyt.cl/documentos/dri/ue/Pesca_Acuic_Fishery_Aquac_BD.pdf
 - Marrese, F. (2017). Vista de Plataforma para la difusión marina itinerante. *Dearquitectura.uchile.cl*. Recuperado a partir de <https://dearquitectura.uchile.cl/index.php/RA/article/view/50349/52750>
 - Martinez, E., Maamaatuaiahutapu, K., & Taillandier, V. (2009). Floating marine debris surface drift: Convergence and accumulation toward the South Pacific subtropical gyre. *Marine Pollution Bulletin*, 58(9), 1347-1355. doi:10.1016/j.marpolbul.2009.04.022
 - Martinez, E., Maamaatuaiahutapu, K., & Taillandier, V. (2018). Floating

- marine debris surface drift: Convergence and accumulation toward the South Pacific subtropical gyre (p. 1347). *Marine Pollution Bulletin* 58.
- Mateluna, L. (2011). *Catch a lot: — proyecto de reconstrucción ambiental*. Repositorio.uchile.cl. Recuperado a partir de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/100376>
 - Montecinos, Y. (2018). *Difusión de las ciencias del mar*. Concepción, Chile.
 - Moran, M. (2018). *Océanos. Desarrollo Sostenible*. Recuperado a partir de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/oceans/>
 - *Ocean Currents and Sea Ice from Atlas of World Maps*, United States Army Service Forces, Army Specialized Training Division. Army Service Forces Manual M-101. (1943).
 - *Plan oceanográfico nacional 2010*. (2010) (p. 14). Valparaíso.
 - *Plastic recycling*. En.wikipedia.org. Recuperado a partir de https://en.wikipedia.org/wiki/Plastic_recycling#Thermal_depolymerization
 - *Plásticos en el pescado y el marisco*. (2016). Archivo-es.greenpeace.org. Recuperado a partir de https://archivo-es.greenpeace.org/espana/Global/espana/2016/report/plasticos/Plasticos_en_el_pescado_y_el_mariscoLR.pdf
 - Ponce, R. (2018). *Chile y sus 4.000 kilómetros de costa: ¿Es necesario crear un Ministerio del Mar?*. Emol. Recuperado a partir de <https://www.emol.com/noticias/Nacional/2018/02/27/896568/creacion-de-un-ministerio-del-mar.html>
 - *Presentación Territorial - Universidad de Chile*. (2018). Uchile.cl. Recuperado a partir de <http://www.uchile.cl/portal/presentacion/la-u-y-chile/acerca-de-chile/8035/presentacion-territorial>
 - *Programa de Investigación Asociativa*. Conicyt.cl. Recuperado a partir de <http://www.conicyt.cl/pia/>
 - Royer, S., Ferrón, S., Wilson, S., & Karl, D. (2018). *Production of methane and ethylene from plastic in the environment*. *PLOS ONE*, 13(8), e0200574. doi:10.1371/journal.pone.0200574
 - SERVICE - Blest Co.,LTD. Blest Co.,LTD. Recuperado a partir de <http://www.blest.co.jp/eng/service/>
 - Taylor, M. (2017). *Plastics found in stomachs of deepest sea creatures*. the Guardian. Recuperado a partir de <https://www.theguardian.com/environment/2017/nov/15/plastics-found-in-stomachs-of-deepest-sea-creatures>
 - *The New Plastics Economy: Rethinking the future of plastics & Catalysing action*. (2018). Ellenmacarthurfoundation.org. Recuperado a partir de <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/the-new-plastics-economy-rethinking-the-future-of-plastics-catalysing-action>
 - *The ocean of the future should be filled with fish not plastic*, Ogilvy & Greenpeace campaign tells supermarkets | Greenpeace UK. (2018). Greenpeace UK. Recuperado a partir de <https://www.greenpeace.org.uk/press-releases/ocean-future-filled-fish-not-plastic-ogilvy-greenpeace-campaign-tells-supermarkets/>
 - Thiel, M. (2018). *La contaminación de los mares con basura plástica ya afecta a las regiones más remotas*. *Economíaynegocios.cl*. Recuperado a partir de <http://www.economíaynegocios.cl/noticias/noticias.asp?id=495895>
 - Thiel, M., Luna-Jorquera, G., Álvarez-Varas, R., Gallardo, C., Hinojosa, I., & Luna, N. et al. (2018). *Impacts of Marine Plastic Pollution From Continental Coasts to Subtropical Gyres—Fish, Seabirds, and Other Vertebrates in the SE Pacific*. *Frontiers In Marine Science*, 5. doi:10.3389/fmars.2018.00238
 - Toledo Tapia, F. (1996). *Ley sobre bases generales del medio ambiente*. Santiago: Comisión Nacional del Medio Ambiente.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mi Profesor guía Manuel Amaya por la paciencia de corregir y aconsejar más allá del compromiso académico.

También quiero agradecer a Isabel Alt por su tiempo y disposición a aportar su mirada académica en esta memoria.

Agradezco a todos los profesores colaboradores que me guiaron con su consejo, experiencia y conocimiento.

A Bárbara Leniz del Instituto del Milenio Oceanográfico por su buena disposición para enseñarme la realidad de las ciencias del mar a nivel nacional.

Igualmente agradezco a Pedro Soza y Diego Vallejos por sus palabras de apoyo y comprensión en especial durante las etapas iniciales del proyecto.

Quiero agradecer a las funcionarias de la biblioteca de FAU por ofrecerme un espacio en el cual trabajar y sentirme acogida.

A todos los académicos que me enseñaron a lo largo de la carrera y me forjaron como arquitecta.

A mis padres por permitirme estudiar y apoyarme en todo el proceso creativo y académico, sin dudar una sola vez de mí y mis capacidades.

A mis hermanas por recordarme que la vida es más que una nota y darme una sonrisa siempre que lo necesite.

A mis amigas por su sororidad y su presencia constante, dándome ánimo y energía en los peores momentos e impulsándome a continuar.

Por último, quiero agradecer a Pablo por ser un compañero incondicional, dándome su apoyo, cariño y comprensión permitiéndome ser la mejor versión de mí misma, dándome su mano para crecer y ser la persona que quiero ser.

ANEXOS

“Estamos atados al océano. Y cuando volvemos al mar, ya sea para navegar o mirar, volvemos de dónde venimos.”

-John F. Kennedy

Anexo 1 Visita Instituto Milenio de Oceanografía (IMO) Concepción. 24 de Agosto 2018.

Durante la investigación, se visitó el Instituto Milenio de Oceanografía (IMO), ubicado en la ciudad de Concepción para comprender de mejor manera cómo se realizan las investigaciones en altamar y que tipo de equipamiento son necesarios. Se contactó con Bárbara Léniz, parte del equipo de Extensión del IMO.

En la visita, Bárbara explicó que el IMO forma parte de la iniciativa Científica Milenio, programa del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo de Chile. Esta iniciativa busca la excelencia en la investigación, desarrollar una red de colaboración y cooperación interinstitucional, la formación de capital humano avanzado (ya que cada instituto cuenta con fondos para ello) y fomentar la divulgación y transferencia de conocimiento.

El IMO en Concepción se encuentra en diferentes áreas de la ciudad, próximo a la Universidad de Concepción.

Se visitó los diferentes tipos de laboratorios que hay en el departamento de Oceanografía en la Universidad de Concepción (Laboratorio de Zooplancton y biología, de Oceanografía Microbiana y el Laboratorio de Geofísica).

Bárbara explicaba que las expediciones en altamar son principalmente para realizar toma de muestras. De acuerdo al estudio que se esté realizando se traza una ruta y los investigadores llevan su equipamiento a utilizar al buque de investigación. Una expedición puede durar entre 9 días a 2 meses.

Laboratorio de Zooplancton y Biología.

Las muestras en altamar pueden ser recogidas a través de redes con un hilado muy fino capaz de capturar microorganismos (también son utilizadas para investigaciones de toxicología, que tienen interés en la contaminación de plástico en el mar). Depende del tipo de investigación el tipo de muestra que se colecta.

Hay veces que se necesitan organismos vivos para cierto tipo de experimento. En ese caso es necesario tener estanques de diferentes tamaños con ambientes controlados.

Las muestras son procesadas con formalina para que no se degraden con el paso del tiempo. Para esto es necesario trabajar con buena ventilación y uso de equipamiento de seguridad. Además es necesario tener acceso a agua.

En el laboratorio Zooplancton y Biología tenían salas de microscopía y de computadores para procesar la información levantada.

En general, durante las expediciones, no se procesan las muestras ya que no se cuenta con todo el equipamiento para su manipulación. Existen casos en los que a causa de no tener los insumos necesarios se pierden las muestras y no es posible volver a tomarlas en un tiempo próximo.



Web MATPEL: www.udec.cl/matpel

Universidad de Concepción
 VICERRECTORÍA DE ASUNTOS ECONÓMICOS Y ADMINISTRATIVOS
Diagrama de Control de Derrames de Sustancias Químicas

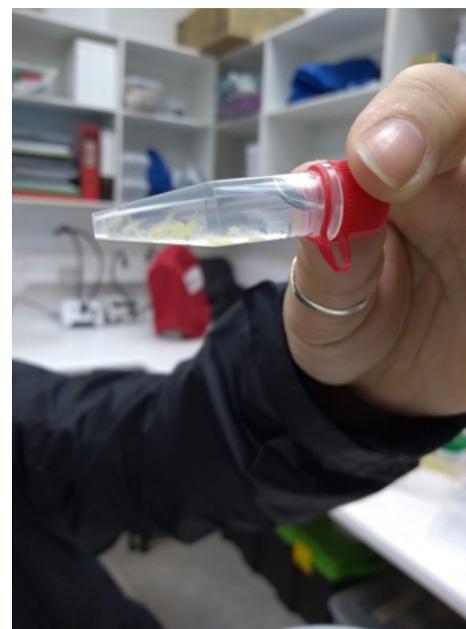
ROTULACIÓN SEGÚN Nch 2190 Of. 2003

EXPLOSIVOS	GASES
LÍQUIDOS INFLAMMABLES	SÓLIDOS INFLAMMABLES
SUSTANCIAS COMBURENTES Y PEROXIDOS ORGÁNICOS	SUSTANCIAS TÓXICAS Y SUSTANCIAS INFECCIOSAS
SUSTANCIAS RADIACTIVAS	SUSTANCIAS CORROSIVAS
	SUSTANCIAS Y GRUPOS PELIGROSOS VARIOS

ROTULACIÓN SEGÚN Nch 1411/4 Of. 78 y NFPA 704

Informaciones y Plan de Emergencias Tecnológicas
 Anexos: 3330 - 7352
 Móviles: Ing. Patricia Albornoz: 66230897
 Ing. Carolina Llanos: 66348437
 Dr. Fernando Márquez: 66359023
 Correo: matpel@matpel.cl

Web MATPEL: www.udec.cl/matpel



Laboratorio de Oceanografía Microbiana

Según lo que explicaba Bárbara, en estos laboratorios es importante generar diferentes espacios para evitar contaminación cruzada en los experimentos y los equipos.

Además, existen procedimientos para tener una correcta manipulación de sustancias tóxicas y desechos. Los desechos de laboratorio son recolectados por la empresa MATPEL.

Para estudiar microorganismos se utilizan técnicas moleculares para ver el ADN. Variedad de equipos para eso.

Se utiliza para estos experimentos nitrógeno líquido para congelar muestras, refrigeradores a diferentes temperaturas (-20 °C, -80°C) para conservarlas, agua MiliQ hecha con equipos, agua destilada, campanas de UV con extracción de ADN y con campanas de extracción, áreas de autoclave para esterilizar las herramientas.





Laboratorio de Geofísica

Las muestras geofísicas son las que dan el contexto a las investigaciones de microbiología y de oceanografía. A través de sus maquinas de CTD se miden los factores ambientales en los que se realizan las muestras. Miden temperatura, presión, oxígeno y clorofila de los lugares donde están haciendo el muestreo.

El equipo que se utiliza necesita calibración una vez al año. Esta calibración se realiza en piscinas saladas.



