

*Memoria de Título
Parque Undimotriz de La Chimba
Segunda región de Antofagasta, Chile.
Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile
Santiago de Chile, Diciembre de 2013*

A Javiera

Índice

Capítulo I		
Presentación	- Comentario Inicial.....	9
	- Introducción.....	10
	- Motivaciones Personales.....	11
	- Desafíos.....	12
Capítulo II		
Problemática	- Energías Renovables y Escasez.....	24
	- Territorio: Antofagasta.....	24
	(De espalda al mar).....	31
	(Antofagasta norte: La Chimba).....	32
Capítulo III		
Aproximaciones	- Territorio.....	38
	(La Chimba).....	50
	(Posibles emplazamientos).....	54
	- Historia.....	56
Capítulo IV		
Tecnología	- Energías Marinas.....	64
	- Uso de Energías Marinas para Producción de Electricidad.....	66
	- Potencial global de Energía Undimotriz y Mareomotriz.....	67
	- Energías Marinas en Chile.....	70
	- Tecnologías Disponibles.....	72
	- Columna de Agua Oscilante.....	76
Capítulo V		
Proyecto	- Concepto.....	84
	- Proyecto.....	86
	- Marco Legal y Financiamiento.....	102
	- Normativa.....	104
Capítulo VI		
Conclusiones	- Conclusiones.....	110
	- Comentario Final.....	111
Capítulo VII		
Bibliografía	- Bibliografía.....	114

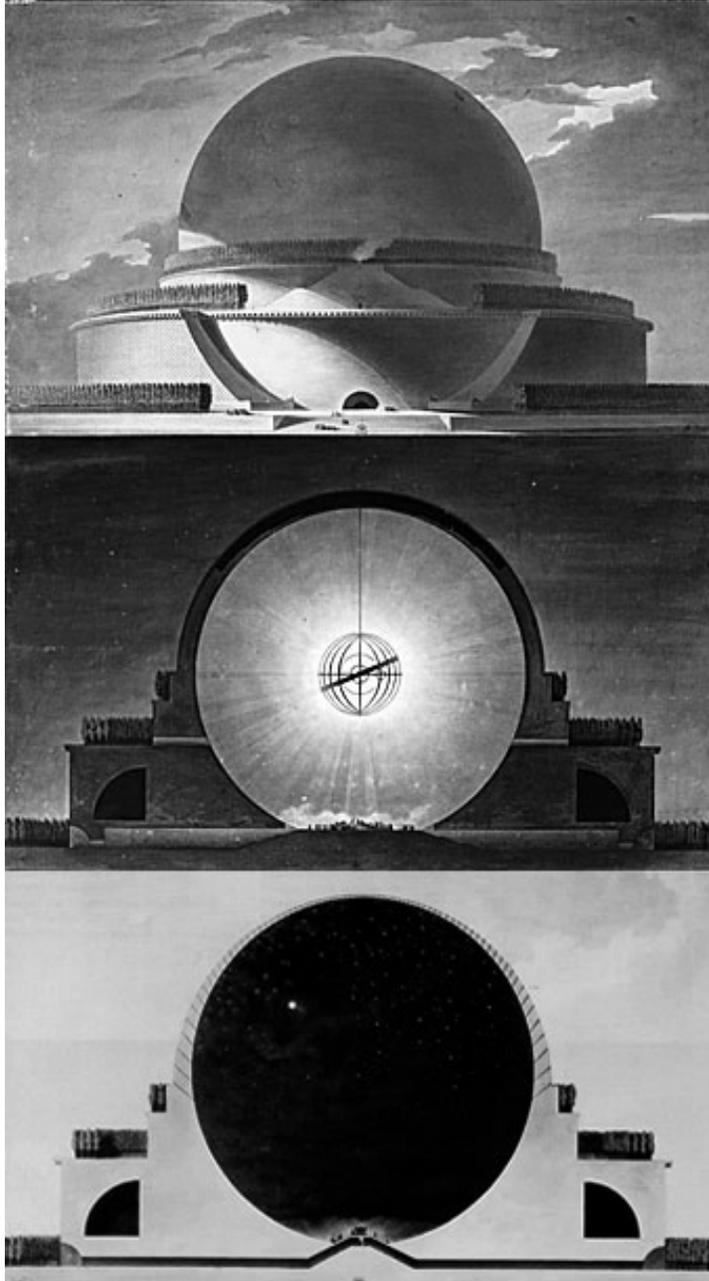


Img 1. Animita de la Chimba, Antofagasta
Fuente: Elaboración propia

Capítulo I

Presentación

Comentario Inicial - Introducción - Motivaciones - Desafíos



Img 2. Cenotafio de Newton
Fuente: www.daiarchitecture.wordpress.com

1.1 Comentario Inicial



Fig 1. Puntos sobre las ies.
Fuente: Elaboración propia.

Esta Memoria recopila parte de la documentación, investigación y argumentación que dan forma y contenido al Proyecto de Título “Parque Undimotriz de La Chimba” ubicado en la segunda región de Antofagasta, Chile. Esta Memoria tiene como objetivo dar cuenta de las directrices a considerar en el desarrollo de este proyecto, poniendo especial énfasis en el proceso, previo a un resultado específico teórico y formal.

Las primeras aproximaciones en esta búsqueda tienen que ver principalmente con una inquietud generada a partir de una problemática a nivel nacional, asociada a las grandes inversiones mineras por parte de empresas extranjeras particularmente en las regiones del norte del País.

Esta problemática en específico, se refiere la disociación que existe entre la enorme rentabilidad que generan estas empresas a partir de los procesos de extracción y producción minera, y que constituyen lo que conocemos como “el sueldo de Chile”, en comparación con el desarrollo social y urbano de las comunidades, poblados y ciudades en que estas empresas tienen base. Esta situación se hace palpable en el caso de la ciudad de Antofagasta, que ocupa el primer lugar a nivel nacional en ingreso PIB per cápita, llegando a los USD 38.000 ¹, superando a ciudades como Vancouver o Toronto, y muy por sobre la media de países desarrollados que alcanza los USD 20.000 per cápita. Esta condición, claramente no es correlativa con la calidad de vida de los antofagastinos ni tampoco es equiparable a proyectos que entren en el marco de la Responsabilidad Social Empresarial que estas empresas muestran como carta de presentación.

Todo este panorama actual, se entrelaza con una segunda variable que tiene que ver con las oportunidades que tiene la ciudad de Antofagasta en términos de su geografía, su economía, y de lo que Antofagasta puede

llegar a ser si es capaz de traducir un relato exquisito en historia, en una ciudad capital de innovación y tecnología desarrollada a partir de sus propias leyes y estructura.

Hoy en Antofagasta es posible apreciar cómo la tecnología, asociada primero a la extracción mineral y luego a proyectos complementarios a ella, como lo son por ejemplo, las dos plantas desalinizadoras instaladas en la ciudad, de alguna manera han evidenciado una hoja de ruta a seguir en pos de hacer explícitos los innumerables recursos que tiene la región. Granjas solares, vertederos que se convertirán en parques, parecen de alguna manera hacerse parte de este relato mayor que la ciudad necesita con urgencia. Pareciera ser también, que el diálogo entre estos proyectos y la comunidad es el paso siguiente, que estos esfuerzos no queden todos en el patio trasero, sino que sean parte y orgullo de la ciudad.

¹ GUTIERREZ, Alejandro. “Antofagasta: alineando vectores”. Seminario CChC. Noviembre 2012.

1.2 Introducción



Img 3. Rocas costeras de La Chimba
Fuente: Elaboración propia

El Parque Undimotriz de La Chimba es un parque duro, proyectado sobre las rocas costeras del sector de La Chimba al norte de la ciudad de Antofagasta, que genera energía eléctrica a partir de la tecnología undimotriz, es decir, a partir del movimiento de las olas del mar.

A modo introductorio parece pertinente señalar ciertos ejes estructurales que enmarcan la presente investigación. De alguna manera, estos ejes funcionan como una hoja de ruta que permite tomar decisiones sin que estas respondan a procesos intuitivos o a simples corazonadas, sin desconocer, claro, que siempre estos ejes están en constante diálogo con una historia personal y un relato, que de cierta forma, intentará quedar plasmado en esta memoria.

Como primer asunto existe una inquietud por hacerse cargo de problemáticas contemporáneas que puedan ser relevantes en el territorio y que puedan ser revisadas desde la arquitectura. Es en esta línea donde la variable energética, la escasez, la diversificación de la matriz y las problemáticas generadas en torno a su producción aparecen como un tema interesante de abordar.

En paralelo, se toma la problemática de borde mar generada en la ciudad de Antofagasta a partir de una mala planificación y una idea poco clara de lo que se pretende conseguir en una ciudad que cuenta con 22

kilómetros de costa, pero que pareciera estar encaramada en los cerros y dando la espalda al mar. Si bien existen proyectos costeros que de alguna manera han consolidado los sub-centros desarrollados a lo largo de la ciudad, estos no responden a las posibilidades que presenta esta franja según sus propias leyes y estructura.

De la misma manera, estas posibilidades dadas en cuanto a condiciones geográficas y urbanas, deben de asociarse de manera indisoluble al interés de autoridades, ONG y el sector privado en invertir y promover proyectos de estas características. A modo de resumen, podríamos decir que la factibilidad técnica de este tipo de proyectos se encuentra en permanente contacto con la factibilidad económica de estos, lo que por cierto, define también qué territorios pueden estar acorde a estas condiciones, y cuáles no, poniendo atención a su vez en políticas públicas que hoy promueven el desarrollo de Energías Renovables No Convencionales (ERNCC) en Chile ².

Las proyecciones de crecimiento y demografía juegan un rol importante y definen de manera más concreta, la orientación y posicionamiento de un programa que es pionero a nivel nacional y regional, pero que a todas luces, se enmarca en el relato adoptado por las ciudades posicionadas en la vanguardia de la producción energética a nivel mundial.

² En particular a la Ley 20-25 de Energías Renovables, promulgada en Septiembre de 2013.

1.3 Motivaciones Personales



Img 4. Fotografía en Marte (NASA)
Fuente: www.elconfidencial.com

En vísperas de las elecciones presidenciales de noviembre de este año, los temas sobre los que se discute abarcan prácticamente todos los ámbitos de la sociedad. Educación, salud, trabajo y delincuencia son algunos de los ejes sobre los que se ha debatido. De manera inédita, en la papeleta de noviembre habrá 9 candidatos a La Moneda, por lo cual, con mayores o menores diferencias, existen 9 maneras distintas de comprender y abordar estos ejes de discusión.

Si existe un eje sobre el cual existe cierto consenso, es acerca de la necesidad de legislar en materia energética, en el entendido de que Chile posee un potencial enorme en términos de producción, y que las proyecciones de crecimiento requieren de manera urgente el desarrollo de proyectos que satisfagan de manera limpia y eficiente la demanda en aumento.

Si bien la búsqueda del tema a desarrollar, se realiza en un marco metodológico basado en la exploración de problemáticas contemporáneas y atinentes a nuestra sociedad, existen sin lugar a dudas, decisiones tomadas en base a mi historia personal que toman fuerza en la medida que dialogan con estas problemáticas de fondo.

Recuerdo de manera muy particular un viaje por el norte de Chile junto a mi familia donde conocí la ruta 5 norte y vi el desierto de Atacama

por primera vez. De alguna manera la inmensidad de estos paisajes que en ese momento fueron ,probablemente, lo más cercano a visitar otros planetas, hoy los reviso con la conciencia de que son la fuente de recursos y energía más grande de la Tierra.

La racionalización de estos paisajes como primer acercamiento, y la posibilidad de vincularlo con temas país, parece fundamental en términos de lograr un complemento racional y vivencial que den cuerpo a un compromiso real con el proyecto y su desarrollo.

Los paisajes industriales del puerto de Valparaíso y la zona de Ventanas forman parte también de un imaginario personal al que intento dar una re-lectura a través de este proyecto. El diálogo, entonces, entre el mar, el desierto y la industria, surgen a partir de un ordenamiento racional que esta vez pueden dar respuesta a una problemática mayor.

1.4 Desafíos



Img 5. Rocas costeras de La Chimba
Fuente: Elaboración propia

Las complejidades de este proyecto están dadas mayormente en cuanto a la exploración de tecnologías que se encuentran aun en etapas de investigación y experimentación tanto a nivel de factibilidad técnica como económica. Por otra parte, el crecimiento acelerado de Antofagasta y la explosión demográfica que vive la ciudad³, requiere necesariamente de proyectos que contemplen esta componente, tomando en cuenta nuevos planes de desarrollo para la ciudad, que no logran aun consolidarse dentro del esquema urbano. Estas dos variables son las que de alguna manera resumen los desafíos a resolver en el desarrollo de este proyecto, los que a su vez derivan en otro tipo de desafíos más específicos que son nombrados a continuación:

Desafío Urbano:

Los subcentros urbanos desarrollados a lo largo de la ciudad de Antofagasta, pueden entenderse en la medida que comprendan proyectos de borde costero que los complementen y consoliden. Estos subcentros dividen longitudinalmente a la ciudad y rematan en sentido transversal con proyectos de borde mar. En este caso particular, se pretende que el proyecto sea capaz de consolidar el nuevo plan seccional para la zona de La Chimba, al norte de la ciudad.

Sentar un precedente en cuanto a la manera de abordar el espacio público y productivo de acuerdo a las leyes, historia y estructura que el lugar posee. De manera concreta, el concepto de parque se pone en cuestión, dada la ausencia de zonas verdes dentro de su programa, respondiendo a la forma y a la función del lugar, en vez de imponer leyes exógenas y ajenas al territorio.

Desafío Tecnológico:

Como ya fue mencionado, el desafío en el plano de las tecnologías aplicadas en el proyecto, tienen que ver principalmente con el estado experimental en que hoy se encuentran a nivel mundial, pero también con el hecho de aplicarlas desde el campo de la arquitectura, sabiendo de antemano, que es un lenguaje desconocido. Es un desafío también, que su estudio sirva de precedente para la futura aplicación de los mismos, en proyectos venideros.

Desafío Arquitectónico:

Desde la arquitectura el proyecto debe dar solución a la idea de concebir un paisaje productivo (energético) que es capaz de dar forma y sustento a un programa que es público y recorrible. Esta es quizás la problemática más importante, y por tanto el desafío mayor que este proyecto asume desde la disciplina.

Desafío Paisajístico:

En términos de paisaje, los desafíos tienen que ver con el diálogo que se genera entre mar y desierto. Establecer un código que permite identificar límites y distancias en un paisaje que pareciera no tenerlos. El paisaje costero de La Chimba es un paisaje de rocas que funcionan como límite entre el desierto más árido y el océano más grande del mundo. Trabajar sobre este límite es quizás el desafío paisajístico más importante del proyecto.

³ Ver Fig 13. Antofagasta duplicará su población al año 2020.

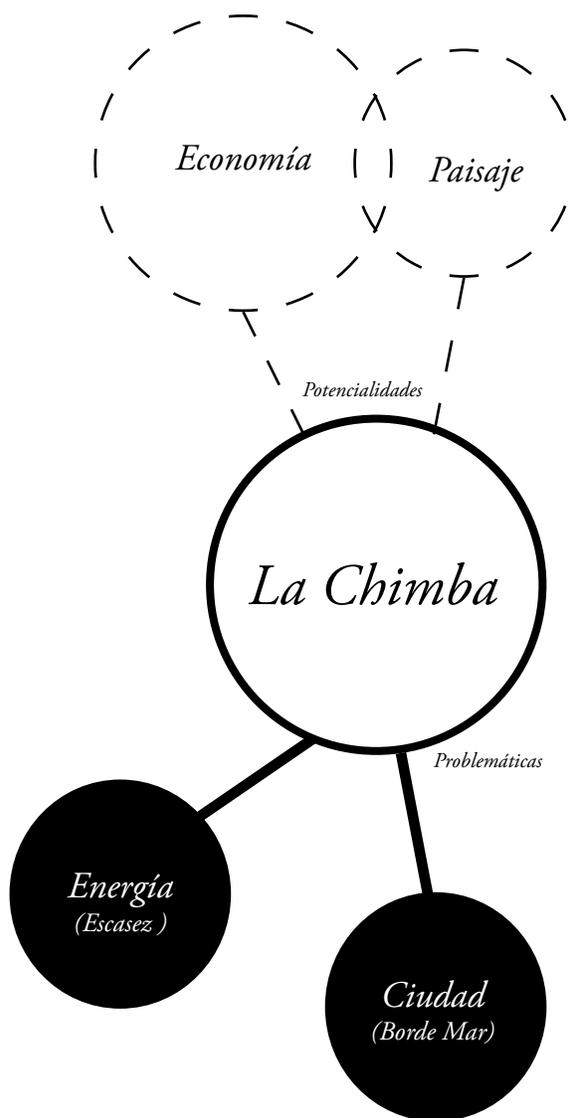
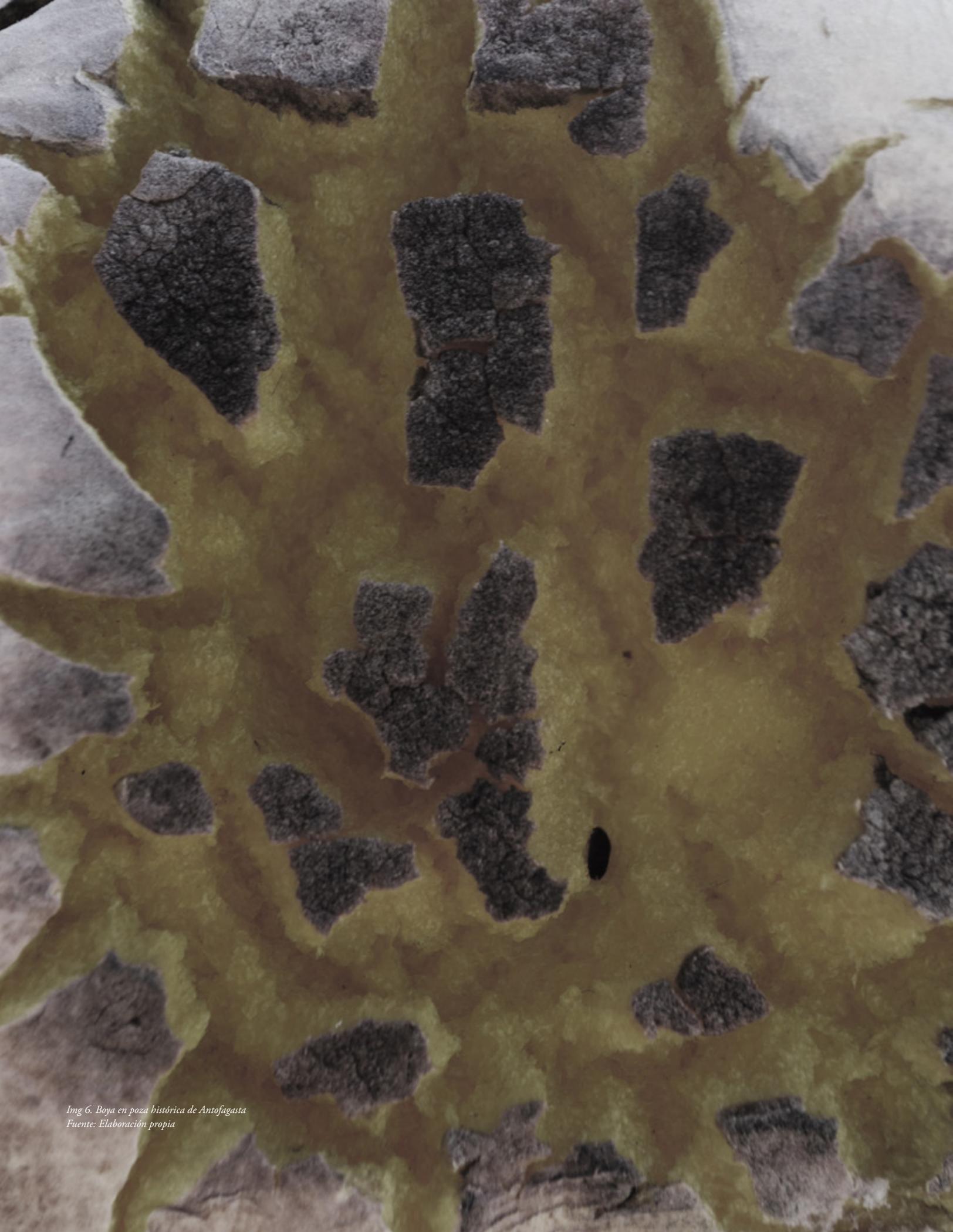


Fig 2. Problemáticas y potencialidades.
Fuente: Elaboración propia



*Img 6. Boya en poza histórica de Antofagasta
Fuente: Elaboración propia*

Capítulo II

Problemática

Energía - Territorio

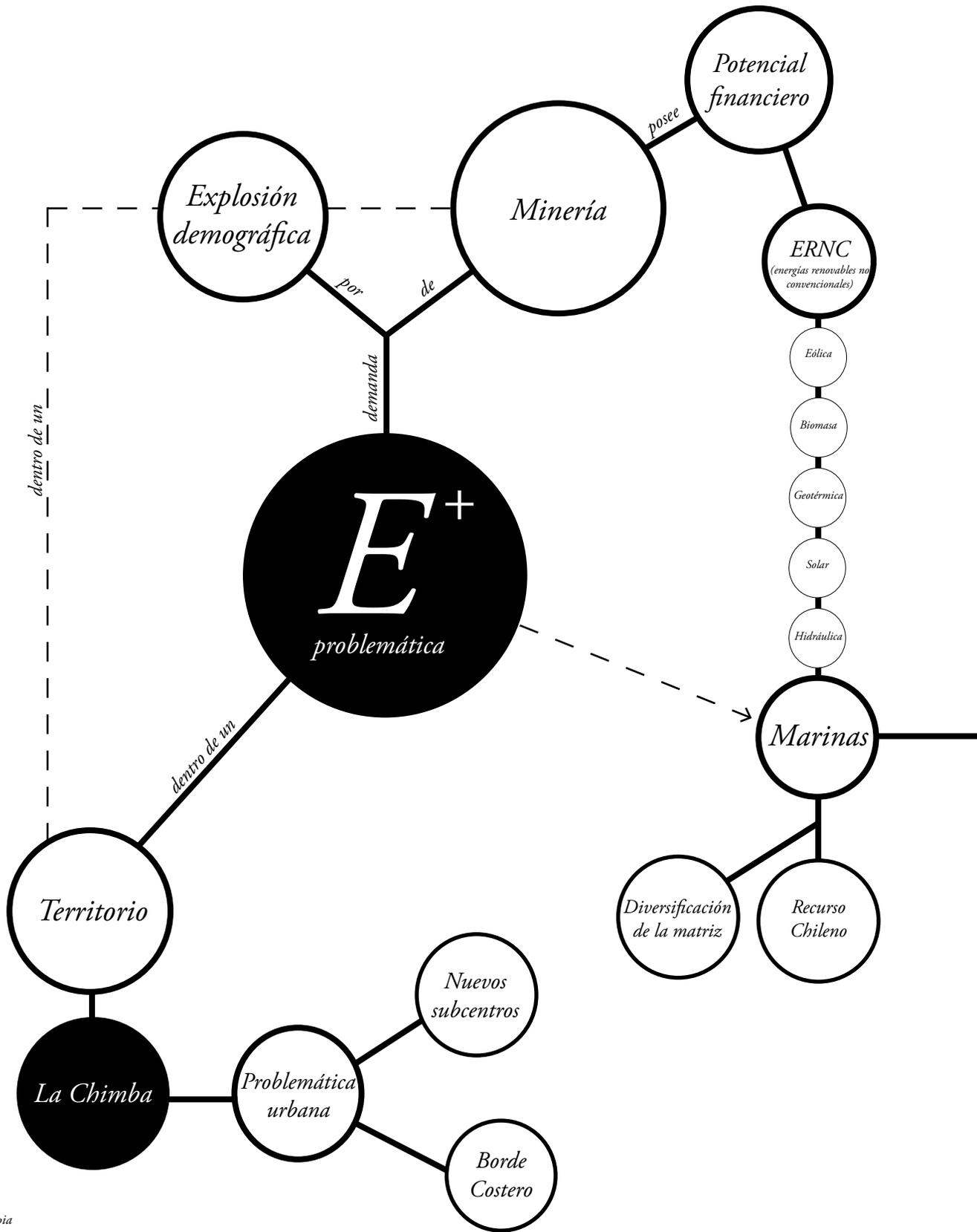
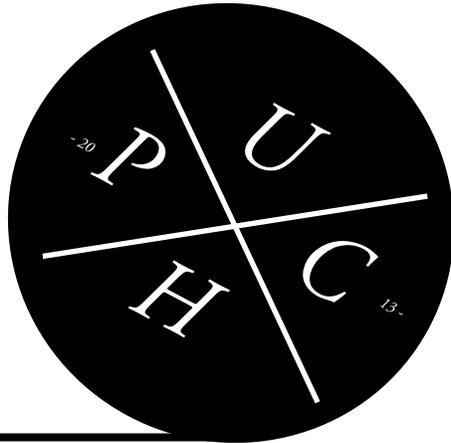


Fig 4. Problemática.
Fuente: Elaboración propia



Paisajes Energéticos

(Extracto de: *Paisajes Energéticos*, Alexander Ivancic, 2010)

Not in my back yard.

En poco tiempo, las infraestructuras energéticas han pasado de ser símbolos de prosperidad, progreso y orgullo nacional a constituir un problema y ser rechazadas socialmente. El fenómeno no deja de ser problemático, puesto que los consumidores de las sociedades desarrolladas actuales perciben el acceso a la energía como algo dado, sin tener en cuenta que lo que ellos demandan debe producirse en alguna parte. Si tomamos como ejemplo la electricidad, un bien irrenunciable para la sociedad moderna, sus infraestructuras de producción y transporte están sufriendo lo que se denomina “síndrome NIMBY” (Not In My Back Yard; literalmente “no en mi patio trasero”). Tanto si se trata de una central térmica como de un parque de aprovechamiento del recurso renovable, el resultado es el mismo: “Sí, no digo que no sea necesario, pero póngalo en otra parte”.

Futuros paisajes.

Ante una evidente necesidad de satisfacer la creciente demanda energética y ante el imperativo de la renovación de infraestructuras, los paisajes antropizados irán cambiando. El futuro puede estar marcado por el renacimiento de algunos recursos o tecnologías, como por ejemplo el carbón o la biomasa, que tendrán mucho más peso de lo que se pensaba hace una década. El renacimiento de la fisión nuclear todavía está por ver. En cambio, la colonización de los mares y los desiertos está a la orden del día y, en la próxima década, seguramente marcará el cambio más importante en las geografías de la energía.

Teniendo en cuenta que en las próximas dos décadas sólo en Europa se tendrán que renovar un total de 200.000 MW de potencia eléctrica, la tendencia hacia la compactación, el mayor control ambiental y el acercamiento a los consumidores cobra una importancia fundamental en la creación de nuevos paisajes energéticos. Por otro lado, las instalaciones que se dedican a la extracción de materias primas se localizan en colonias, casi siempre temporales, en algunas de las zonas más remotas del planeta, a veces muy inhóspitas. El abanico de artefactos sigue evolucionando; surgen nuevas tecnologías y nuevas maneras de ensamblaje en el mosaico infraestructural que generan un territorio complejo que se refleja en un paisaje complejo. Con el aumento de tamaño de los centros urbanos, la transformación de la ciudad ha inducido a inéditas promiscuidades funcionales que obligan a nuevas modalidades de integración. La dimensión monumental y la frecuencia de repetición de algunos artefactos —los generadores eólicos son el ejemplo más evidente— introducen nuevas oportunidades y lenguajes en el proyecto del entorno humanizado, obligando a llevar a término una reinterpretación del paisaje antropizado en los siglos pasados, una contextualización de los nuevos artefactos y una reflexión sobre la cuál puede ser la interacción entre paisaje industrial y naturaleza, entre desarrollo sustentable y contemporaneidad.

El Jardín de la Metrópoli

(Extracto de: *El Jardín de la Metrópoli*, Enric Batlle, 2011)

“El paisaje en la pintura romántica deviene un escenario en el que se confrontan naturaleza y hombre en el que éste advierte la dramática nostalgia que le invade al constatar su ostracismo con respecto a ella. Por ello también el hombre —romántico— ansía reconciliarse con la naturaleza, reencontrar sus señas de identidad en una infinidad que se muestra ante él como un abismo deseado e inalcanzable. Este abismo le provoca terror, pero al mismo tiempo una ineludible atracción.”

Es este nuevo espacio libre que recupera la tradición del jardín como domesticación de la naturaleza y que también es un jardín urbano fruto de nuevas relaciones entre naturaleza y ciudad. Un nuevo espacio libre que se inserta en un nuevo modelo de ciudad: aquella que pretende organizarse como un sistema capaz de dibujar una nueva geografía de la misma. Un jardín que no renuncia a las nuevas complejidades, un jardín que busca la sustentabilidad.

El jardín de la Metrópoli recupera la idea de paraíso que se asociaba habitualmente al jardín en la utilización de los procesos naturales y agroforestales. El jardín de la Metrópoli es un jardín lleno de significados urbanos, ecológicos y estéticos.

El jardín de la Metrópoli es un parque. La imagen del paisaje deseado en el contexto de la nueva ciudad dispersa. El producto de la simbiosis ecológica entre ser humano y naturaleza. Un parque útil y de utilización pública.

El Jardín de la Metrópoli es un sistema de espacios exteriores, resultado de las nuevas vinculaciones entre ciudad y territorio; un conjunto de nuevas tipologías de espacios libres, organizados desde nuevas lógicas y que pretende obtener nuevas continuidades.

El Jardín de la Metrópoli es un híbrido, el producto del uso no convencional de los espacios agroforestales, el resultado de la formalización de las decisiones ecológicas; un híbrido de ciudad e infraestructuras, de espacio libre y ecología, de agricultura y medio ambiente. No se tratará de el límite entre jardín y naturaleza, o entre parque y ciudad, sino del mecanismo que hará comprensible la nueva forma de ciudad metropolitana, quizás la ciudad sustentable buscada, una versión posibilista del paraíso perdido.



138
Países
han definido
objetivos en el uso de
Energías Renovables

Existen políticas complementarias en curso en

127 Países

Dos tercios de estos países son economías en vías de desarrollo y emergentes

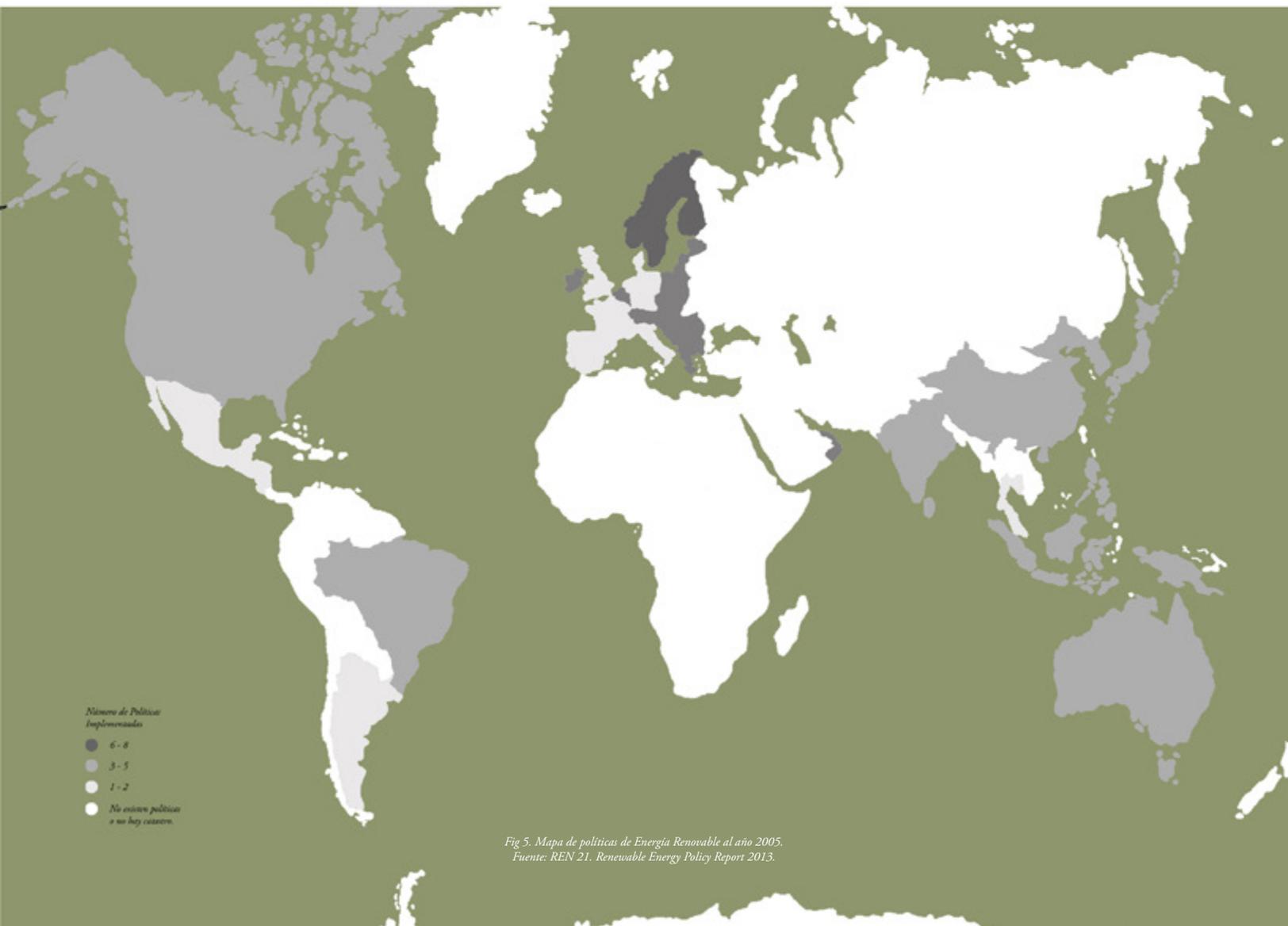


Fig 5. Mapa de políticas de Energía Renovable al año 2005.
Fuente: REN 21. Renewable Energy Policy Report 2013.





Fig 6. Mapa de políticas de Energía Renovable al año 2013.
Fuente: REN 21. Renewable Energy Policy Report 2013.

2.1 Energías Renovables y Escasez.

Energías Renovables.

Denominamos Energías renovables a las fuentes de energía que se obtienen de medios naturales en teoría inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen o porque son capaces de regenerarse por medios naturales. Entre las energías renovables se cuentan la Biomasa, Biogás, Hidroeléctrica, Eólica, Solar, Geotérmica y Mareomotriz (Undimotriz) ¹.

La energía es un tema recurrente no sólo en Chile, sino que en el mundo entero, porque existe conciencia de su importancia para el desarrollo económico de las naciones y el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes. Una población en aumento, que además busca tener más comodidades y mayor cantidad de bienes y servicios, requiere energía en forma creciente, en especial la eléctrica. Junto a ello, se plantea el desafío del adecuado aprovechamiento de los recursos naturales para su generación y la conservación del medio ambiente. Esta preocupación genera gran interés en gran parte del mundo, sobre todo en los países más desarrollados.

La instalación de centrales eléctricas genera fuertes controversias en todas partes del mundo. Las razones por las cuales las personas se abanderizan por una u otra fuente de generación, como por ejemplo, energías renovables y no renovables, no están basadas en un desconocimiento de la necesidad del recurso energético, sino que está asociado a una conciencia medioambiental muy fuerte, que exige a las autoridades una revisión de las políticas que nos regirán de aquí en el futuro en estas materias.

La diversificación de la matriz energética mundial que pueda reemplazar combustibles fósiles por recursos renovables, y la aplicación de dispositivos generadores de estas características representan hoy, un desafío impostergable para toda la humanidad.

¹ www.capitaldelabiobiodiversidad.es / 23 de Febrero de 2012

Chile

La energía es el motor económico del país. Diversos proyectos se enfocan a resolver el problema de cómo satisfacer la creciente demanda energética para no frenar el actual desarrollo.

Chile tiene el suministro de energía asegurado a corto plazo. Sin embargo, el fuerte desarrollo de la industria en el país, está haciendo crecer la demanda de energía a un ritmo muy rápido. El abastecimiento de energía tiene que ir en consonancia con este incremento, no obstante Chile puede presentar problemas a la hora de responder a esta demanda a largo plazo y por consecuencia, esto puede frenar el crecimiento del país.

Diversos expertos del sector estiman que **Chile debería duplicar su suministro de energía en los próximos 10 o 15 años**, para satisfacer esta demanda. Por ello es importante analizar qué problemas actuales presenta el sistema eléctrico chileno y cuáles pueden ser las alternativas para cumplir dichos objetivos.

Este problema energético se traduce en un problema de competitividad a futuro. El elevado coste de la energía afecta al precio de los productos chilenos, ya que se producen de una manera más cara y son menos competitivos en el mercado. **La minería es uno de los pilares económicos de Chile y requiere un 19% del consumo eléctrico del país** ². Por ello, una de las alternativas que se plantea es la instalación de nuevas tecnologías de generación energética más limpia y sustentable.

Estudios revelan que hoy Chile posee 240.000 Mw de energía potencialmente extraíble desde el mar, y que sólo a partir de las olas, podríamos generar 10 veces toda la energía utilizada en el Sistema Interconectado Central ³. Este antecedente revela ciertas pistas del camino que seguirá Chile en este ámbito. Ahora debe resolverse cómo y dónde.

² www.suelosolar.es / 12 de Agosto de 2013

³ www.latercera.com / 4 de Agosto de 2012



*Chile posee 240.000 Mw
de Energía extraíble del mar.*

Antofagasta

La tradición minera de la región de Antofagasta se remonta a mediados del siglo XIX a partir de las primeras exploraciones en busca de salitre y el surgimiento de la ciudad a partir del desarrollo de la industria portuaria, asociada también al mineral.

Tras la crisis salitrera de los años 30, y luego de sufrir una migración importante de su población hacia el sur, Antofagasta vio el resurgir de su economía a partir de la instalación de empresas mineras ligadas al cobre, que hoy representan cerca del 75% de los ingresos generados por todo el país. Las faenas mineras, para sus procesos de extracción y limpieza del material, utilizan y sobre utilizan una serie de recursos naturales, pero por sobre todo el agua.

Plantas desalinizadoras: Alto consumo de energía.



Img 7. Faenas Planta desalinizadora sur
Fuente: www.economiaynegocios.cl

La escasez hídrica en el norte ha llevado a las mineras a apostar por la construcción de plantas desalinizadoras que les permitan abastecer sus operaciones por medio de agua extraída del mar. Es en este marco, que **Antofagasta se convertirá en los próximos tres años en una de las diez ciudades del mundo, y la primera en Latinoamérica, en abastecerse de manera absoluta de agua potable procesada proveniente del océano**⁴. Esta situación se dará con la puesta en marcha de la segunda Planta Desalinizadora de la ciudad, en la que Minera Escondida invertirá cerca de US\$ 3.800 millones. Si bien esta inversión tiene como primer objetivo cubrir el 100% de la demanda hídrica de Escondida durante los próximos 60 años⁵, esta agua abastecerá a su vez, la demanda de agua potable para su consumo dentro de la ciudad.

La construcción de la desalinizadora implicará un aumento del consumo de energía por parte de Escondida. En este tipo de instalaciones, el 80% de los costos viene dado por la electricidad, de acuerdo con estimaciones de la industria minera; por lo cual, la generación de energías que puedan abastecer esta necesidad inmediata, y las venideras, es un asunto primordial para Escondida, y en general para toda la Industria Minera.

4 El Mercurio Online / www.emol.com / Martes 11 de Septiembre de 2012.

5 Revista Minería y Energía / www.mineriaenergia.com / 26 de Julio de 2013

La Energía del mar: Una oportunidad.

La región de Antofagasta es parte del Sistema Integrado del Norte Grande, donde sólo el 0,4% de potencia instalada es Energía Renovable. Este bajo porcentaje está representado por granjas de energía solar que ya están implementadas a la matriz y que sin duda, significarán un aporte considerable en el futuro. **Sin embargo, la posibilidad de diversificar la matriz energética en el país es amplia, considerando sobre todo, que Chile cuenta con un extenso borde marítimo que puede ser aprovechable en casi toda su extensión.**

Es en esta línea que surge la inquietud en cuanto a energías marinas se refiere. Chile se encuentra muy atrasado considerando el potencial geográfico que posee en estas materias. Hoy en día existen una serie de experiencias a nivel mundial en las que la energía del mar, tanto undimotriz (proveniente de las olas) como mareomotriz (asociada a las mareas), que podrían funcionar como referente para su aplicación en nuestras costas, además de investigaciones que ponen en ventaja a la energía undimotriz sobre la mareomotriz en cuanto a potencial para nuestra región.

Si bien existen estudios recientes que dan cuenta de un potencial de energía undimotriz mayor en la zona centro y sur del país⁶, en comparación con la zona norte, estos estudios revelan que en toda la costa de Chile existe energía potencial proveniente de las olas para la instalación de dispositivos de estas características. Prueba de esto, es que la región de Antofagasta, cuenta con mejores índices de oleajes que países del norte de Europa, en donde estas tecnologías no sólo ya están aplicadas, sino que producen energía a precios competitivos para el mercado.

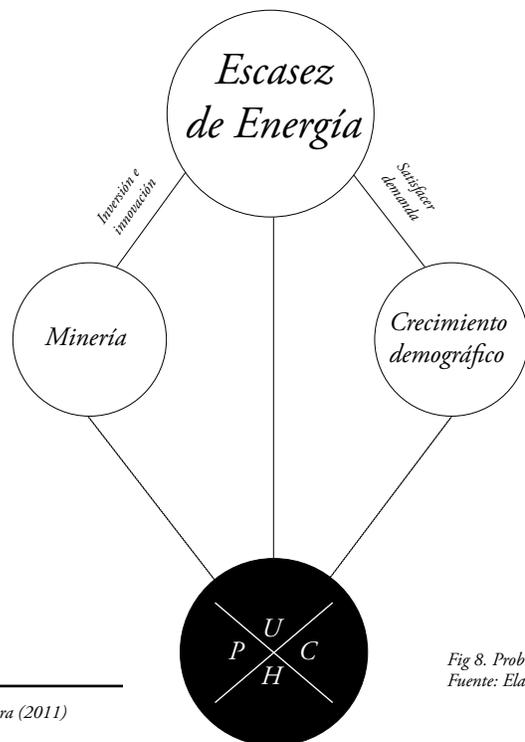


Fig 8. Problemática y factores.
Fuente: Elaboración propia

6 Aquatera (2011)

Recurso económico: La minería.



Img 8. Faenas de Minería Escondida
Fuente: Google Earth

Dada esta situación, y frente a más de 4.000 km de costa para la aplicación de estas tecnologías, se debe integrar a la ecuación, entonces, no sólo la factibilidad técnica, sino también, la factibilidad económica en cuanto existan agentes interesados en el desarrollo y promoción de Energías Renovables No Convencionales en el país. Bajo esta premisa, **factibilidad técnica y económica deben estar siempre ligadas, en cuanto a la aplicabilidad de estas tecnologías que requieren importantes inversiones.**

Minera Escondida generó utilidades por más de US\$ 2.500 millones sólo en el año 2012⁷, y a través de su Fundación Minera Escondida, ha generado proyectos que se enmarcan dentro de la lógica de la Responsabilidad Social Empresarial que, básicamente, se encarga de generar proyectos de gestión e implementación que resulten beneficiosos para las comunidades donde están emplazadas sus faenas. Sin embargo, estos proyectos aun no representan un aporte proporcional a sus ganancias, en términos del mejoramiento en la calidad de vida de los Antofagastinos.

Considerando entonces, el carácter experimental de este proyecto en términos de su implementación en las costas de nuestro país, **este proyecto en ningún caso pretende satisfacer la demanda energética que requerirá la minera en los próximos años, sino más bien, la idea es sentar un precedente de generación de energía eléctrica a partir del movimiento de las olas; utilizando e integrando esta fuente energética a la red de distribución local de la ciudad.**



Fig 9. Mapa de Potencia de las Olas en Km/m
Fuente: OES (2011)

En resumen.

- **Chile debe duplicar su suministro de energía en los próximos diez años, y debe hacerlo de forma correcta. La diversificación de la matriz es necesaria estratégicamente para el país, en cuanto pueda paulatinamente, reducir el uso de combustibles fósiles, que, además del daño medioambiental que genera, nos hace dependientes de precios y políticas externas que están fuera de nuestra soberanía.**

- **Es aquí donde se necesita la energía. Las grandes mineras consumen 1/5 de la energía total producida por el país, lo que explica de manera concreta que pueblos del sur del país, sientan vulnerados sus derechos en cuanto a la instalación de grandes represas que abastecerán, finalmente el consumo de estas faenas.**

- **Existen recursos económicos para poder invertir en prototipos que lleven adelante a Chile en la investigación del potencial energético del mar. Si bien el carácter experimental del proyecto, obliga a pensar en una rentabilidad económica que no es inmediata, estudios revelan que los precios de la energía undimotriz podrían ser competitivos con el diesel al año 2020⁸.**

- **El desafío entonces, consistirá en identificar primero el dispositivo correcto a implementarse tomando en cuenta las variables analizadas. El lugar de emplazamiento está condicionado a las variables territoriales que se revisan a continuación.**

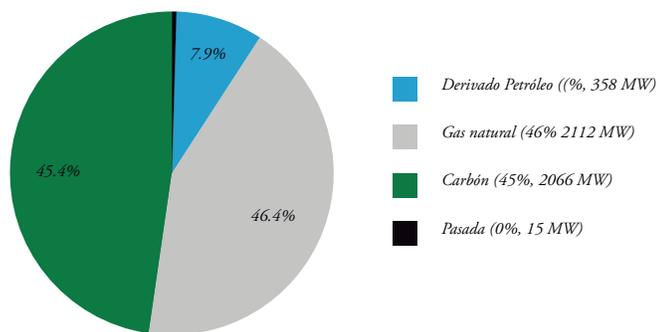
7 Federación Minera / www.federacionminera.cl

8 www.aqua.cl / 4 de Noviembre de 2013



Fig 10. Mapa de Energías Renovables en Chile al año 2010
Fuente: www.cne.cl

SING: Potencia instalada, según tipo.



SING: Potencia Instalada, por región y tipo.

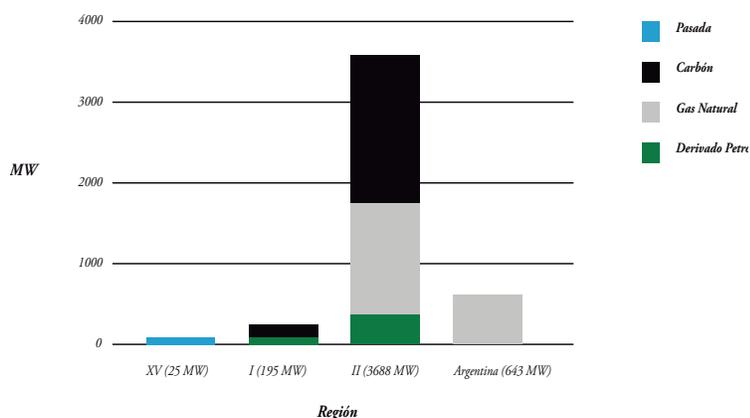


Fig 11. Gráficos de Potencia instalada.
Fuente: www.cne.cl

SISTEMA DE TRANSMISIÓN	% DE POTENCIA INSTALADA TOTAL	MAPA	POTENCIA INSTALADA SISTEMA	PROPORCIÓN DE ERNC INSTALADA EN CADA SISTEMA
SING	23,1%		3.573 MW	- ERNC 0,4% - Convencional 99,6%
SIC	75,9%		11.736 MW	- ERNC 4,2% - Convencional 95,8%
AYSÉN	0,3%		51,5 MW	- ERNC 43,5% - Convencional 56,5%
MAGALLANES	0,6%		99,2 MW	- ERNC 0,0% - Convencional 100%

Fig 12. Sistemas de Transmisión y potencia instalada.
Fuente: www.cne.cl

2.2 Territorio: Antofagasta

Proyección de Población, Comuna de Antofagasta en número de personas por año.

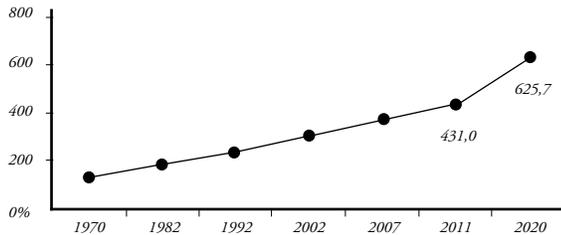


Fig. 13. Proyección demográfica Antofagasta.
Fuente: PULSO S.A. En base a estadísticas demográficas y de edificación.

El territorio que ocupa la ciudad de Antofagasta corresponde a una planicie costera y es parte de una terraza extensa y alargada cuya superficie es de 6.813 hás, que la define como la mayor ciudad dentro de la región⁹. Esta terraza está contenida entre el macizo de los cerros costeros y el Océano Pacífico, extendiéndose en el territorio en dirección norte - sur. Actualmente la ciudad presenta importantes áreas territoriales con fuerte desarrollo inmobiliario, tanto al norte como al sur, siendo el territorio norte el que presenta el mayor potencial de crecimiento futuro de largo plazo, fuera del actual límite urbano.

En la figura XX, se puede apreciar la conformación de la terraza alargada que ocupa actualmente la ciudad y se pueden identificar los componentes geográficos que la limitan o determinan dentro del macizo costero de la cordillera de la costa. Así mismo se aprecia el sector más propicio hacia donde crecerá la ciudad en el largo plazo, lo cual es claramente hacia el territorio norte de la terraza geográfica.

Desde el punto de vista de la localización de la ciudad, esta se puede definir como una planicie litoral que, geomorfológicamente, tiene características de terraza urbana longitudinal y que presenta condiciones geográficas favorables para extenderse en la planicie en dirección preferente al norte. Los componentes geográficos que determinan las características de localización, definen su conformación actual y proyección futura o tendencia de desarrollo.

Esta condicionante geográfica, sumada a la explosión demográfica que ha sufrido la ciudad sobre todo en los últimos 20 años, han llevado a las autoridades a diseñar nuevos planes seccionales¹⁰ que puedan dar cabida a las expectativas de crecimiento que se avecinan.

⁹ Fuente: PLADECOC 2011 - 2020 Comuna de Antofagasta.

¹⁰ Ver Fig. 15

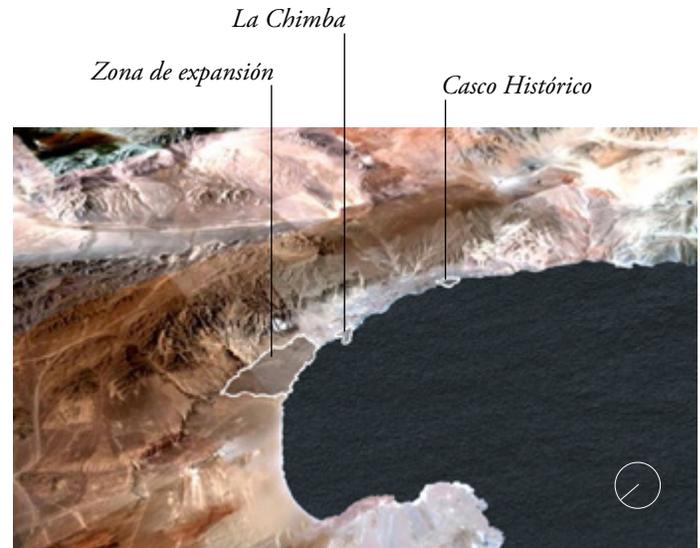


Fig. 14. Esquema de crecimiento Antofagasta
Fuente: PLADECOC 2011-2020

Subcentros.

Dada su geografía y morfología, entonces, Antofagasta es una ciudad que se ha consolidado a través de la generación de subcentros urbanos que, a lo largo del territorio, agrupan nodos de servicios e infraestructura pública. Estos subcentros ayudan a la ciudad a no concentrar todos los servicios en el casco histórico, lo que dada la forma de la ciudad, significa un beneficio importante para la comunidad en términos de acceso a estos nodos, sobre todo, en los extremos norte y sur de la ciudad. Los subcentros urbanos, además, están asociados en cuanto a su ubicación, a un sistema de quebradas que posee la ciudad segmentándola en sentido oriente-poniente. Los "nuevos centros" de la ciudad permiten comprender la complejidad de una ciudad costera de 22 km de largo y tan sólo 2,5 km de ancho promedio¹¹, a través de sus usos y programas. En la medida que estos logren su consolidación, lo harán de mejor manera.

Dadas estas condiciones, resulta interesante revisar cómo se consolidarán los nuevos subcentros que nacerán a partir del crecimiento físico y demográfico de la ciudad particularmente hacia la zona norte, y cómo estos, representando hoy el límite de Antofagasta, se integrarán en un futuro cercano a la trama urbana. Hoy estos subcentros, ya tienen su lugar dentro de los nuevos Planes Seccionales del norte de la ciudad. El desafío entonces, será consolidarlos a través de proyectos que eleven la calidad de vida de la ciudad y que, por cierto, se hagan cargo de **una de las principales problemáticas urbanas de Antofagasta: la integración y consolidación del borde mar.**

¹¹ MARTINEZ, Soledad; PARRAGUEZ, Leslie; RODRÍGUEZ, Gisel; SANTANDER, Marcela. "Plan Bicentenario Ciudad de Antofagasta". 2005.

2.2.1 De espalda al mar

Históricamente, y desde sus orígenes, la configuración de la ciudad de Antofagasta a lo largo de su borde costero, estuvo fuertemente determinada por la relación entre geografía, ferrocarril y trama. Relación asociada a la necesidad de embarcar los productos de la minería (salitre-cobre) para su exportación.

De esta forma, la ciudad se ha desarrollado a lo largo del borde mar en sus cerca de 22 km. de extensión, pero sin hacerse cargo de su condición costera, sino más bien dando la espalda al mar.

Si bien existen proyectos de borde mar asociados principalmente a los subcentros ya revisados, y que otorgan a la ciudad la posibilidad de conectar cerros y mar, estos sufren de falencias principalmente programáticas y de deterioro, debido a una mala planificación de usos de la costa. Esto queda en evidencia al constatar que sólo entre el 15 y el 20 % de la franja marítima de Antofagasta está destinada a espacios públicos¹², mientras que el resto se divide entre el puerto, centros comerciales en completa disociación con el mar, y complejos privados de recreación.

Dentro de estos espacios públicos, destacan por su interés las tres playas artificiales que se han generado en la ciudad, dada la condición rocosa de la orilla que impide la formación natural de balnearios. Estas son: Trocadero, Paraíso y el Balneario Municipal; sin embargo de estas, sólo el Balneario se encuentra integrado a un sistema de paseos públicos mientras que las otras dos funcionan de manera aislada.

A modo de resumen, Antofagasta es una ciudad que se encuentra encaramada en los cerros, y que no reconoce su condición de ciudad costera. Su borde mar no se integra a la ciudad ni a la vida de sus habitantes lo que a todas luces genera un impacto negativo pues el potencial que existe en esta zona es enorme en cuanto a sus posibilidades, y generar una correcta planeación y revitalización de este, es prioridad tanto para las autoridades como para la comunidad¹³.

El cruce entonces, de las variables de **proyección demográfica, el nacimiento de nuevos subcentros y el deterioro del borde mar**, puestas en función de generar una mejor calidad de vida para la ciudad de Antofagasta abriendo espacios que devuelvan el mar a la comunidad, representan de manera específica la problemática abordada en torno al territorio.



Fig 15. Consolidación Urbana y Seccionales
Fuente: Elaboración propia

12 MARINOV, Irina. Recuperación Borde Histórico de Antofagasta. Memoria de Título 2013.

13 Fuente: PLADECO 2011 - 2020 Comuna de Antofagasta.

2.2.2 Antofagasta Norte (La Chimba)

Como hemos visto, el nacimiento y posterior consolidación de los Subcentros de Antofagasta, está vinculado de manera indisoluble con su relación al borde costero. En palabras de Claudio Castillo, Arquitecto y Director del Departamento de Urbanismo de la ciudad “los proyectos costeros de la ciudad de Antofagasta tienen como objetivo principal, funcionar como un remate Oriente - Poniente a los subcentros”. Teniendo en cuenta entonces, la explosión demográfica proyectada para la ciudad hacia el norte y el deterioro de su borde costero, se reconoce en La Chimba, la posibilidad de reactivar esta zona a través de un parque duro de borde mar, teniendo en cuenta su nuevo Plan Seccional en ejecución. Existen antecedentes, por cierto, que ponen de manifiesto la escasez de parques y áreas verdes en la zona norte de la ciudad¹⁴.

La zona norte de Antofagasta, se enfrenta hoy a problemáticas asociadas a la no consolidación de su trama urbana, lo que deja puertas abiertas en cuanto pensar o re-pensar el carácter que tendrán estas zonas en el futuro. Frente a esto, y teniendo en cuenta el pasado productivo que tuvo la zona de La Chimba en distintas áreas¹⁵, es que resulta interesante entrecruzar las problemáticas energéticas y territoriales ya planteadas, y brindar un carácter y un relato particular a este nuevo centro de la ciudad. La Chimba hoy se enmarca dentro del límite urbanizado de la ciudad, pero dentro de pocos años, este subcentro será parte del tejido urbano consolidado de la urbe.

En la figura XX que muestra el Nuevo Plan Seccional de La Chimba, puede apreciarse que existe una densificación importante con un subcentro claramente definido. Además resulta interesante cómo se ha definido normativamente la franja de borde costero, incluyendo Zonas mixtas turísticas, y de recreación, dadas las condiciones geográficas de este borde costero que cuenta con bahías ni paseos costeros, sino que de un borde rocoso sin uso hasta hoy. (Ver img. XX Y XX)

Esto pone de manifiesto el interés de las autoridades por revitalizar esta franja costera y da pie para pensar que este Parque Undimotriz de la costa Chimbera tiene cabida en los planes futuros de la zona.

Finalmente, entonces, la problemática a resolver pasa por generar un espacio de diálogo entre la producción energética y el espacio público en una zona no consolidada del norte de la ciudad de Antofagasta.

¹⁴ Ver fig. 19

¹⁵ La Chimba funcionó como zona de producción de guano a comienzos del siglo XX.

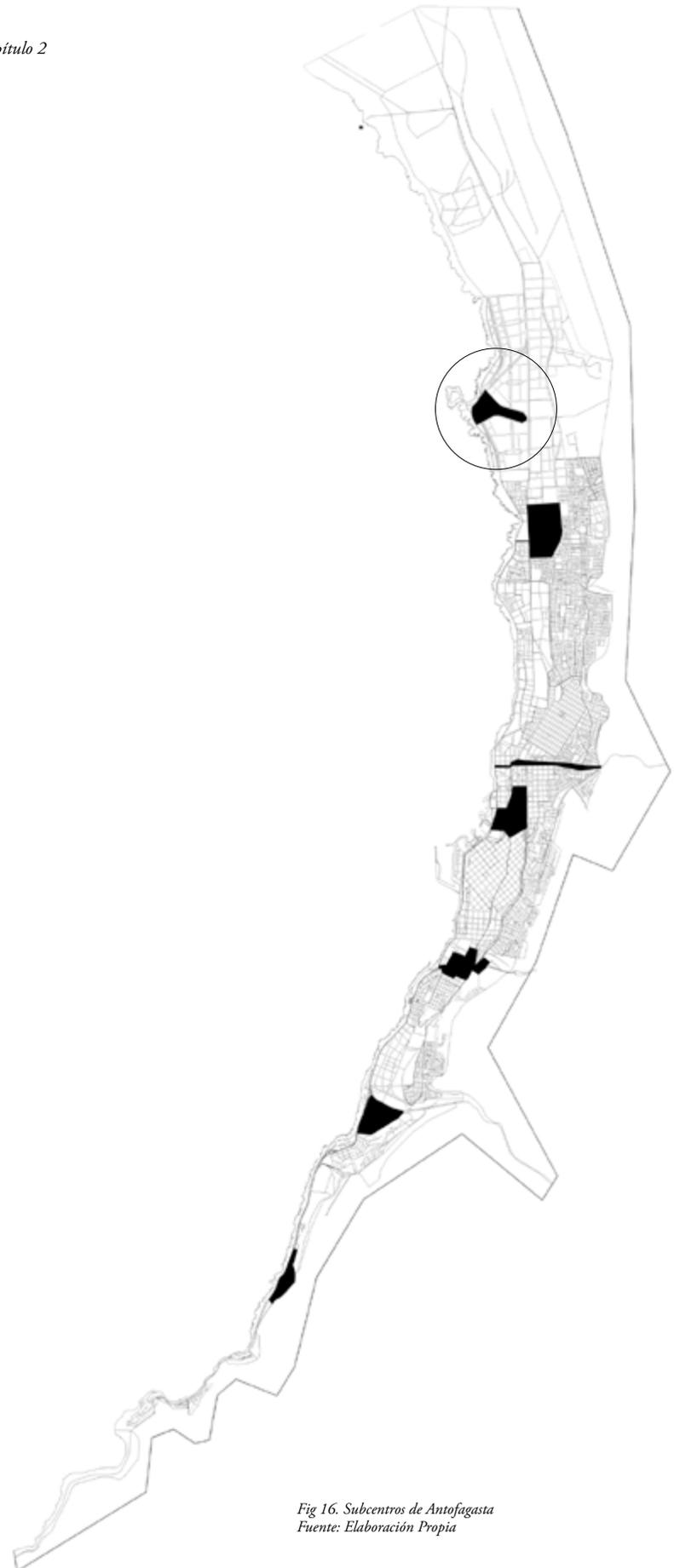


Fig 16. Subcentros de Antofagasta
Fuente: Elaboración Propia

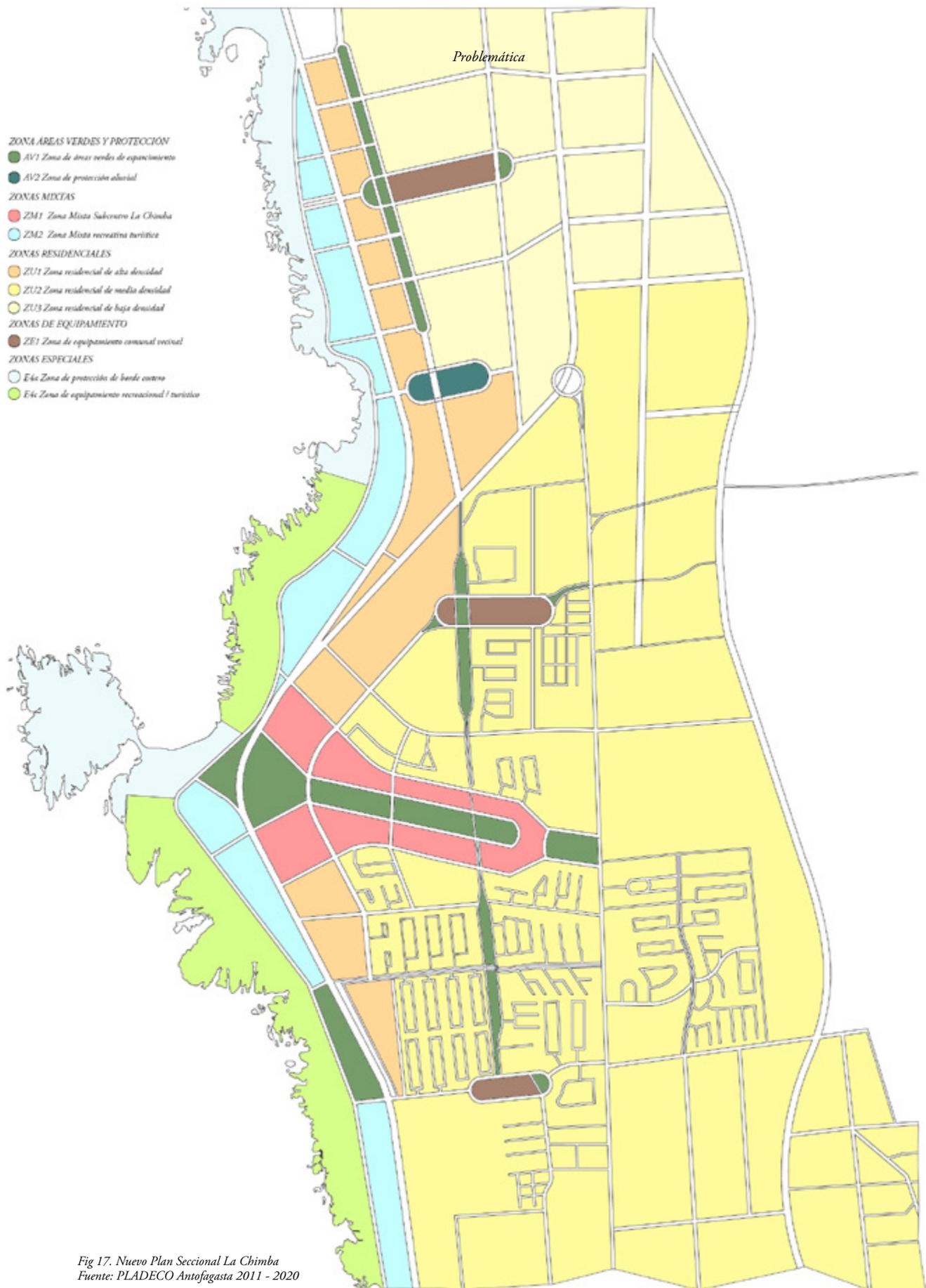


Fig 17. Nuevo Plan Seccional La Chimba
Fuente: PLADECO Antofagasta 2011 - 2020

Algunos antecedentes.

Proyecto Playa La Chimba.

Proyecto para una cuarta playa artificial en la ciudad de Antofagasta, financiado por Minera Escondida, pone de manifiesto el interés por invertir en la zona costera de La Chimba. El proyecto no superó los Estudios de Impacto Ambiental.



Fig 18. Proyecto Playa La Chimba
Fuente: www.seia.cl

Indicadores de la falta de Áreas Verdes en la Zona Norte de Antofagasta, ponen en evidencia los escasos espacio públicos en el área de expansión de la ciudad.

Sector	Base 5m ² /hab
Norte	44%
Centro Bajo	15%
Centro Alto	39%
Sur	2%

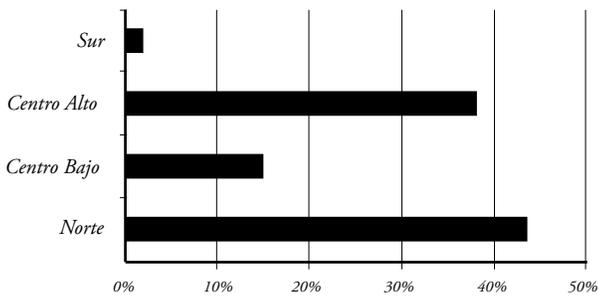


Fig 19. Distribución porcentual del déficit de Áreas Verdes por sector. Base 5 m²/h
Fuente: PLADECO

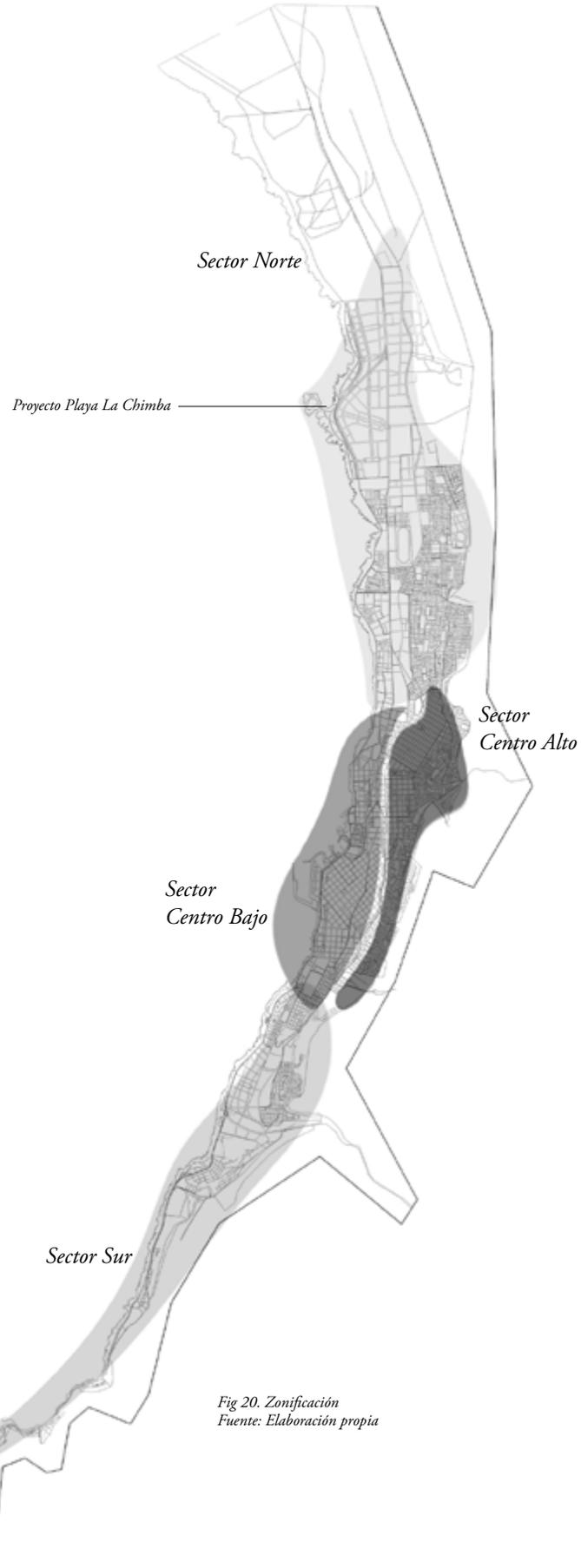


Fig 20. Zonificación
Fuente: Elaboración propia



*Img 9. Rocas de La Chimba
Fuente: Elaboración Propia*



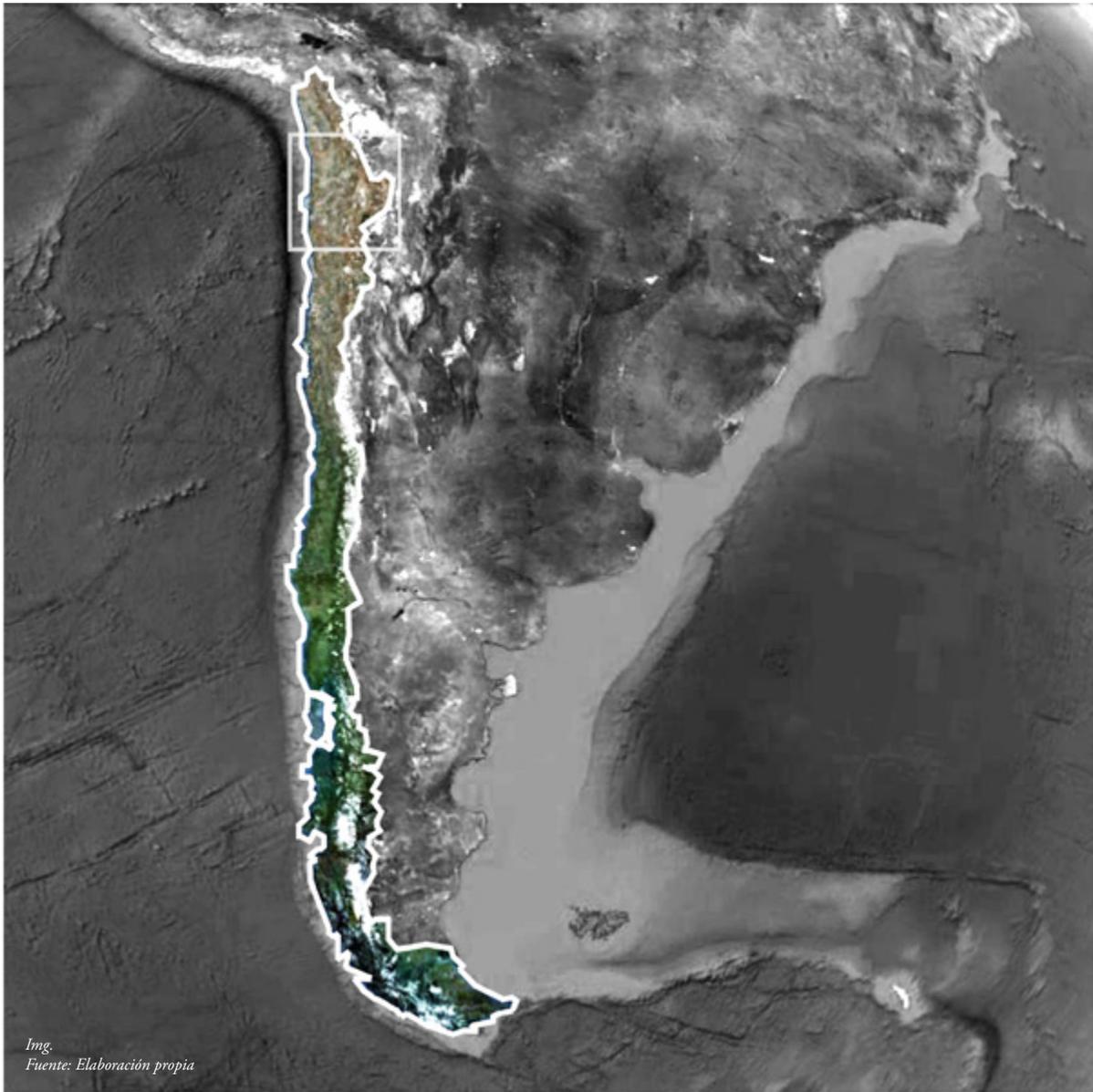
Img 10. Muelle de Antofagasta
Fuente: Elaboración propia

Capítulo III

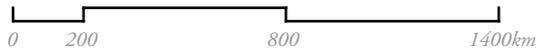
Aproximaciones

Territorio - Historia

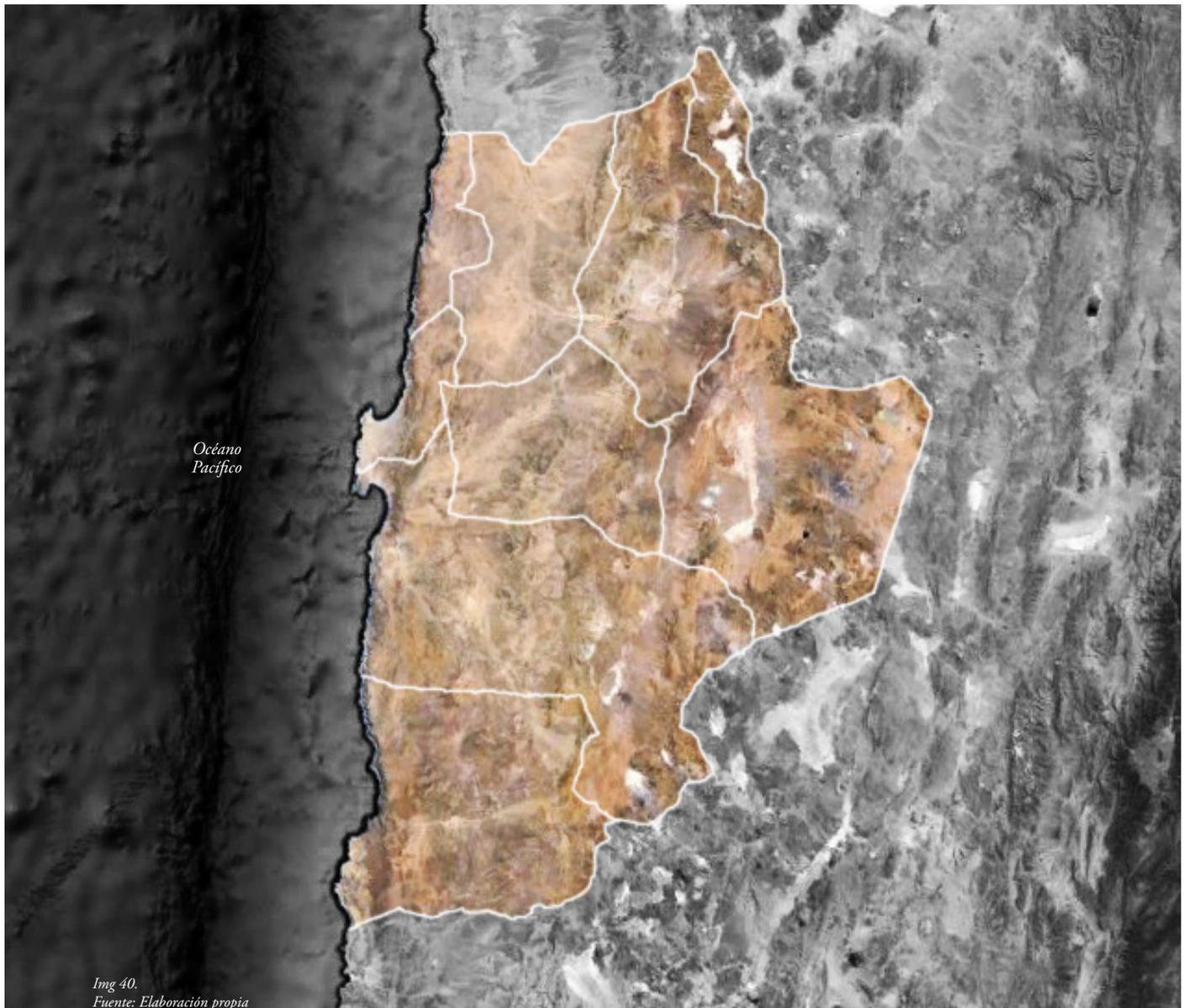
3.1 Territorio



Img.
Fuente: Elaboración propia



Chile
(entre paralelos 17°29'57" S y 56°32' S)



0 20 80 140km

Segunda Región de Antofagasta

Superficie: 126.049 km²

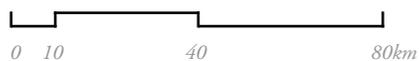
Habitantes: 581.701 hab

Densidad : 9,7 hab/ km²

Subdivisiones: Porovincias de Antofagasta, Tocopilla y El Loa.

perde importancia. La situación de extrema aridez en la Depresión Intermedia y la escasa vegetación existente definen un paisaje natural conocido como Desierto de Atacama.

Clima: Las características climáticas de la Región de Antofagasta son de una marcada aridez. El desierto se manifiesta plenamente hacia la zona intermedia, donde la influencia marítima, propia del relieve,



Comuna de Antofagasta
(29°32'28"S, 70°56'38"O)

Superficie: 30718,1 km²
Habitantes: 372.973 hab
Densidad : 12,14 hab/ km²



Antofagasta ciudad



Vías principales

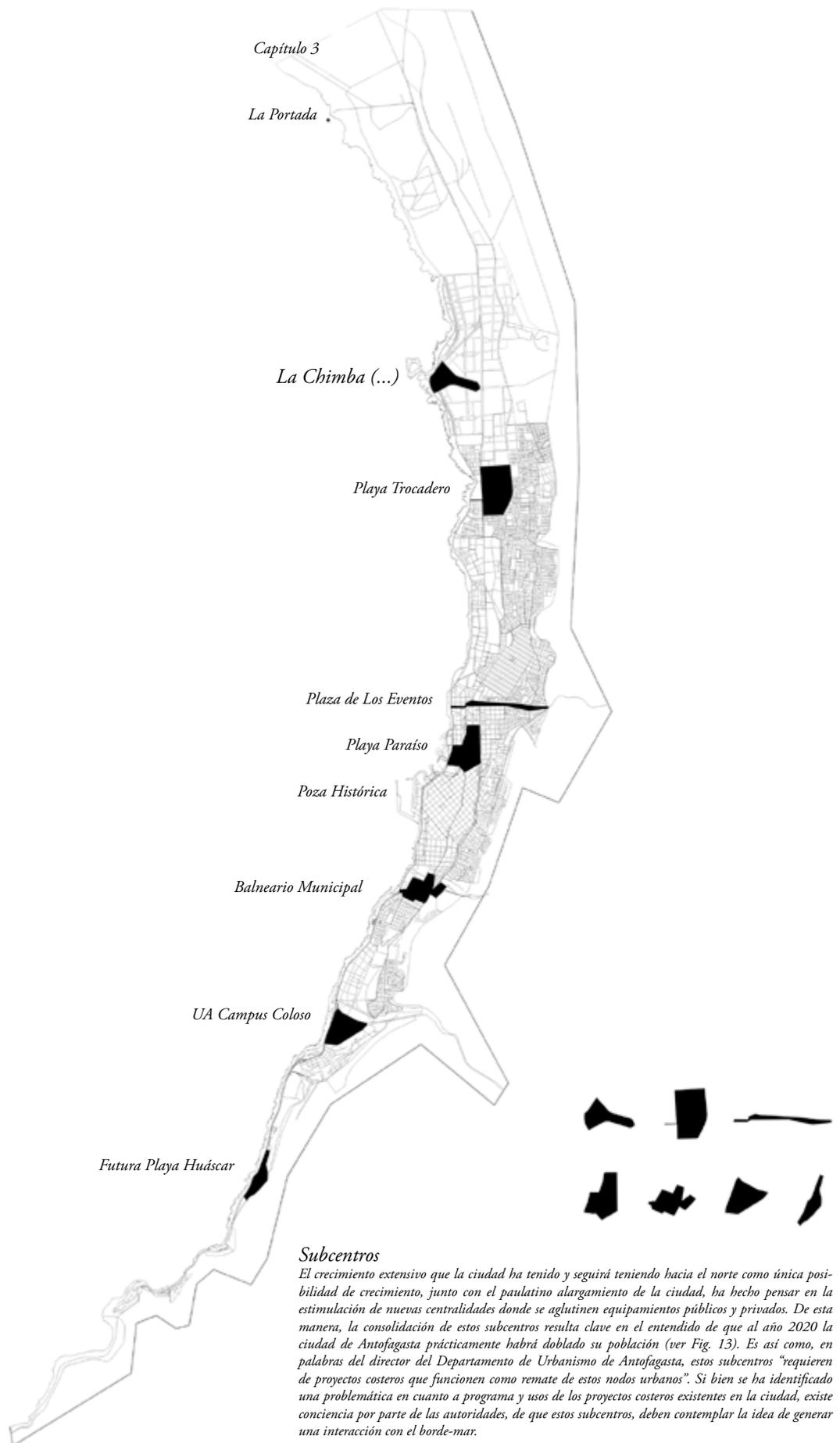
Las vías en la ciudad de Antofagasta se desarrollan principalmente en sentido Norte-Sur, donde destaca una vía costanera como la principal arteria de la ciudad, que conecta la ciudad de manera longitudinal. De manera transversal la ciudad se conecta a través de vías que se ordenan siguiendo la geografía de quebradas de la ciudad. El problema vial en Antofagasta está asociado principalmente al transporte público y a problemas generados a partir de la presencia de líneas férreas en uso, que son parte del casco histórico de la ciudad.

Aproximaciones

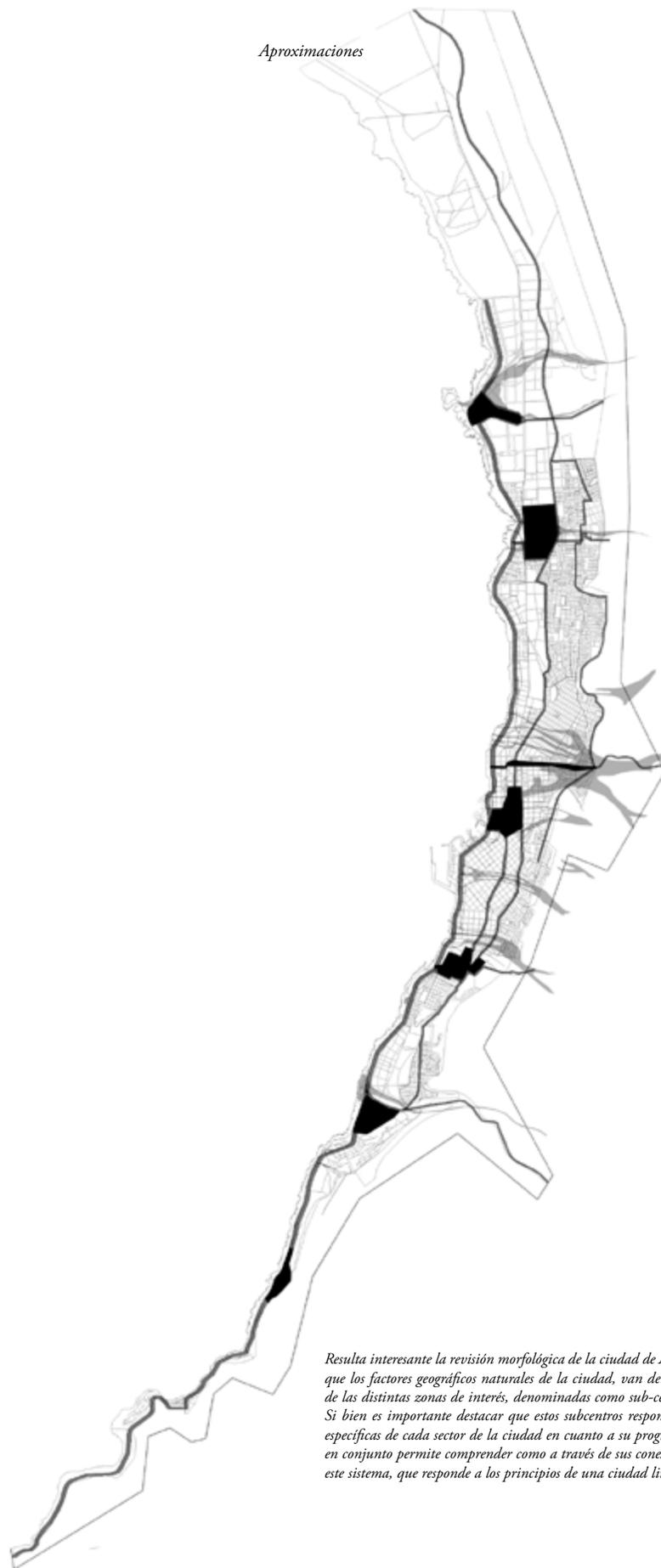


Quebradas

Las numerosas quebradas que escurren por la vertiente occidental de la Cordillera de la Costa inciden sobre la planicie en numerosos sectores sobre la planicie, confiriéndole una topografía irregular en la que, en el caso de las quebradas mayores es posible identificar niveles de terraza. Estas quebradas, conforman a su vez una disección natural a lo largo de la ciudad, que determina la existencia de vías transversales orientadas de oriente a poniente, y que de la misma manera articulan el desarrollo de Subcentros Urbanos a lo largo de Antofagasta.



Aproximaciones



Resulta interesante la revisión morfológica de la ciudad de Antofagasta en cuanto es posible identificar que los factores geográficos naturales de la ciudad, van determinando de manera clara la ubicación de las distintas zonas de interés, denominadas como sub-centros en los Planes de Desarrollo vigentes. Si bien es importante destacar que estos subcentros responden de manera distinta a las condiciones específicas de cada sector de la ciudad en cuanto a su programa, dimensiones e influencia; su estudio en conjunto permite comprender como a través de sus conexiones son capaces de dar un orden claro a este sistema, que responde a los principios de una ciudad lineal costera.

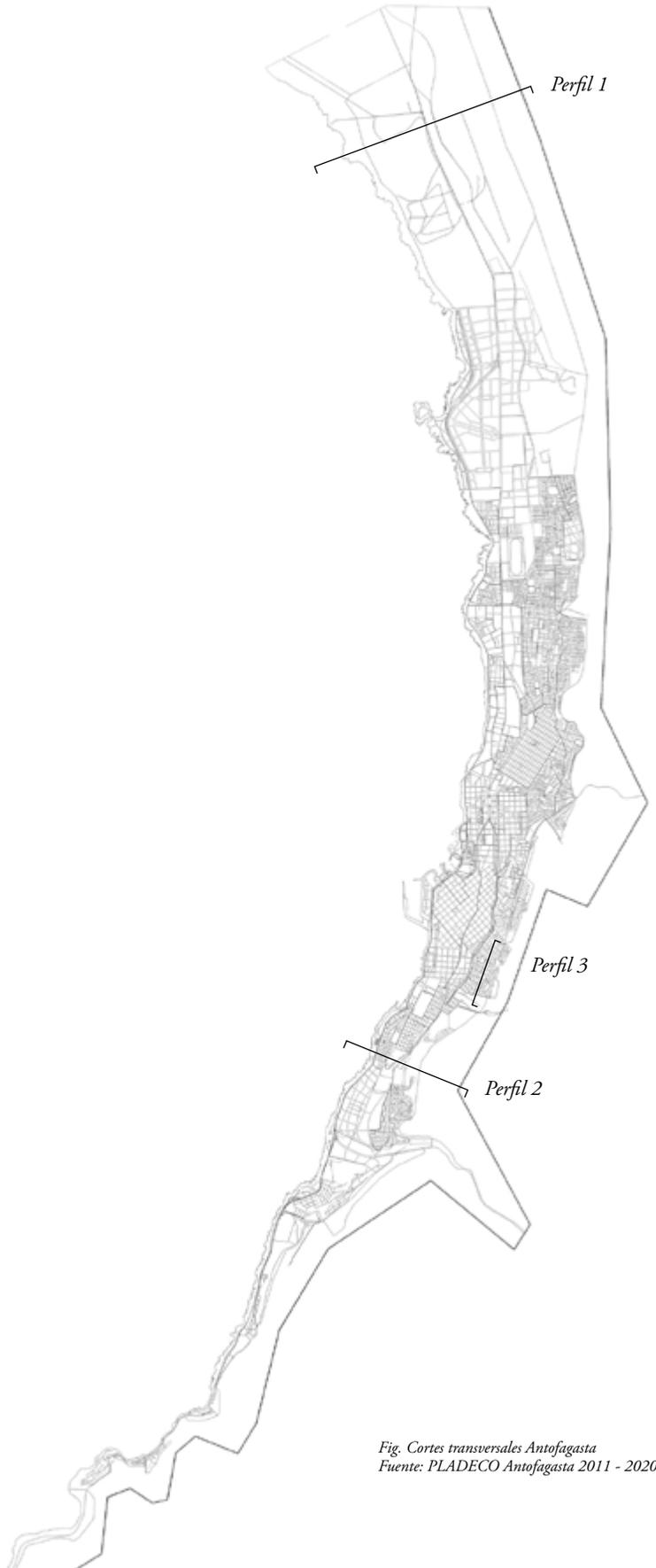
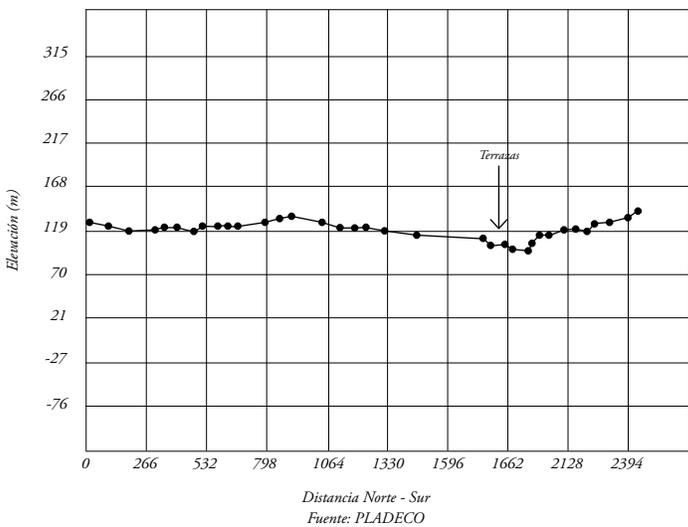
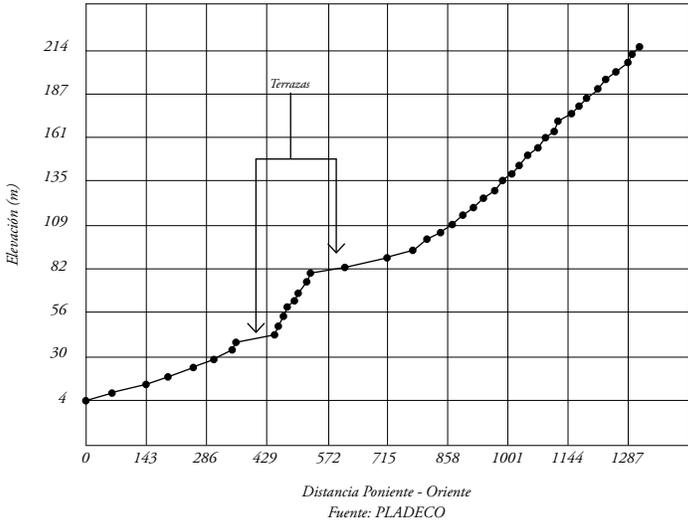
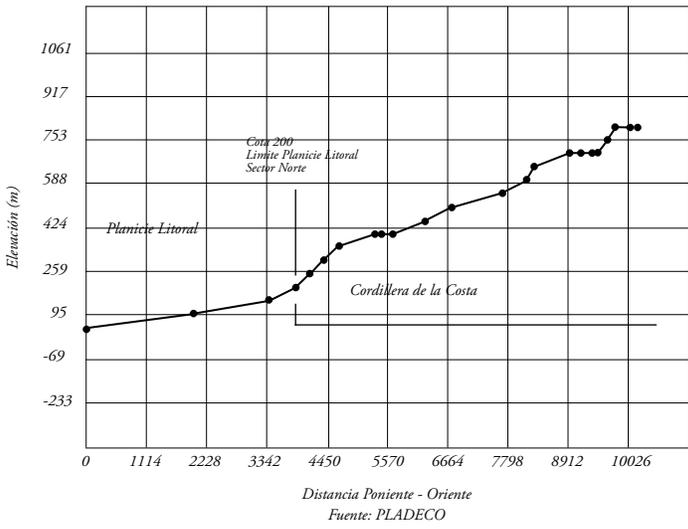


Fig. Cortes transversales Antofagasta
Fuente: PLADECO Antofagasta 2011 - 2020

Revisión

Estos antecedentes dan cuenta del ordenamiento territorial de la ciudad de Antofagasta tomando en cuenta su geografía, morfología y trazado. Permiten comprender de manera amplia la estructura que define su sistema de Subcentros a lo largo del territorio, y la conectividad que permite su composición en el territorio. La revisión de estos elementos de manera independiente, dejan en evidencia que es el traslape de éstos el que permite comprender la complejidad de una ciudad como Antofagasta en lo que respecta a su ordenamiento territorial, determinado de manera indisoluble por la Cordillera, el valle y el mar.

Sin embargo, esta diagramación también permite comprender una dimensión de las problemáticas que aquejan a la ciudad y sus habitantes, y que pueden detallarse a través del trabajo conjunto de autoridades y la comunidad.

Cuando se empezó a plantear la imagen objetivo de Antofagasta hace ya 13 años, los análisis dieron cuenta de un acelerado crecimiento urbano cuyo desarrollo no lograba reflejar los buenos indicadores de la macroeconomía regional, considerando su jerarquía como capital de la región.

Se identificaron, entonces, importantes deficiencias asociadas a su estilo de crecimiento (espontáneo y restringido), a la **desvinculación de su borde costero** como parte importante de la estructura de la ciudad, al **deterioro de espacio público**, a la problemática de su red vial y a la inadecuada distribución de áreas verdes y equipamiento, entre otros.

En términos globales, la visión urbana se estructuró en torno a:

- **El mejoramiento del espacio público de la ciudad y de su borde costero**, con la consolidación del frente marino a partir de la unificación de **una serie de proyectos portuarios y de borde**, incluyendo paseos de costanera y la habilitación de playas artificiales (estos dos últimos ya consolidados).

- La renovación del casco central, reorientando su desarrollo y abriendo al borde de mar, consolidando paseos peatonales y mejorando el sistema de plazas, poniendo en valor el eje cívico entre la zona típica y la Plaza Sotomayor.

- **La generación de nuevas centralidades barriales.**

- El mejoramiento de la accesibilidad urbana, reforzando el corredor longitudinal conector de los distintos sectores de la ciudad y habilitando una transversalidad más potente entre cerros y mar.

- La incorporación de nuevo suelo urbano.

- La problemática de la industria (localización histórica en el área consolidada, desarrollo del sector de La Negra)

- La integración del patrimonio cultural y renovación de la infraestructura relevante (recuperación de Monumento Nacional Huanchaca, Casa de la Cultura, Edificio Correos).

- La mitigación de impactos aluvionales asociados al sistema de quebradas.

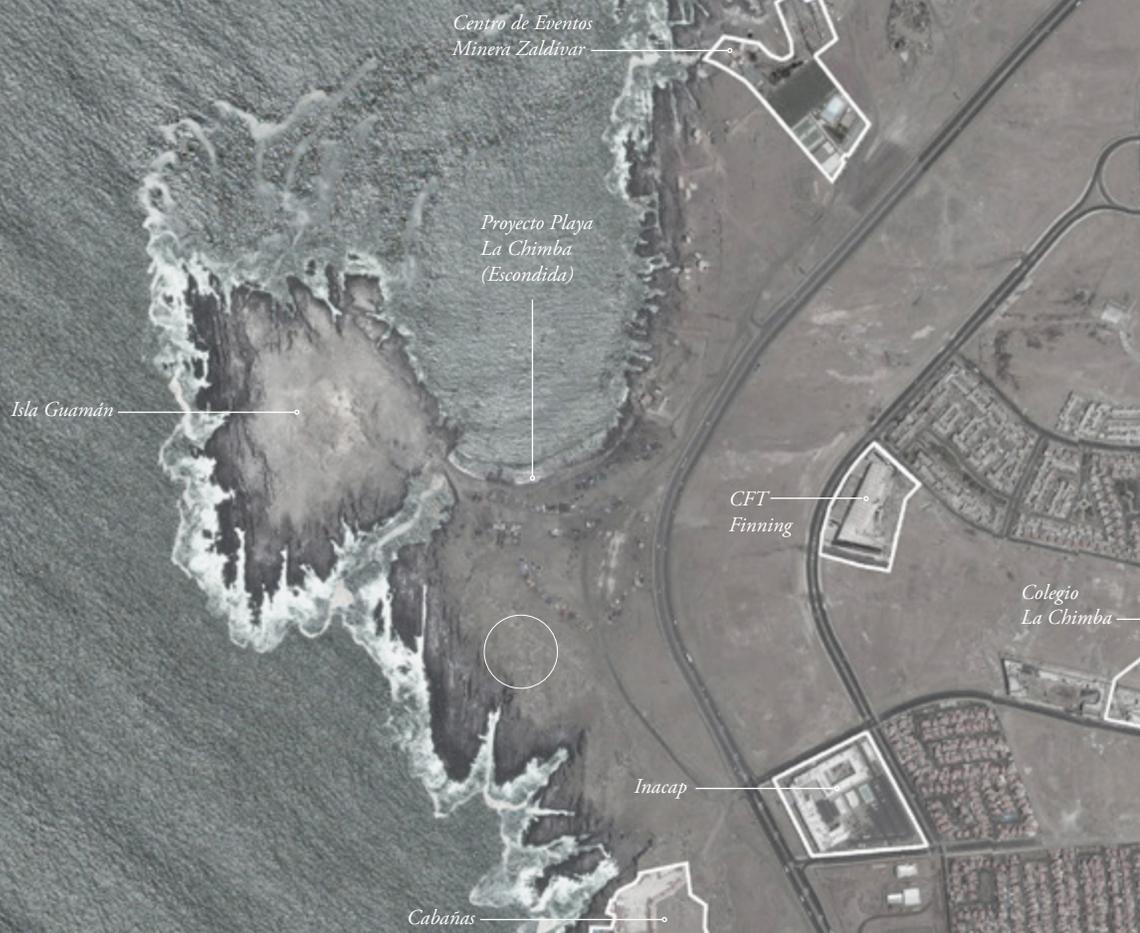
¿Hacia dónde ir?

El área consolidada de la ciudad posee problemáticas específicas que serán solucionadas en la medida que los puntos recién revisados, puedan cumplirse de manera concreta en el tiempo. Dentro de estos asuntos, un factor predominante es que ya hemos identificado a partir del estudio de la Problemática territorial y está asociado al tratamiento del borde costero de la ciudad.

Es entonces, que el cuestionamiento pasa por proyectar estas problemáticas en el crecimiento exponencial que sufre la ciudad de Antofagasta, que, como ya hemos revisado, contempla la duplicación de su población en los próximos años, y está planificada hacia la zona norte de la ciudad.

De esta manera entonces, las aproximaciones siguientes se centran en esta zona de la ciudad, en específico en la zona de La Chimba.

La Chimba



La zona de La Chimba históricamente ha tenido una vocación productiva. Primero a través de la extracción de guano desde la Isla Guamán a comienzos del siglo XX, y luego como productor de Gas hacia el oriente del territorio. Posteriormente se integra a esta trama la Planta Desalinadora Norte en esta misma línea. Hoy, el barrio de La Chimba se configura como la última porción de ciudad integrada a la trama urbana consolidada de la ciudad. En términos de uso, puede apreciarse la gran cantidad de conjuntos habitacionales y la incorporación de nuevos centros educacionales que dan cuenta del crecimiento que experimentará esta zona en los próximos años. Destacándose de manera clara, el agrupamiento de servicios en torno a lo que será el nuevo SUBCENTRO de La Chimba. Existen, al mismo tiempo, una gran cantidad de paños sin uso, que serán destinados en su gran mayoría a proyectos inmobiliarios. En la zona oriente de La Chimba se distingue una zona de alta vulnerabilidad social, sobre todo en torno al ex Vertedero, el cual según el Plan Seccional Norte, se convertirá en un parque en el futuro.

*Ex Vertedero
de La Chimba*



La Chimba



*Ex terrenos
Planta Lipigas*



*Colegio
Antofagasta*



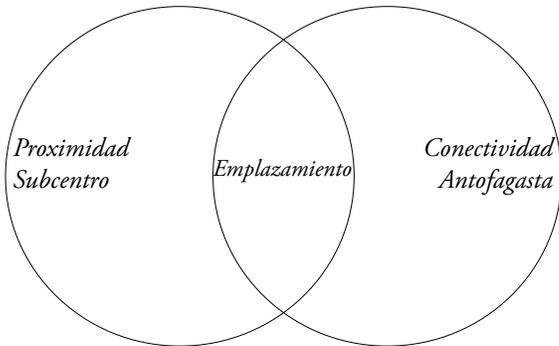
3.1.1. La Chimba

La granulometría de La Chimba, permite comprender de manera más precisa, cómo se han desarrollado los proyectos inmobiliarios que abastecen a la fuerte demanda que existe en el sector. Es posible apreciar que estos proyectos se estructuran en la lógica de grandes condominios que no dialogan con su entorno más próximo, sino más bien, generan comunidades aisladas de la lógica de la zona. La no consolidación de una zona de Subcentro, que pueda dar cabida a espacios públicos, zonas de recreación y por cierto, acceso al borde mar, son propicios para que esta forma de proyectar predomine en La Chimba.

Si bien la configuración del Subcentro de La Chimba ya puede leerse a partir del aglutinamiento de los programas educativos principalmente, este aun no desarrolla las zonas de áreas verdes proyectadas, y todo lo que implica su borde a partir de una zonificación mixta proyectada para esta parte del Plan Seccional. En esta misma línea dialogan aun con bodegas de almacenamiento hacia el norte del área de Subcentro.

Las imágenes 11, 12 y 13 muestran a modo de síntesis las capas que componen el paisaje de La Chimba y permiten comprender el aislamiento que se produce en la franja de borde mar, dada la diferencia de cota con la zona del subcentro. Esta condición, brinda la posibilidad de intervenir la zona del borde costero si interrumpir la vista desde la zona del Subcentro hacia el mar.

El lugar para el proyecto está pensado desde la lógica de conectar el Subcentro de La Chimba con el borde mar, y de esta manera, a su vez, aprovechar su cercanía con la costanera para su conectividad vial con el resto de la ciudad. Esto reduce a una escala menor las posibilidades de emplazamiento, las que serán revisadas de manera específica, considerando las variables planteadas en el capítulo de Problemáticas.



Img 11. Zona de Subcentro hacia el poniente
Fuente: Elaboración Propia



Img 12. Isla Guamán hacia el sur desde Costanera.
Fuente: Elaboración Propia



Img 13. Costa rocosa de La Chimba
Fuente: Elaboración Propia

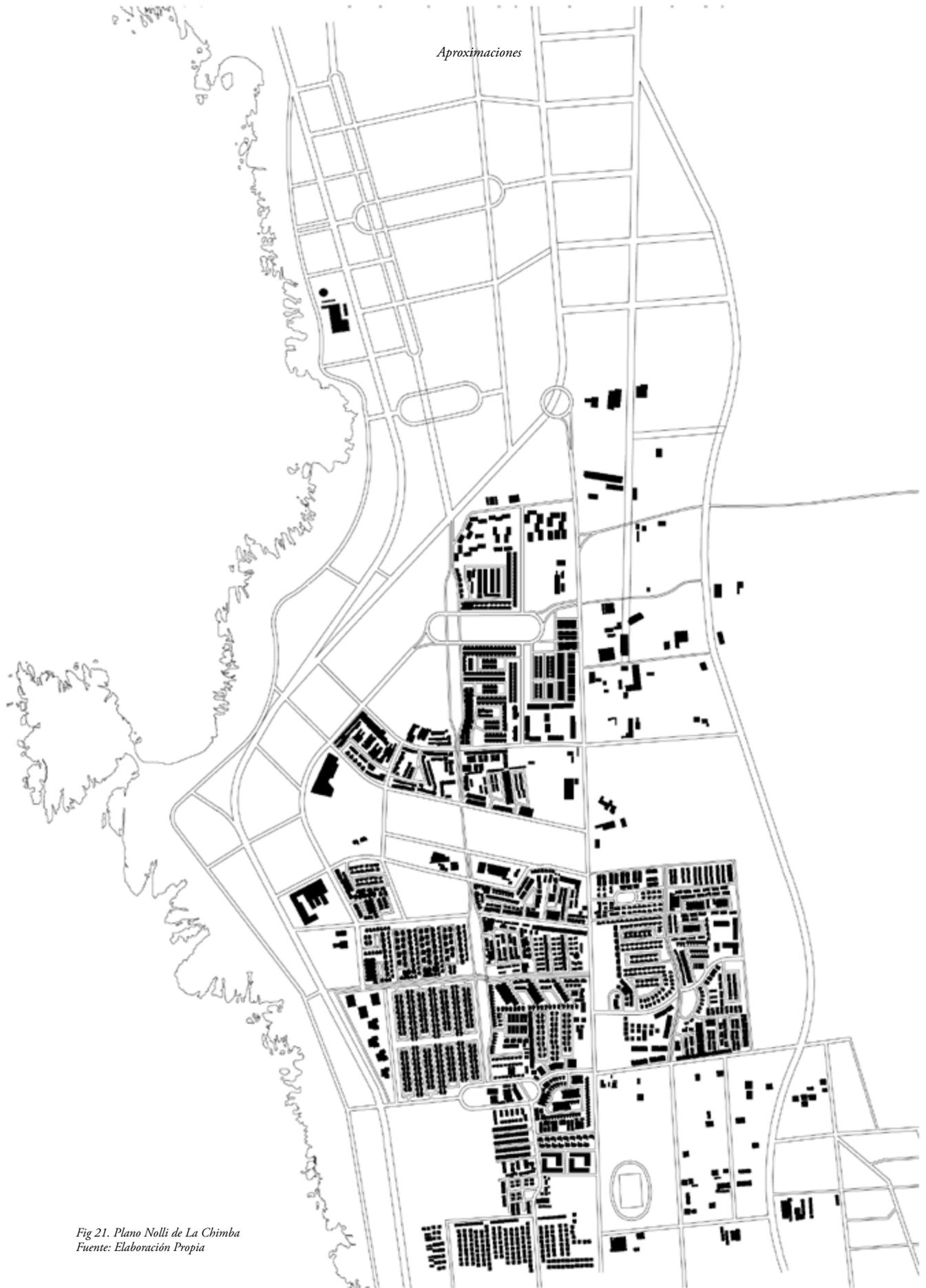


Fig 21. Plano Nollí de La Chimba
Fuente: Elaboración Propia



Img 14. Costa rocosa en La Chimba / Vista sur oriente
Fuente: Elaboración propia



Img 15. Costa rocosa en La Chimba / Vista oriente
Fuente: Elaboración propia



3.1.2. Posibles Emplazamientos

En base a las condicionantes territoriales, problemáticas urbanas y proyecciones de crecimiento físico y demográfico de la ciudad, se ha definido entonces, el emplazamiento del proyecto Parque Undimotriz en la zona de La Chimba.

Como primer asunto se define la ubicación del proyecto en la franja costera, teniendo en cuenta los factores que se detallan a continuación.

Los principales factores que han definido la localización y orientación del proyecto están asociados a dos factores fundamentales: El primero tiene que ver con la vocación primera del proyecto que es generar energía. La figura 23 muestra de manera específica el potencial de las olas de la zona de La Chimba. **El aprovechamiento de las mejores olas de la zona es un factor primordial a la hora de emplazar el proyecto, específicamente en cuanto a la orientación del dispositivo y sus turbinas.** Estudios revelan que las mejores olas para la generación de Energía Undimotriz son las Olas Suroeste¹, es decir, las olas provenientes de esa latitud de la Tierra, por lo cual el dispositivo debe emplazarse de manera que las enfrente perpendicularmente.

El segundo factor está asociado a la idea de definir al proyecto como el remate del nuevo Subcentro del Nuevo Plan Seccional de La Chimba. Es por esta razón que su proximidad y su conectividad con este es relevante para definir su emplazamiento. **El proyecto se integra al subcentro, generando una conexión entre este y el mar.**

Otros factores que están involucrados en el emplazamiento del proyecto son:

- La conectividad con vías estructurantes de la ciudad de Antofagasta como lo es la vía Costanera, lo que permite una accesibilidad al proyecto que se condice con la vocación pública del parque.

- El aprovechamiento de la Isla Guamán como atractivo visual del proyecto se utiliza como criterio para no situarse sobre ella, conservándola y utilizándola como remate de la zona de emplazamiento.

¹ Fuente: MEDEL, Sebastián. Estudio de implantación de tecnologías mareomotrices y undimotrices como pequeños y medios de generación distribuida. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Eléctrica 2010.



Fig 22. Seccional La Chimba
Fuente: Elaboración propia

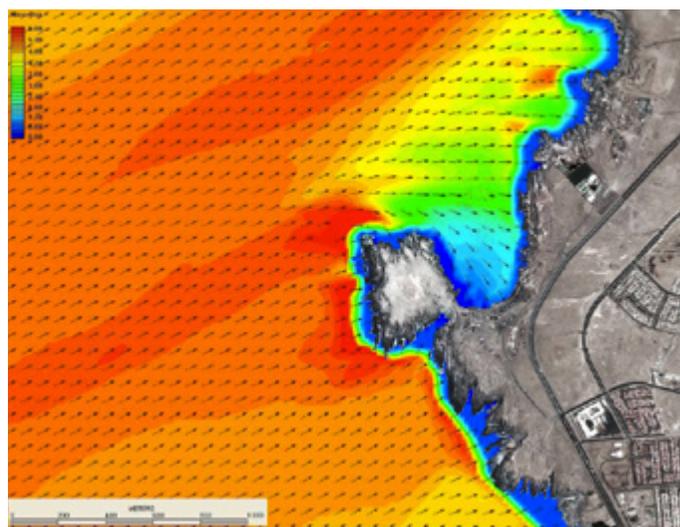


Fig 23. Potencia del Oleaje La Chimba
Fuente: Proyecto Playa La Chimba / www.seia.cl



1.- El proyecto se localiza en la zona del borde costero de La Chimba que abarca cerca de 5 km de norte a sur.



2.- La consolidación del Subcentro de La Chimba requiere un vínculo con el borde costero. Un remate oriente -poniente



3.- La cercanía y conectividad con el Subcentro le permite integrarse a este generando un vínculo con el mar.



4.- Las costas que reciben las Olas Suroeste son las más propicias para la instalación de dispositivos undimotrices.



5.- La franja costera frente al Subcentro de La Chimba logra una conectividad con la ciudad a través de la costanera.



6.- Se define así la franja costera más propicia para el programa del parque, los dispositivos y la difusión.

3.2 Historia



Img 16. Trabajadores salitreros
Fuente: www.fcab.cl

Antofagasta comenzó siendo habitada por los changos, una etnia precolombina, dedicada a la pesca, cuyo hombre más destacado fue Juan o “Chango” López. Este hombre, llegó a establecerse en la zona de **La Chimba**, (actual acceso norte de Antofagasta) para dedicarse a la extracción de minerales de manera precaria.

En 1866 llega al territorio, José Santos Ossa, tras la búsqueda de oportunidades salitrales y la aprobación de la concesión por parte del Gobierno Boliviano de incursionar y establecerse en esos terrenos. Esta exploración pasó a convertirse en la “Compañía de Salitres y Ferrocarril de Antofagasta”, integrada por capitales ingleses. De esta manera, se fue poco a poco, gestando una comunidad y un lugar de desembarque, refugio y descanso para los exploradores chilenos. Ya para el año 1868, el Gobierno Boliviano decide fundar este territorio como una ciudad.

A partir de 1870, el gran interés por la extracción del mineral de Caracoles, produjo la explosión demográfica de la ciudad con tal desorden y rapidez que el caos comenzó a imperar, por lo que tuvieron que construir la primera Junta Municipal en 1872, dando inicio al ordenamiento de la sociedad.

Siete años después, estalla la Guerra del Pacífico, por conflicto limítrofe, dando por resultado, el traspaso de Antofagasta a la soberanía del Gobierno Chileno.

Luego de esto, el desarrollo económico comenzó a constituir una gran ciudad. El ferrocarril de las empresas salitreras, ya llegaba a Potosí (Bolivia), siendo de los más importantes factores de desarrollo para la ciudad. Además del ferrocarril, la dinámica económica, trajo consigo la construcción de muelles para desembarque, llegando a ser en 1914, la mayor exportadora de salitre. Esto produjo la continuación del ferrocarril urbano hasta el extremo sur de la ciudad, convirtiendo la Caleta Coloso en un importante puerto exportador de salitre.

De esta forma, el borde natural costero, se fue conformando como un eje de producción para la industria salitrera. Situación que se extendió hasta 1930, con el llamado “fin del ciclo salitrero”, donde muchas personas al quedar cesantes tuvieron que regresar a sus ciudades del sur, provocando un descenso de la población. Desde este momento comienza un período de estancamiento de la ciudad que se extiende hasta los años 50.

Luego, a partir de estos años, comienza a resurgir un nuevo período de crecimiento, dado que el cobre comenzó a dar frutos y a reemplazar la bonanza del salitre. Este nuevo producto, trae consigo la implementación de infraestructura ciudadana, y comienza la instalación de empresas ligadas al cobre, como La Escondida y la Minera Zaldívar, entre muchas otras, llegando a producir en la región hasta el 75% de la producción total del país.

Antofagasta

1845



Juan López se establece en la zona de **La Chimba** para dedicarse a la extracción de minerales de manera precaria y artesanal.

1866



José Santos Ossa se establece en el territorio y se crea la “Compañía de Salitres y Ferrocarril de Antofagasta”, integrada por capitales ingleses.

1868



Se funda la ciudad de Antofagasta que se consolida como una comunidad y un lugar de desembarque, refugio y descanso para los exploradores chilenos.

1870



A partir de 1870, el gran interés por la extracción del mineral de Caracoles, produjo la explosión demográfica de la ciudad con una rapidez que produjo entre otras cosas un gran desorden.

1873



Se construye la primera Junta Municipal en 1872, dando inicio al ordenamiento de la sociedad. Así luce Antofagasta al año 1873.

1879



Estalla la Guerra del Pacífico por conflictos limítrofes dando como resultado el traspaso de Antofagasta a soberanía del gobierno de Chile.

1914



El ferrocarril salitrero ya llegaba a Potosí y dentro de la ciudad hasta el extremo sur de la ciudad, convirtiendo la Caleta Coloso en un importante puerto exportador de salitre.

1930



El fin del ciclo salitrero trajo consigo cesantía y migración de los trabajadores a las ciudades del sur. Comienza un estancamiento de la ciudad hasta los años 50.

1979



El resurgir de la ciudad de Antofagasta vino de la mano con la instalación de empresas ligadas al cobre, que se traduce en una mejor infraestructura ciudadana y calidad de vida.

Actualidad



Los desafíos de Antofagasta hoy, están asociados a poder traducir el tremendo aporte que generan económicamente al país en una mejor calidad de vida para sus habitantes, así como el aprovechamiento de la gran fuente de recursos energéticos renovables que puedan dar un carácter de renovación, una vez más, a la ciudad.



Img 17. Puerto de Antofagasta
Fuente: www.fcab.cl





Img 18. Antiguo Muelle Antofagasta
Fuente: www.fcab.cl

Aproximación





Img 19. Torre de Agua en Gadsden, Alabama, EEUU
Fuente: Colección de Bernd and Hilla Becher, www.artnet.com

Capítulo IV

Tecnología

Energías Marinas - Chile - Energía Undimotriz (OWC)

4.1 Energías Marinas

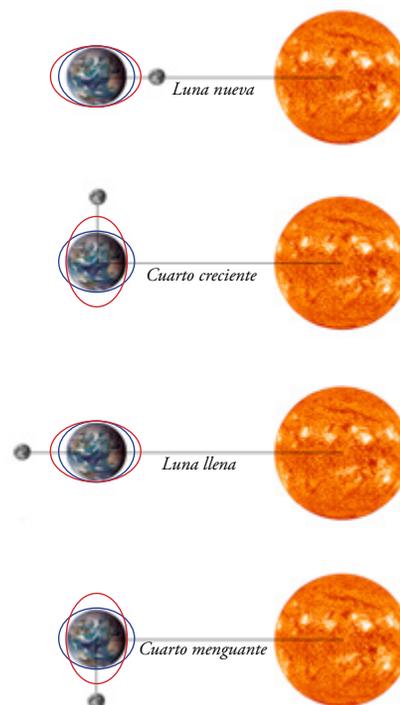


Fig 24. Fases lunares
Fuente: Elaboración propia

Definidos ya los motivos que nos invitan a pensar en las energías marinas para su aplicabilidad en Chile, podemos ahondar en qué significan realmente esta tecnología en términos de la energía potencial que se acumula en las aguas de todo el mundo, hasta la especificidad de los dispositivos que puedan ayudar en nuestras costas a resolver las problemáticas ya planteadas anteriormente. De manera amplia, entonces, vale la pena hacer una revisión por las energías marinas disponibles en el mundo.

El océano es una gran fuente de energía, y esta energía puede ser explotada desde gradientes termales, gradientes salinos, diferencias de altura en mareas, corrientes marinas u olas. Con su permanente movimiento, ha sido motivo de estudio por parte de científicos y técnicos como una promisoría alternativa de este recurso renovable para la generación de energía eléctrica.

El oleaje que se observa en el mar es energía en movimiento. Su origen se encuentra principalmente en vientos y tormentas. Una de las particularidades de estas ondas es que pueden transportar su energía por grandes distancias atravesando océanos completos. De esta manera, la energía del oleaje que se recibe un día cualquiera en las playas de la costa, puede tener su origen en tormentas ocurridas a miles de kilómetros de distancia.

Las mareas, por otra parte, tienen un origen radicalmente distinto por cuanto su generación responde a las fuerzas de atracción gravitacional de la luna y el sol. Esto explica el uso del término “marea astronómica” para referirse a las variaciones periódicas que experimenta el nivel del mar, las que pueden ser anticipadas con un alto nivel de certeza. Estos cambios del nivel del mar se producen por la atracción que ejerce el sol y principalmente la luna por encontrarse más cercana a la Tierra ¹.

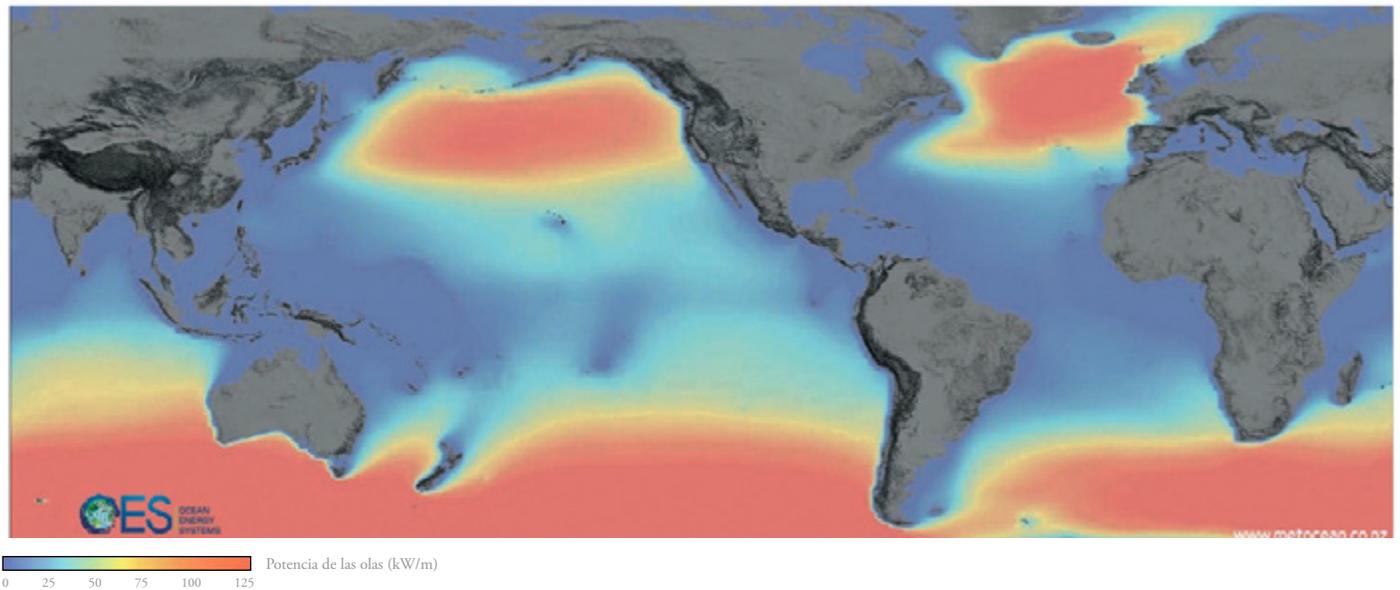
De acuerdo a investigaciones recientes (OES, 2011), en el mundo existiría potencial para desarrollar cerca de 750 GW en proyectos de energías marinas desde el año 2011 al 2050. Esto equivale a multiplicar por 50 veces la capacidad de generación eléctrica instalada en Chile al año 2010. Las energías provenientes de las olas y las corrientes marinas podrían contribuir además a reducir la emisión de gases de efecto invernadero por tratarse de una fuente limpia y renovable.

Con respecto al potencial mundial de energía de las olas (energía undimotriz) este se estima en 29.500 TWh/año, mucho mayor que el de las corrientes mareales disponible, y unas 500 veces el consumo de energía anual en Chile el 2010.

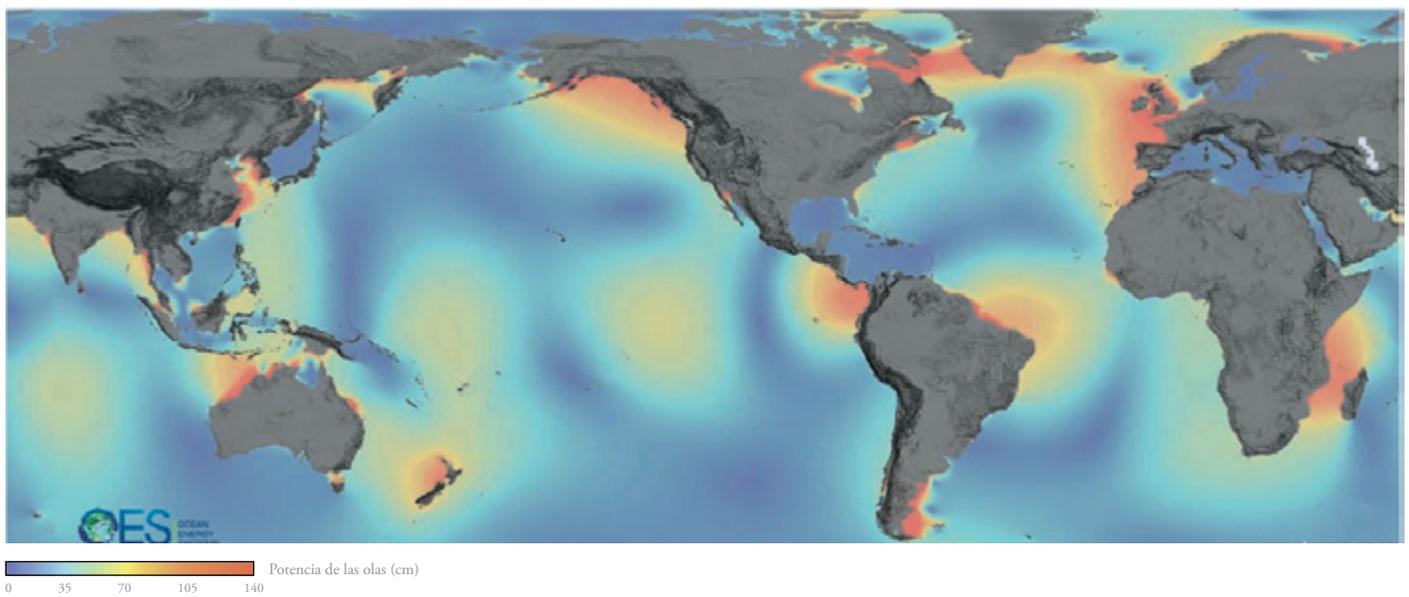
¹ Ver fig. 24

*El potencial mundial de energía de de las olas se estima en 29.500 TWh/año.
500 veces el consumo de energía anual de Chile.*

4.2 Uso de Energía Marina para producción de electricidad.



Mapa Mundial de Energía Undimotriz
Fig 25.



Mapa Mundial de Amplitud de Marea
Fig 26.

4.3 Potencial Global de Energía Undimotriz y Mareomotriz

Existen varios estudios y evaluaciones sobre el potencial disponible alrededor del mundo para la producción de energía mediante olas y corrientes marinas. Las fuentes de estos estudios son muy variadas (incluyendo la NASA (2006), Joao Cruz (2008), AVISO (2000)), pero a una escala global sus evaluaciones muestran que existe un enorme potencial de energía marina a ser desarrollado.

Las Figuras 25 y 26 muestran mapas mundiales para energía undimotriz y mareomotriz. Estos mapas fueron publicados por Ocean Energy Systems (2011) con datos de fuentes externas.

La Figura 1 muestra el promedio anual de energía undimotriz en kW/m. Este valor indica la energía distribuida en un frente de ola. El potencial mundial de energía de las olas se estima en 29.500 TWh/año (OES, 2011). Se puede apreciar el excelente recurso undimotriz en Chile.

Con respecto a la energía mareomotriz, la Figura 26 muestra un mapa global de la amplitud de mareas. La información mostrada es el patrón global de la componente de marea M2, que es el principal componente lunar semidiurno (OES, 2011), y representa alrededor del 60% de la amplitud total de las mareas (NASA, 2006).

El potencial mundial teórico para la energía de las mareas, tanto para amplitud como para corrientes de marea, se estima en alrededor 7.800 TWh/año (OES, 2011). Se debe destacar que aunque a escala global el potencial en Chile parece ser limitado, existe un potencial significativo a ser desarrollado, particularmente en varias zonas específicas en el sur de Chile.

Se puede observar de las figuras 25 y 26 que a escala global la energía mareomotriz muestra un menor potencial que la energía undimotriz. En Chile también se puede apreciar esta situación, siendo el potencial de energía de las olas significativamente mayor que el de energía de las mareas.

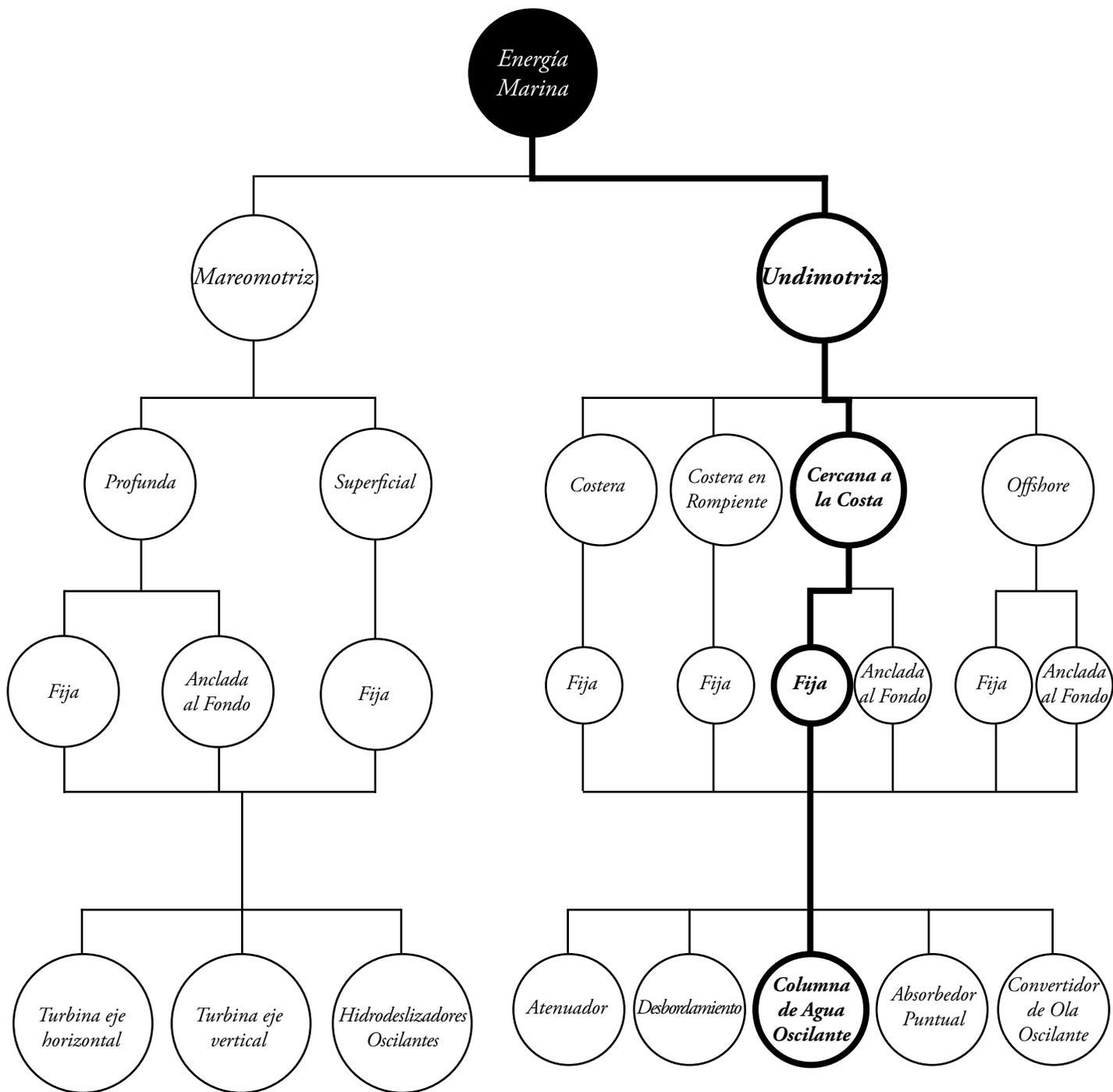
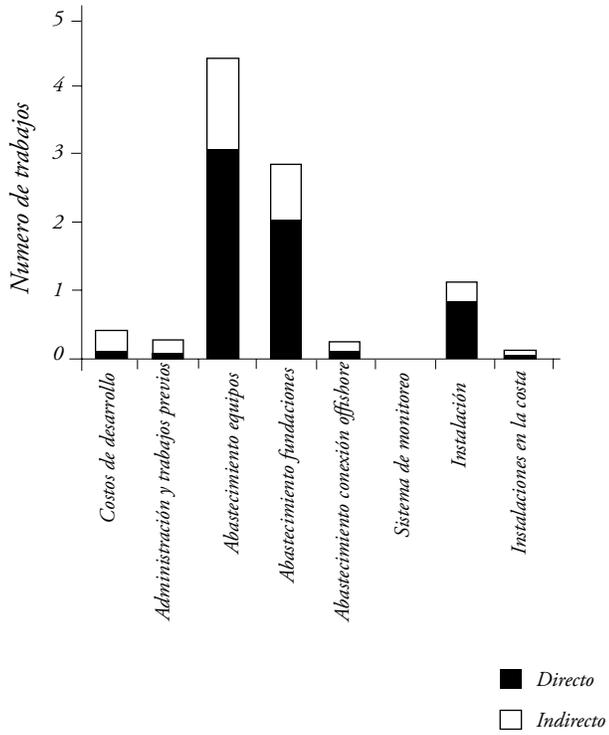


Fig 27. Mapa de dispositivos
Fuente: Elaboración propia

Energía undimotriz



Energía mareomotriz

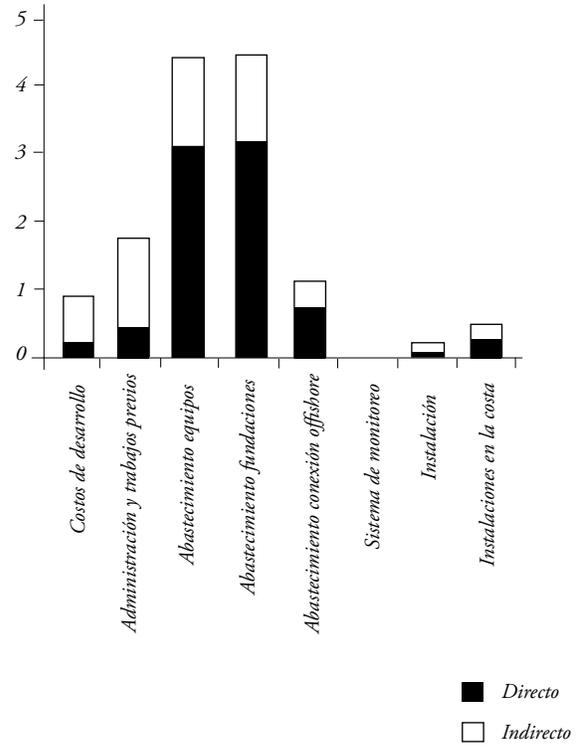


Fig. 28: Creación de empleos por MW de capacidad de energía marina instalada. (EU-OEA, 2011)
Fuente: ENERGÍA MARINA EN CHILE: Avanzando en el desarrollo del recurso



Fig 29. Capacidad Instalada de Energías Marinas en el mundo (2010)

4.4 Energía marina en Chile.

Chile tiene un borde costero de más de 4.000 km de longitud además de un vasto recurso para producción de energía undimotriz y mareomotriz, siendo entre ellos el recurso undimotriz mayor que el mareomotriz. El desarrollar estos tipos de energía podría traer consigo importantes contribuciones para el país en términos de seguridad y sustentabilidad de suministro de energía en el largo plazo.

Existe un interés entre las autoridades chilenas y los productores de energía en el potencial para explotar estos recursos para la producción de electricidad. A escala global ha habido varios esfuerzos aislados para desarrollar dispositivos que conviertan la energía de las olas o mareas en electricidad. Sin embargo, el sector ha sido un foco importante, particularmente en Europa, en los últimos años y una cierta cantidad de tecnologías ha avanzado a una segunda generación de dispositivos. Mientras el sector se desarrolla hay varios desafíos que afrontar y el principal mensaje de los desarrollos en la última década es que instalar dispositivos en el agua es caro y que existen desafíos importantes con respecto a la confiabilidad y mantención de los mismos.

Recursos Disponibles.

En el sector de Energía Marina es ampliamente sabido que la costa Chilena tiene un potencial interesante para desarrollos futuros. Así lo demuestran diversos estudios y evaluaciones que ponen a Chile en una posición de privilegio, incluso frente a países donde estas tecnologías ya han sido aplicadas, como el Reino Unido. Estos estudios también dejan en evidencia que la energía de nuestras olas es muy alta a lo largo de toda la costa, y que la energía de las mareas no lo es tanto comparativamente hablando.

- La variación estacional de energía undimotriz es muy baja en comparación con el Reino Unido, donde ya se han implementado estos dispositivos (menos del 6%).

- La energía undimotriz a lo largo de la costa chilena se encuentra en el rango de 25 kW/m en el norte hasta cerca de 110 kW/m en el sur.

- El factor de planta (Coeficiente de generación) de las centrales en Chile podría ser mucho mayor que en otros lugares alrededor del mundo, esto debido a la baja variabilidad a lo largo del año. Se estiman valores cercanos al 50%, mientras que en otras partes del mundo el factor de planta está en el rango del 30% (Aquamarine, 2011).

- La energía undimotriz es mayor que 5 kW/m por lo menos el 95% del tiempo.

Estos datos comienzan a dar luces de cual es la tecnología más adecuada para ser aplicada en costas chilenas. Si bien a partir de los estudios existentes puede deducirse que el potencial energético undimotriz en nuestras costas, es superior al potencial de energía mareomotriz, este no es el único criterio a revisar para optar.

Estos criterios no deben desapegarse del carácter experimental que tendría la aplicación de alguna de estas tecnologías en Chile. Poniendo atención a las variables de demanda, factibilidad económica y armonía con el espacio público; entendiéndolo, eso sí, que la generación de energía es, paradójicamente, el motor de este proyecto.

Chile tiene un marco regulatorio sólido y efectivo en lo que a sector eléctrico se refiere. Sin embargo, desde un punto de vista de desarrollo de proyectos, existen temas importantes como los respecto a incentivos para la energía renovable, evaluación de impacto ambiental de proyectos, obtención de concesiones marinas y planificación del uso del borde costero, que en su forma actual podrían dificultar el desarrollo de proyectos de energía marina, causando que éstos no sean económicamente factibles, o que los proyectos tengan una alta carga en términos de permisos requeridos. Todo esto considerando que los proyectos podrían ser evaluados por entes gubernamentales o Ministerios que no necesariamente tienen conocimiento en el tema y que podrían ser una barrera para el desarrollo de la energía marina en Chile.

Marco Regulatorio.

Los proyectos de energía marina necesitan usar un determinado espacio físico con el objetivo de instalar en el mar los dispositivos generadores de energía. La forma en que se hace disponible un área de fondo marino varía de un país a otro, por lo que debe ser abordado de diferentes maneras con el fin de cumplir con las leyes locales y otorgar espacio para la instalación de dispositivos.

En Chile, la Ley de Concesiones Marítimas (DFL N° 340 de 1960) y su Reglamento (D.S. N° de 1998, modificado por DS N° 002, del 3 de enero de 2005) entrega el control, fiscalización y supervigilancia de "toda la costa y mar territorial de la república y de los ríos y lagos que son navegables por buques de más de 100 toneladas", al Ministerio de Defensa Nacional a través de la Subsecretaría de Marina.

Las Concesiones Marítimas, para los efectos de su otorgamiento y tramitación, se clasificarán, considerando el plazo de duración, el cual no podrá exceder de 50 años, y la cuantía de los capitales a invertir en dichas concesiones, en:

- *Concesión Marítima Mayor:* aquella cuyo plazo de otorgamiento exceda de 10 años o involucre una inversión superior a las 2.500 Unidades Tributarias Mensuales (UTM), de acuerdo a la ponderación que realice el Ministerio de Defensa.

- *Concesión Marítima Menor:* aquella que se otorga por un plazo superior a 1 año y que no excede de 10 años o que involucre una inversión igual o inferior a las 2.500 UTM.

- *Permiso o Autorización:* aquella concesión marítima de escasa importancia, de carácter transitorio y cuyo plazo no excede de un año.

- *Destinación:* aquella concesión marítima otorgada por el Ministerio a servicios fiscales, para el cumplimiento de un objeto determinado. La destinación no implica el pago de un monto, y no tiene propósito específico, aunque tiene algunas restricciones en el sentido que una institución fiscal debe ser el ejecutor de cualquier trabajo que se realice en el área arrendada.

Teniendo en cuenta el marco legal actual, es altamente probable que debido a la duración de los proyectos (generalmente se proyectan a 30 años) y los montos de inversión involucrados, éstos deban solicitar Concesiones Marítimas Mayores.

Experiencias

En Chile existen experiencias en torno a la energía mareomotriz y undimotriz, sin embargo estas sólo se encuentran en el nivel de estudios de factibilidad:

Estudio Undimotriz: Innova Corfo - Instituto Nacional de Hidráulica (INH - 2011)

Estudio financiado por Corfo a través de su fondo de innovación y transferencia tecnológica (Innova Chile) El estudio contempla el catastro del Recurso energético asociado al oleaje para apoyo a la evaluación de proyectos de generación de energía undimotriz, y su objetivo principal es obtener una evaluación del recurso. Para esto, se instalarán boyas que medirán las propiedades de las olas y se trabajará en su monitoreo. El monto entregado por Corfo es de \$740.000.000 y los resultados de este estudio estarán disponibles en el año 2016.

Estudio Mareomotriz: Fondef- HydroChile y PUC (Cienfuegos, 2011)

Estudio financiado por Fondef a través de un fondo de investigación para el desarrollo de tecnologías que no son lo suficientemente maduras como para alcanzar precios competitivos en sus mercados. El monto aportado por Fondef fue de \$390.000.000.

El estudio se denomina Evaluación del Recurso Energético Asociado a Corrientes Mareales para la Selección e Implementación de Dispositivos de Recuperación de Energía, y fue adjudicado a HydroChile, que ha formado equipo con la PUC para estudios técnicos.

Los objetivos del estudio descrito por Cienfuegos (2011) son:

- Realizar estudios batimétricos necesarios para proyectos de olas y mareas, para obtener ciertos conocimientos del lecho marino y caracterizar las mareas en el área del Canal de Chacao.

- Combinar mediciones en terreno con modelación numérica para reducir la incertidumbre con respecto al recurso energético disponible y utilizable en el Canal de Chacao.

- Realizar modelación avanzada de las interacciones de dispositivos mareomotrices.

Una vez terminados los estudios, será posible cuantificar el efecto de los dispositivos sobre la hidrodinámica del Canal, y sus resultados estarán disponibles para el público en el año 2016.

4.5 Tecnologías disponibles

A continuación se proporciona una visión general de las tecnologías disponibles para convertir la energía de las olas y corrientes mareales en electricidad. Otras tecnologías como rango de mareas, conversión de energía termal del océano y tecnologías de gradiente de salinidad no se incluirán en esta tesis, con el fin de acotar la información pertinente al proyecto.

2.4.1 Dispositivos Undimotrices

Dentro del sector de energía undimotriz existe una gran variedad de diseños, y en este momento no está claro si se llegará a un consenso de diseño en el futuro, como ha sucedido con los dispositivos mareomotrices. Los dispositivos propuestos o en desarrollo para captar energía de las olas se pueden agrupar en las siguientes categorías:

Atenuador.

Los aparatos atenuadores generalmente son estructuras largas que flotan en la dirección de las olas, que luego absorben las olas. Su movimiento puede ser selectivamente amortiguado para producir energía. Tiene una pequeña área perpendicular en comparación con un aparato terminador, de modo que el dispositivo pueda experimentar fuerzas reducidas.



Tecnología: Pelamis P2
 Empresa: Pelamis Wave Power
 Etapa: Disponible comercialmente
 Potencia nominal: 0.75 MW
 País de origen: Desarrollado en Reino Unido. Probado en UK y Portugal.

Desbordamiento.

Los aparatos de desbordamiento son sistemas basados en las oleadas, y contienen una rampa sobre el cual las olas viajan hacia un reservorio de almacenamiento elevado. Esto crea una altura de agua en un reservorio que es liberada a través de turbinas hidroeléctricas de baja caída, a medida que el agua fluye de vuelta hacia el mar. Un aparato de desbordamiento puede utilizar brazos para concentrar la energía de las olas.



Tecnología: Wave Dragon (US DOE, 2009)
 Empresa: Wave Dragon Ltd.
 Etapa: Prototipo escala real
 Potencia nominal: 11 MW
 País de origen: Desarrollado y probado en Dinamarca

Columna de Agua Oscilante.

Una OWC abarca un recolector sintonizado de resonancia parcialmente sumergido; abierto hacia el mar bajo la superficie del agua y que contiene aire retenido sobre una columna de agua. Esta columna de agua se mueve hacia arriba y hacia abajo con el movimiento de las olas actuando como un pistón, comprimiendo y descomprimiendo el aire. Este aire es conducido a una turbina de aire utilizando el flujo de aire a medida que es empujado hacia afuera y succionado de vuelta al colector. Una ventaja significativa de este tipo de tecnología es que se puede integrar en la costa, por ejemplo, incorporada en rompeolas existentes o recién construidos.



Tecnología: Limpet
 Empresa: Voith Hydro Wavegen Ltd.
 Etapa: Prototipo escala real y conectado a la red
 Potencia nominal: 500 kW
 País de origen: Desarrollado y probado en UK (Escocia)

Absorbedor Puntual.

Un absorbedor puntual es una estructura flotante que absorbe energía de todas las direcciones de la acción de las olas debido a su tamaño pequeño en comparación con la longitud de la onda. Este absorbedor puede ser diseñado para resonar con períodos de oleaje natural para maximizar la energía que puede captar. El sistema para generar energía puede adquirir varias formas, desde generadores hidráulicos hasta lineales.



Tecnología: Powerbuoy PB150
 Empresa: Ocean Power Technologies
 Etapa: Prototipo escala real
 Potencia nominal: 150 kW (de 500 kW en desarrollo)
 País de origen: Desarrollado en EEUU y sera probado en EMEC (UK, Escocia)

Convertidores de Olas Oscilantes.

Un OWSC extrae energía del movimiento compensador en las olas. Generalmente son dispositivos anclados al lecho marino en sitios cerca de la costa. El dispositivo recolector es impulsado por la acción compensadora de las olas que da origen a un movimiento pendular que se convierte en energía útil.



Tecnología: Oyster 800
 Empresa: Aquamarine Power
 Etapa: Prototipo escala real
 Potencia nominal: 800 kW
 País de origen: Desarrollado y probado en UK

2.4.2 Dispositivos Mareométricos.

En los últimos años se han propuesto una serie de diferentes conceptos de tecnología para dispositivos convertidores de energía mareométrica (TEC). Las diferencias principales entre los conceptos se relacionan con el método de asegurar la turbina en su lugar, la cantidad y orientación de hojas y rotores, y de qué manera se controla la inclinación de las hojas. Los dispositivos TEC son generalmente modulares y su objetivo es ser desplegados en “arreglos” para aplicación comercial a fin de obtener una producción de energía significativa (una aproximación similar a los proyectos eólicos en la costa y offshore). Los dispositivos mareométricos propuestos o en desarrollo se pueden agrupar en las siguientes categorías:

Turbina de Eje Horizontal.

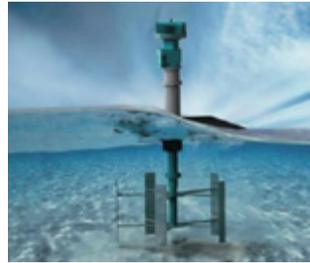
Estos dispositivos tienen dos o tres hojas montados en forma horizontal para formar un rotor; el movimiento cinético de la corriente de agua crea un empuje en las hojas lo que hace que el rotor gire impulsando un generador eléctrico.



Tecnología: SeaGen Turbine
 Empresa: Marine Current Turbines
 Etapa: Escala comercial, dispositivo de 2a generación conectado a la red.
 Potencia nominal: 1.2MW (Dispositivo en Strangford Lough)
 País de origen: Desarrollado y probado en Irlanda, UK

Turbina de Eje Vertical.

Estos aparatos generalmente tienen dos o tres hojas montadas a lo largo de un eje vertical para formar un rotor; el movimiento cinético de la corriente de agua crea un empuje en las hojas haciendo que el rotor gire impulsando un generador eléctrico.



Tecnología: EnCurrent (US DOE, 2009)
 Empresa: New Energy Corporation Inc.
 Etapa: Prototipo escala real
 Potencia nominal: 5 kW, 10 kW, 25 kW (125 kW, 250 kW en desarrollo)
 País de origen: Desarrollado y probado en Canadá

Este dispositivo funciona como ala de avión pero en un fluido; los sistemas de control cambian su ángulo en relación con la corriente de agua creando fuerzas de levantamiento y resistencia aerodinámica que crean oscilación del aparato; este movimiento típico de esta oscilación alimenta a un sistema de conversión de energía.



Tecnología: Pulse-Stream 100
 Empresa: Pulse Tidal
 Etapa: Prototipo escala real
 Potencia nominal: 100 kW
 País de origen: Desarrollado y probado en UK

Dispositivos Undimotrices



Atenuador



Absorbedor Puntual



Convertidores de Olas Oscilantes



Desbordamiento

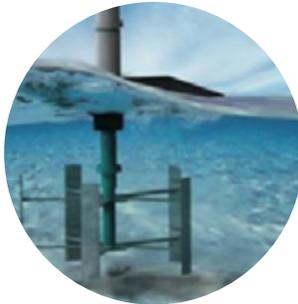


Columna de Agua Oscilante

Dispositivos Mareométricos



*Turbina de
Eje Horizontal*



*Turbina de
Eje Vertical*



*Hidrodeslizadores
Oscilantes*

4.6 Columna de Agua Oscilante (OWC) (Criterios de Selección)



Fig 30. Turbina Wells - Central Undimotriz de Motrico
Fuente: www.caminospaisvasco.es

Criterios de selección para el dispositivo.

Los criterios que se utilizan para la elección del dispositivo a implementar para el proyecto Parque Undimotriz de La Chimba, tienen que ver básicamente con la idea de ajustarse a las condiciones preexistentes del lugar, y a la posibilidad de integrar este dispositivo a una arquitectura que sea capaz de hacer dialogar el paisaje costero de la zona de La Chimba que se abrirá como un espacio público, con un sistema capaz de generar energía eléctrica. Todo esto, por supuesto, luego de reconocer a partir de estudios ya realizados, que la energía undimotriz es la más apropiada para ser aplicada en las costas de nuestro país.

De manera específica, se reconoce en el dispositivo de Columna de Agua Oscilante (OWC), una serie de cualidades en materia de implementación, durabilidad y calidades espaciales que es capaz de otorgar al proyecto:

- Los dispositivos de Columna de Agua Oscilante pueden ser implementados en diques o rompeolas establecidos o en construcción. Para el caso específico del Parque Undimotriz de La Chimba, se aprovechan las rocas costeras para integrarse de manera armónica al borde mar.

- El hecho de que el sistema de turbinas no entre en contacto directo con el mar, le brinda a este dispositivo una durabilidad mucho mayor en comparación a otros que están sometidos al movimiento de las mareas, la corrosión, la salinidad y el adosamiento de organismos que interfieren en el correcto funcionamiento de los dispositivos.

- Si bien el fluido que hace funcionar las turbinas del dispositivo es el aire, existen porciones de agua que son liberadas en forma de verdaderas fumarolas, luego de traspasar el sistema. Estas son integradas a una explanada del parque, configurando un atractivo y una interacción entre la producción energética y el sistema público del parque.

Columna de Agua Oscilante.

En 1799 se inscribió en Francia la primera patente de un artilugio de aprovechamiento de la energía del movimiento de las olas para el accionamiento de maquinaria varia. Antes ya se aprovechaba el flujo de mareas para mover molinos, los llamados molinos de mareas. A principios del siglo XXI existían más de mil patentes para aprovechar la energía de las olas aunque solamente una veintena se han desarrollado en prototipos a escala real.

Las tecnologías de aprovechamiento de la energía de las olas se dividen, principalmente, en tres grandes grupos; dispositivos rebosantes, dispositivos oscilantes y dispositivos de columna de agua oscilante. Los dispositivos rebosantes almacenan que llega con las olas y la marea en un gran depósito y luego la turbinan. Los dispositivos oscilantes aprovechan el movimiento de las olas y su batir para mover verticalmente un dispositivo que mediante la presión de un fluido mueve la turbina. Los dispositivos de columna de agua oscilante aprovechan la variaciones de volumen generadas en un espacio cerrado para crear corrientes de aire que son las encargadas de mover la turbinas (es de resaltar el hecho de que al no ser directamente el agua del mar quien mueve las turbinas y al no tener contacto con el equipamiento hace que la vida de este sea mucho mayor).

La Columna de Agua Oscilante (Oscillating Water Column o OWC) genera electricidad en un proceso de dos pasos. Cuando la ola entra en la columna, fuerza al aire de la columna a pasar por la turbina e incrementa la presión dentro de la columna. Cuando la ola sale, el aire vuelve a pasar por la turbina, debido a la disminución de la presión de aire en el lado del océano de la turbina. Sin importar la dirección de la corriente de aire, la turbina (conocida como turbina Wells, como su inventor) gira hacia la misma dirección y hace que el generador produzca electricidad.

Turbinas Wells

Las turbinas son de tipo Wells de 2,83 metros de largo, 1,25 de ancho y un peso de 1.200 kg. con los álabes simétricos que le permiten girar en el mismo sentido independientemente de la dirección de aire que los atraviesa. Están formadas por dos rotores de cinco álabes unidos a los extremos del generador y llevan un volante de inercia para estabilizar la curva de potencia de salida. Están dispuesta de forma horizontal sobre la tobera que se cierra con una válvula de mariposa. Los equipos disponen de un sistema de limpieza por agua dulce para eliminar las incrustaciones salinas que se produzcan y cuentan además con atenuadores de ruido.

Números

Las turbinas Wells instaladas en el dispositivo de Columna de Agua Oscilante, tienen una potencia de 18,5 Kw cada una. Para el caso de este dispositivo, se utilizarán 10 turbinas de este tipo, por lo tanto la Potencia Instalada es de 185 Kw. Para calcular la Energía generada, utilizamos como referente la Central Undimotriz de Motrico, ubicada en el mar Cantábrico, y de olas similares a las de Antofagasta². Con 16 de estas turbinas, Motrico es capaz de generar 970 Mw/hrs al año, lo que nos permite entonces, calcular el Coeficiente de Generación de la planta, que corresponde a los valores reales de generación de energía considerando las variaciones de oleaje y pérdidas. El coeficiente para el dispositivo es de un 37%, lo que es muy bueno, en comparación por ejemplo a dispositivos eólicos que se acercan al 20% hoy en día.

Entonces: teniendo una **Potencia Instalada de 185 Kw** con un 37% de Coeficiente de Generación para el dispositivo, resulta que las turbinas son capaces de generar **600 Mw/hrs al año**, lo que, considerando los valores promedio de consumo energético en el país, equivaldría a la demanda sostenida en el tiempo de cerca de **400 casas o 1760 personas**, lo que permitiría el autoabastecimiento total del proyecto completo, más una porción vendible a la red de distribución local.

Considerando entonces, que el precio del Kw/hrs en Antofagasta es de \$150, podríamos estimar que la planta genera \$90.000.000 anualmente.

Por tratarse de una tecnología prácticamente desconocida en la región y en el país, los valores en cuanto al costo de implementación de la tecnología se basan directamente en experiencias internacionales, donde esta energía ha podido complementar redes de distribución de manera correcta, alcanzando precios competitivos para el mercado. En Chile se proyecta, que para el año 2020, estos precios podrían alcanzar esa condición.

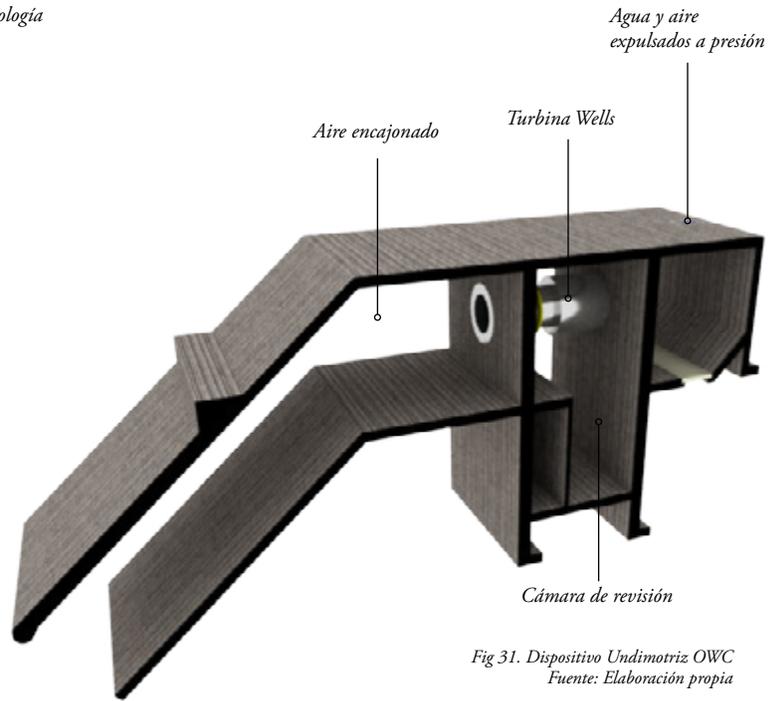


Fig 31. Dispositivo Undimotriz OWC
Fuente: Elaboración propia

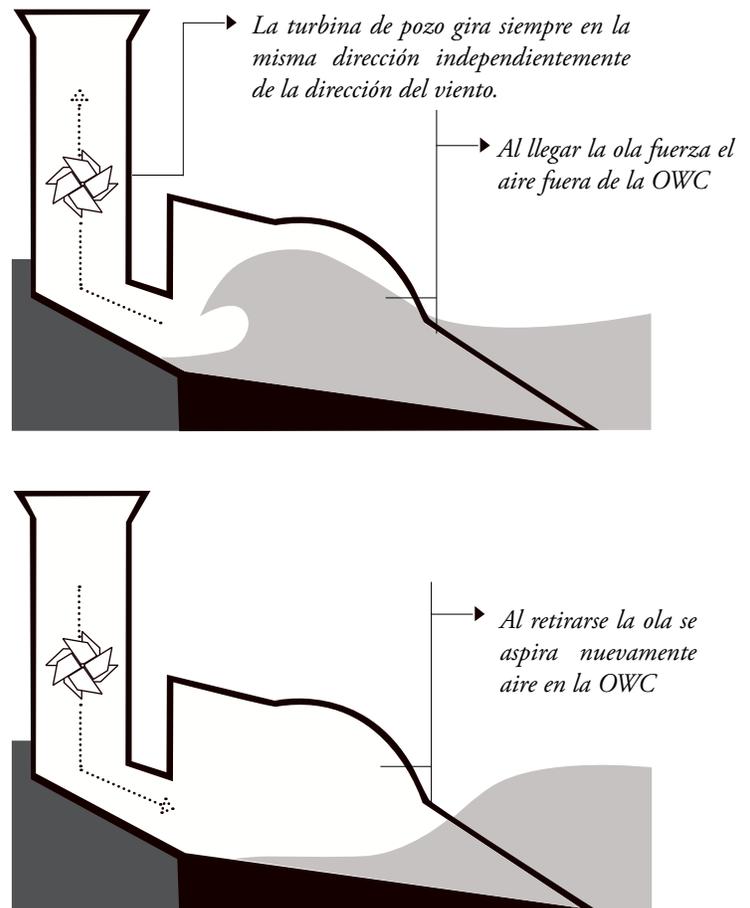
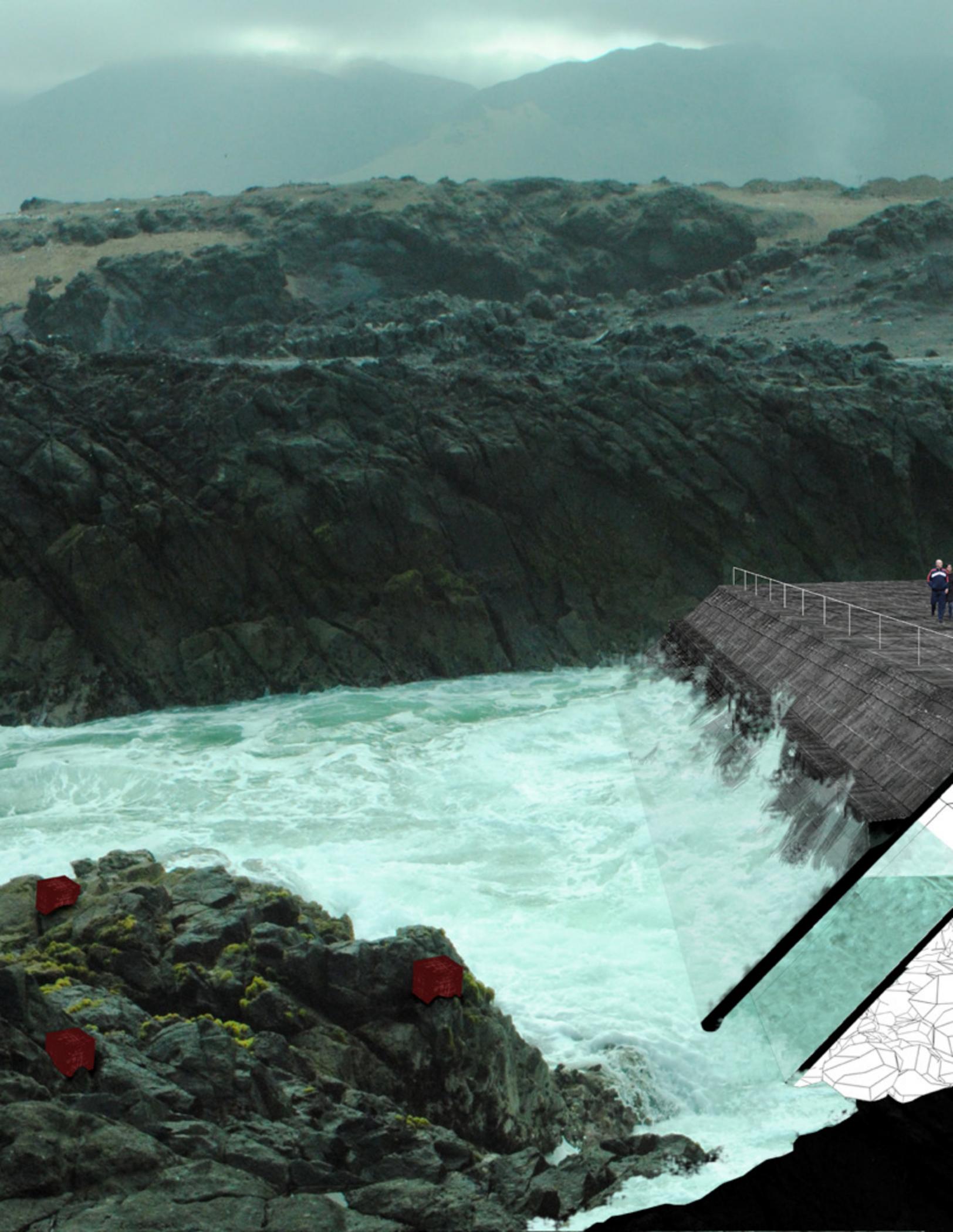


Fig 32. Esquema de funcionamiento dispositivo OWC
Fuente: Elaboración propia



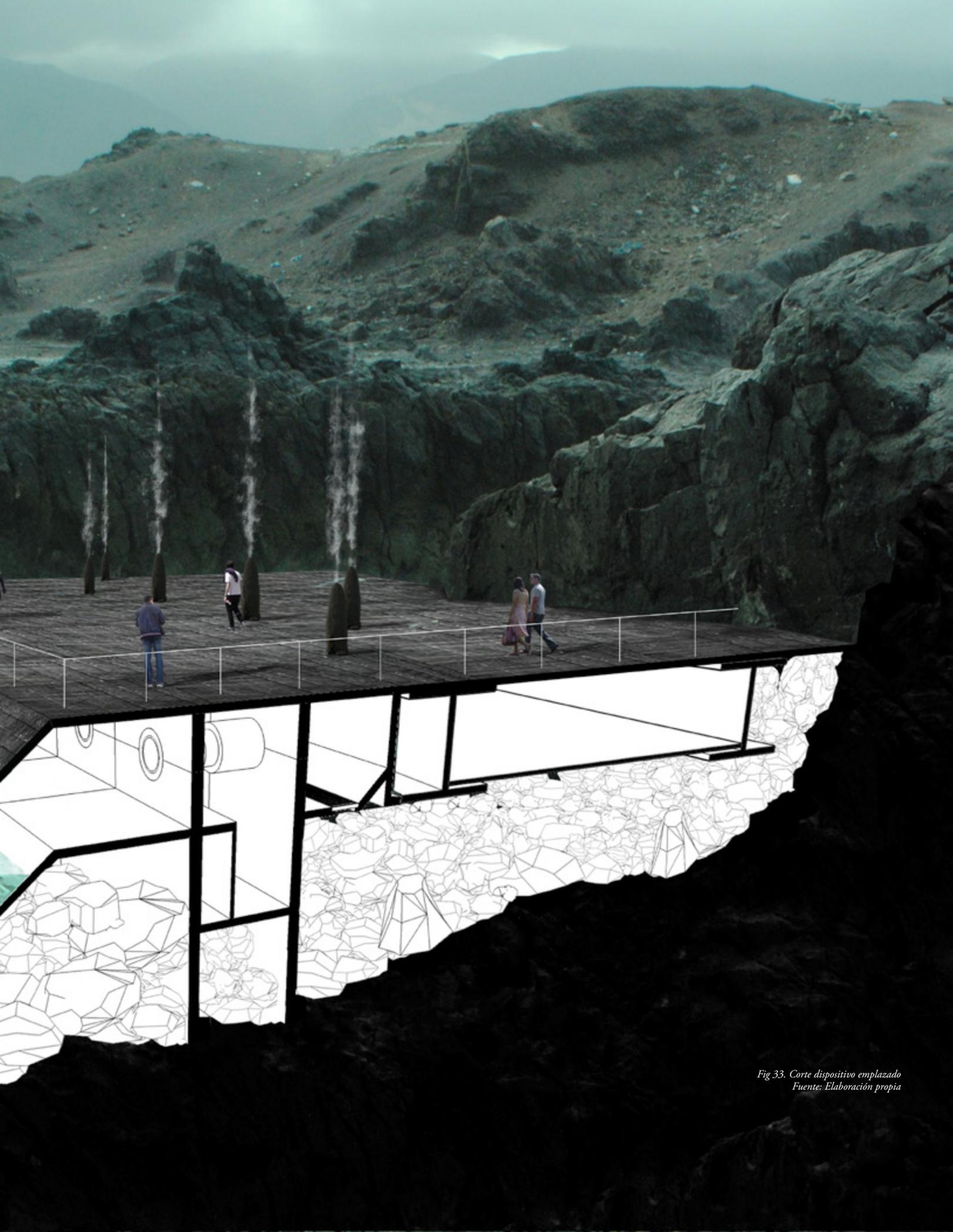


Fig 33. Corte dispositivo emplazado
Fuente: Elaboración propia



Img. 20. Animita en La Chimba
Fuente: Elaboración propia

Capítulo V

Proyecto

Concepto - Proyecto - Marco Legal - Financiamiento - Normativa

Potencial



Fig 34. Potencial de energías marinas en Chile
Fuente: Elaboración propia

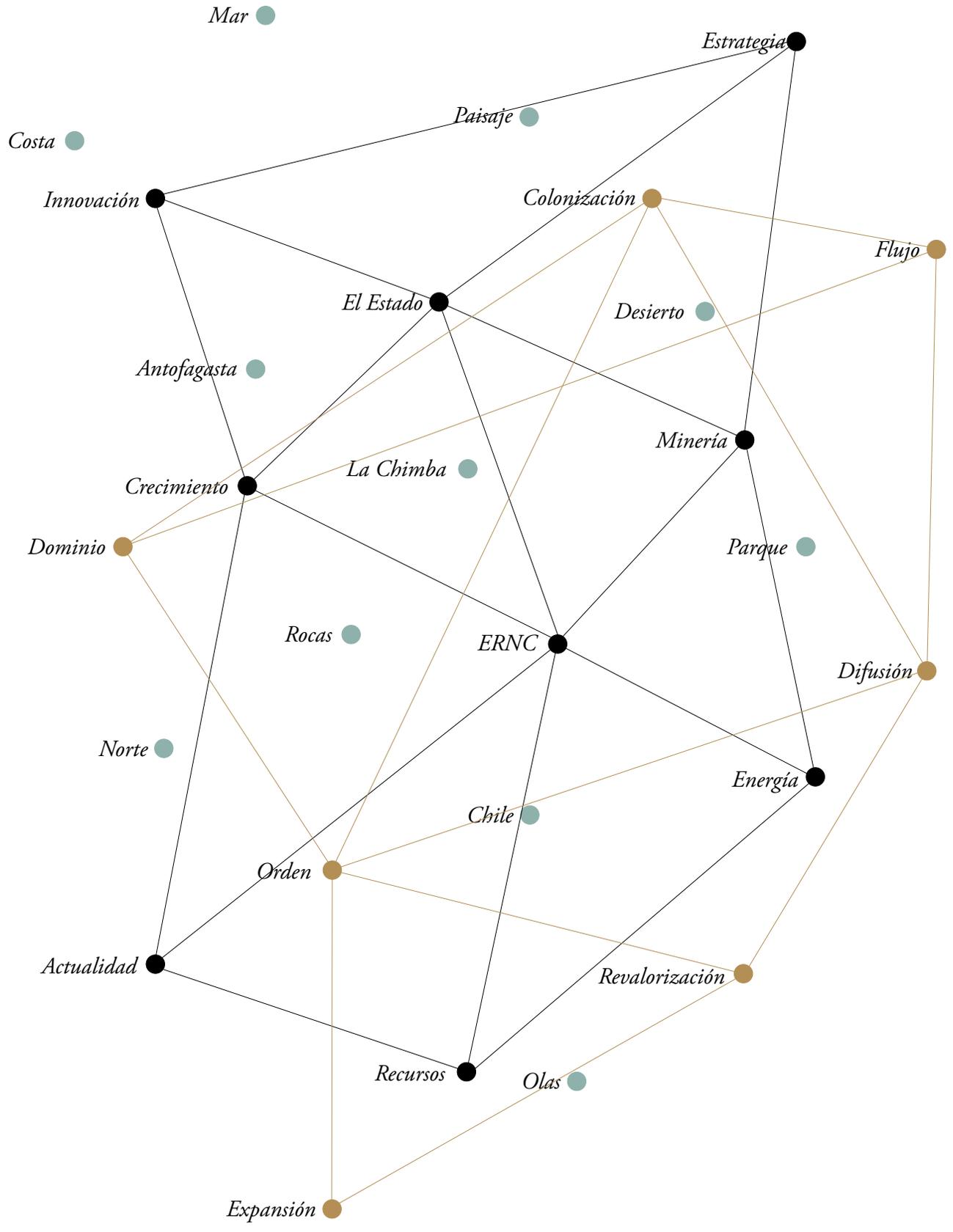


Fig 35. Conceptos
Fuente: Elaboración propia

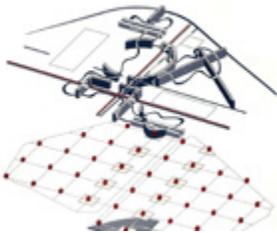
5.1 Concepto



Definir un hito no sólo en el plano físico, sino que además en cuanto a una idea mayor. Como parte de un relato. Una idea detonante que se concreta a través de un lenguaje formal.



Enfrentar a las olas del mar establece de manera irrenunciable un eje ordenador que genera formas y recorridos. Mirarlo de frente implica articularlo y hacerlo parte de un sistema. Funcionar como un filtro entre el mar y la ciudad.



Planos superpuestos que conforman una nueva comprensión del territorio. Paisaje y cultura.



Los criterios para establecer límites y modular en el desierto se enmarcan dentro de una ley particular asociada a una conexión casi religiosa con el lugar.



El faro sobre su propio eje, abarca en 360° su entorno, sin embargo su influencia está limitada en cuanto se hace visible la luz que proyecte.



La exploración de los paisajes industriales de las refineras de petróleo, da cuenta de proporciones y geometrías comunes, asociadas al tratamiento del combustible.



La presencia de elementos externos emplazados en un nuevo orden son capaces de modular y establecer límites sin necesidad de un signo arquitectónico cotidiano. El carácter sagrado de estos monolitos se da en la interacción de este encuentro de dos lenguajes.



El desarrollo de las ciudades requiere de diálogos y acuerdos entre los gobiernos, los privados y la comunidad. En términos de gestión esto se hace fundamental para poder dibujar hojas de ruta que representen a sus habitantes.

La búsqueda de respuestas programáticas y materiales se realiza en torno a leyes y estructura propios del lugar. Surge de variables reales y no de una idea pre-dispuesta.



¡NOT IN MY BACK YARD!



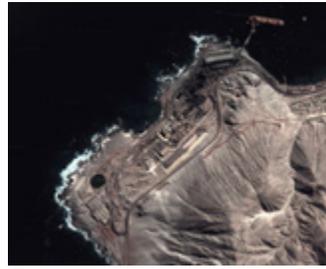
Las rocas costeras del norte del país se encuentran en el límite entre el Océano Pacífico y el desierto de Atacama. El concepto de desierto adquiere una complejidad mayor a la ya conocida.



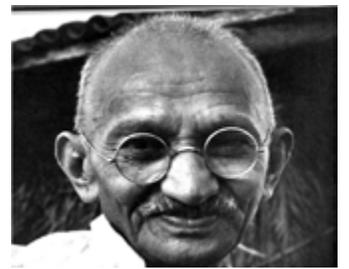
La minería como motor económico del país genera paisajes industriales en medio del desierto.



El impacto del desierto como paisaje desconocido despierta inquietudes que se resuelven a través de la exploración.



Formas inorgánicas en paisajes orgánicos. Un diálogo entre industria y paisaje.



Los criterios de sustentabilidad no son sinónimo de techos y muros verdes.



Recorrer las rocas como una práctica estética, asociada a la recolección, el proceso productivo primitivo por excelencia.



Paisajes desérticos dan cabida a una estética futurista capaz de imaginar formas y espacios nuevos. El desierto como fuente de innovación.



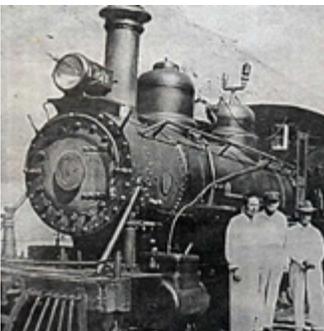
La historia personal ocupa un lugar importante en cuanto a la relación con el mar y procesos industriales.



La búsqueda por el dominio de las fuerzas naturales se traduce en desafíos inmensos para la humanidad desde distintos campos. Una revisión desde la arquitectura.



El diálogo que se genera entre proyecto y contexto es sometido a exploraciones desde otras áreas. Es sometido a una reinterpretación.



La exploración en campos ajenos a la arquitectura implica un partir desde cero en cuanto a la información que se procesa.



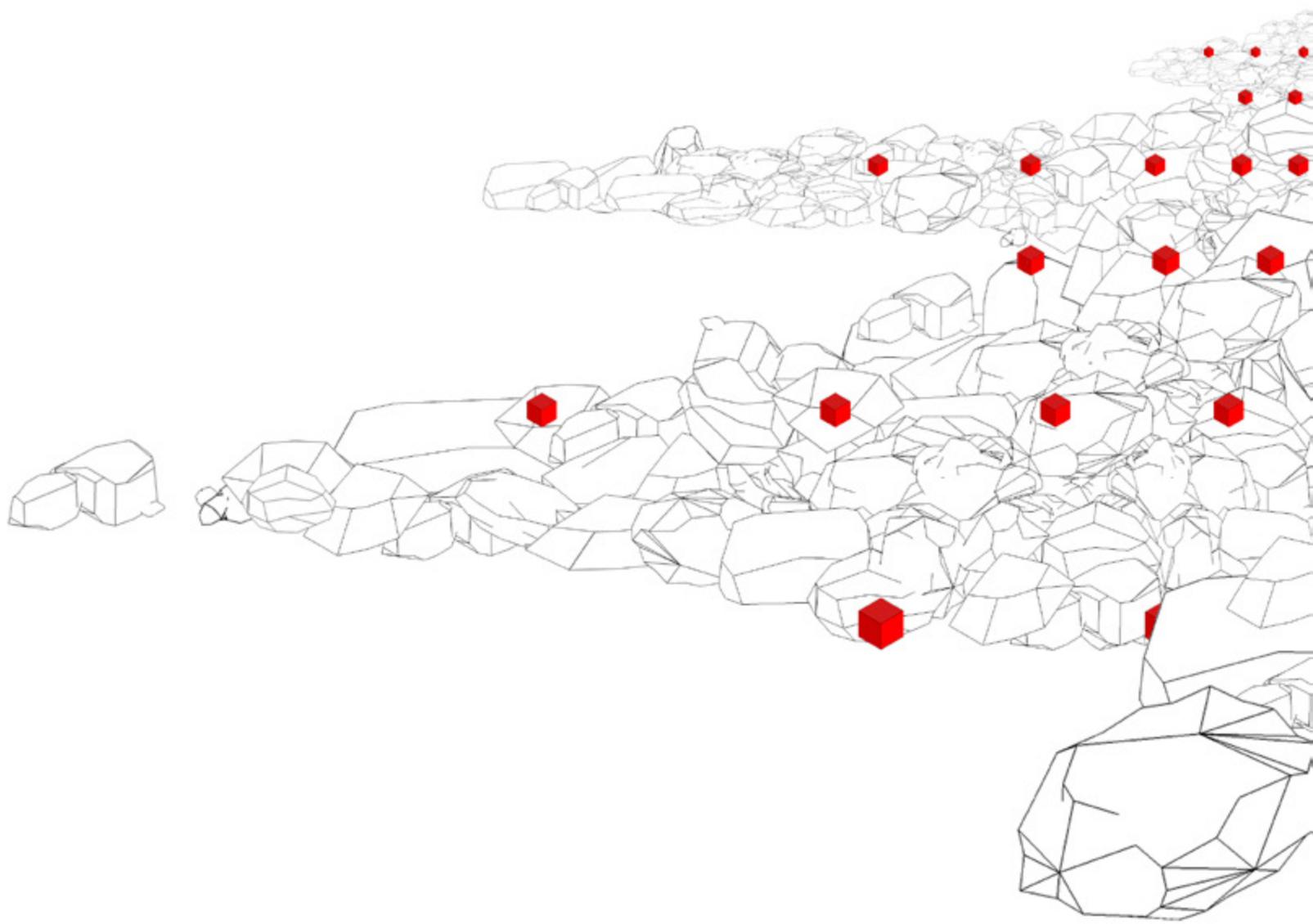
5.2 Proyecto

Fig 36. Dominio sobre el Territorio
Fuente: Elaboración propia





Fig 37. Límites y Ordenamiento del Territorio
Fuente: Elaboración propia



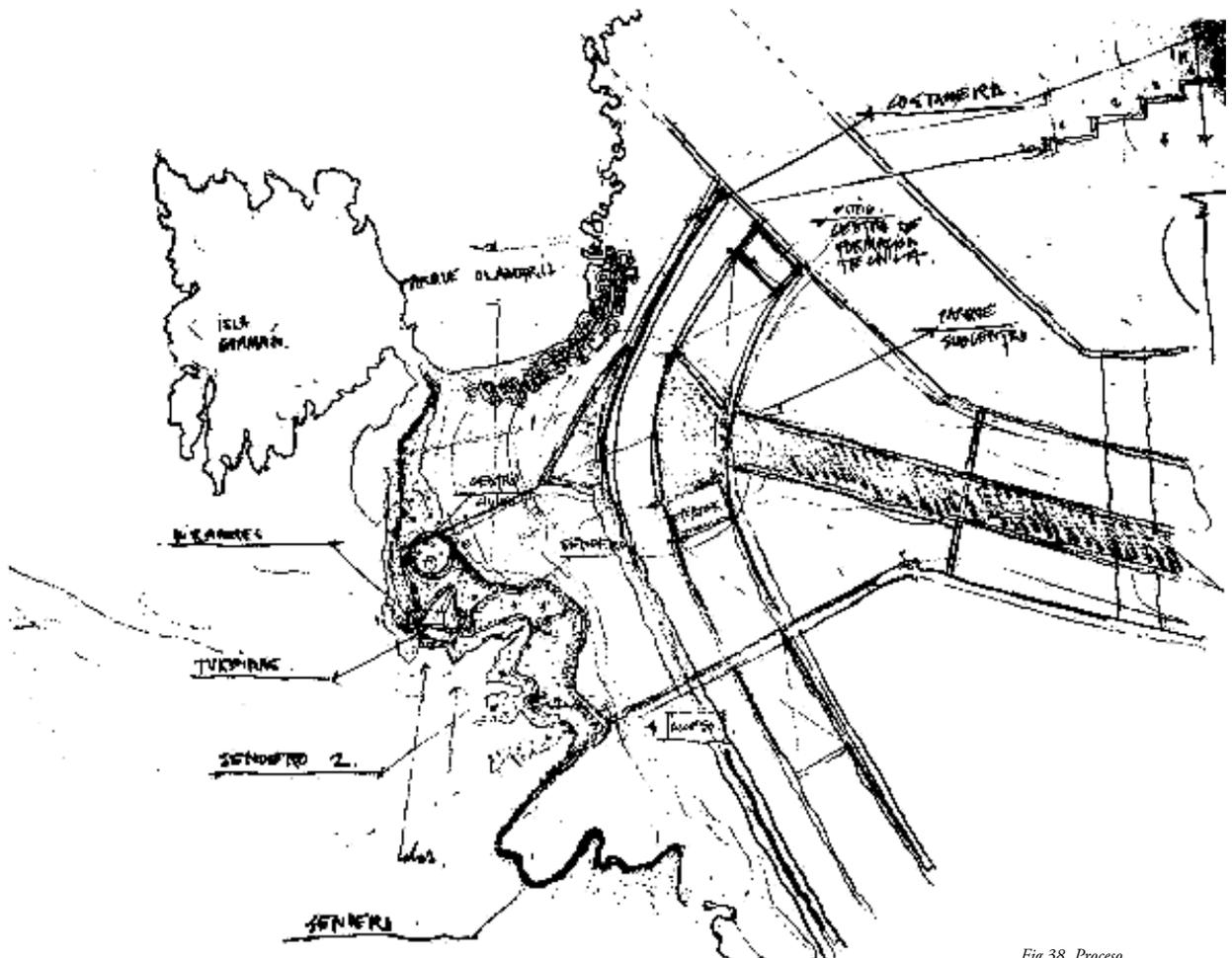
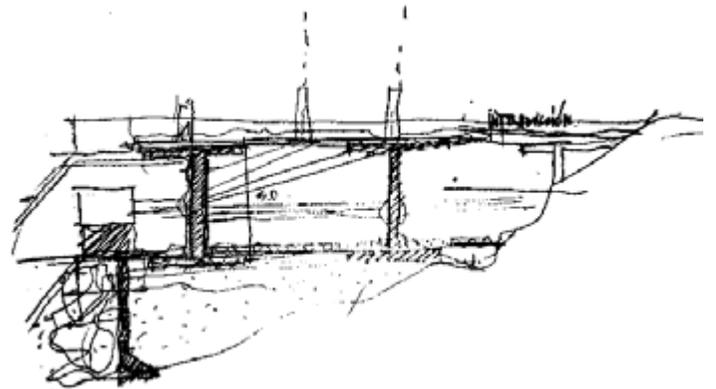
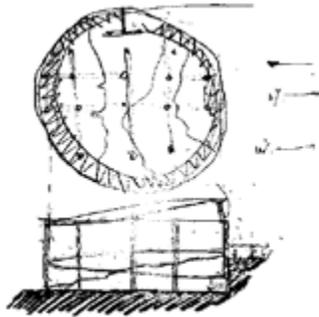
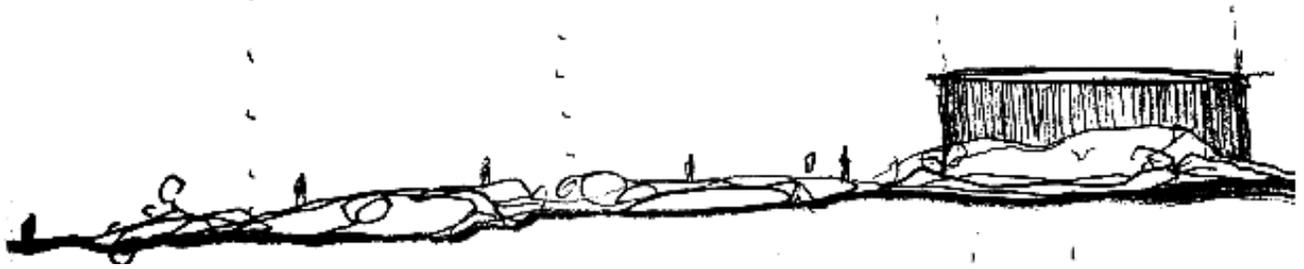


Fig 38. Proceso
Fuente: Elaboración propia

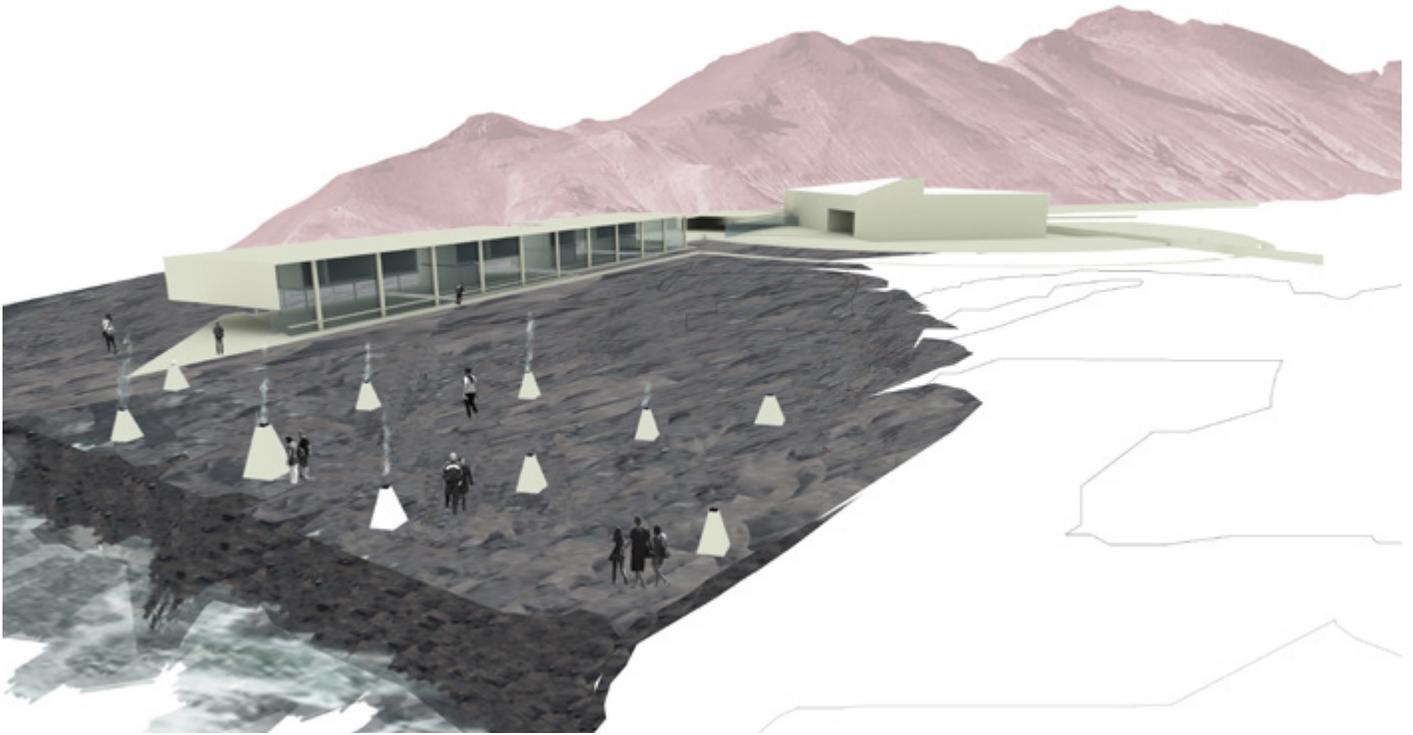
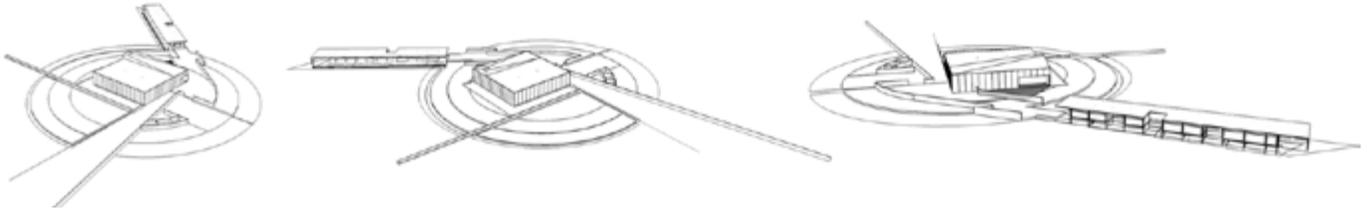


Imagen Obra

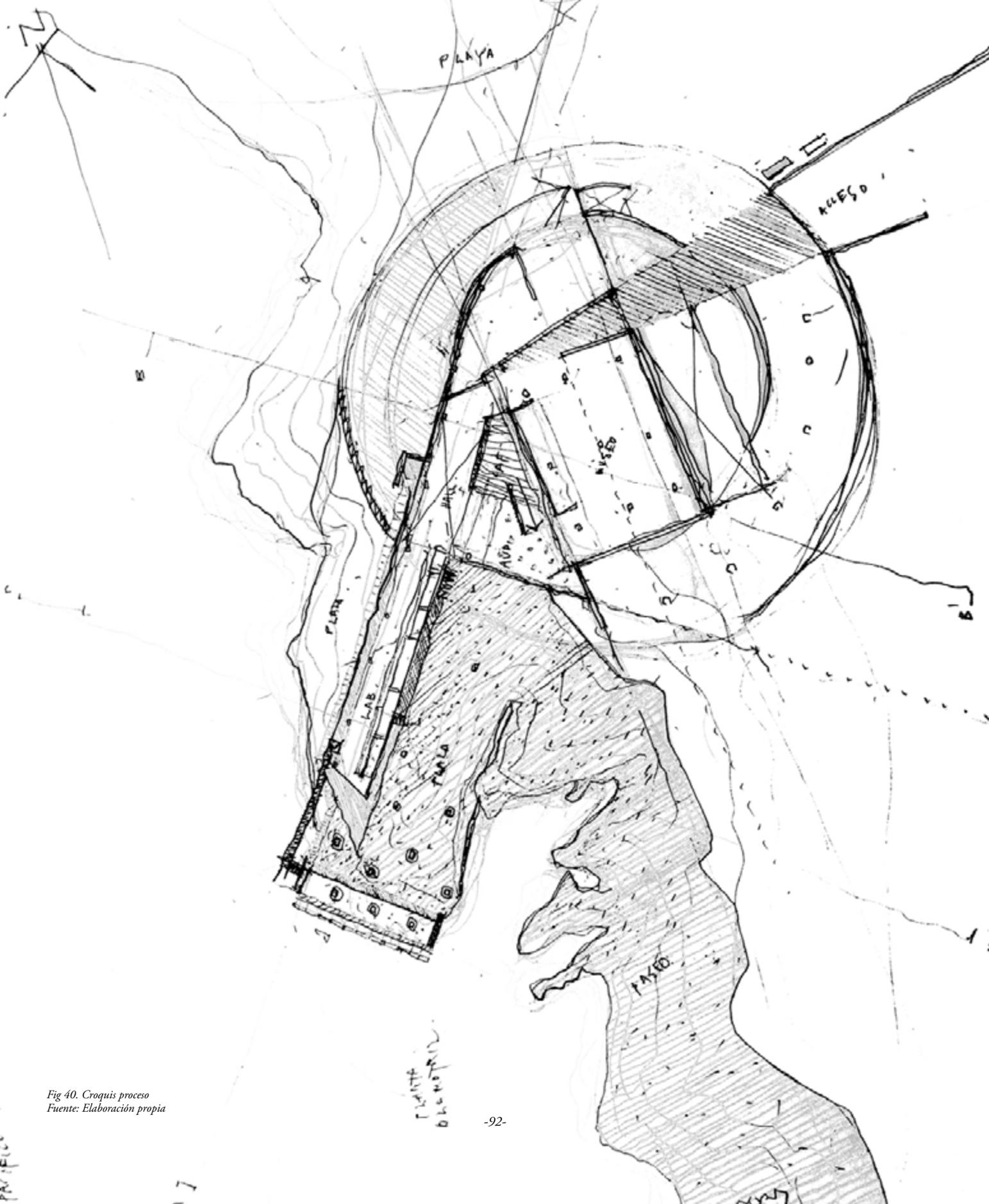


Fig 40. Croquis proceso
Fuente: Elaboración propia

MAR
PACIFICO

A J

PLANTA
DE HOSPITAL

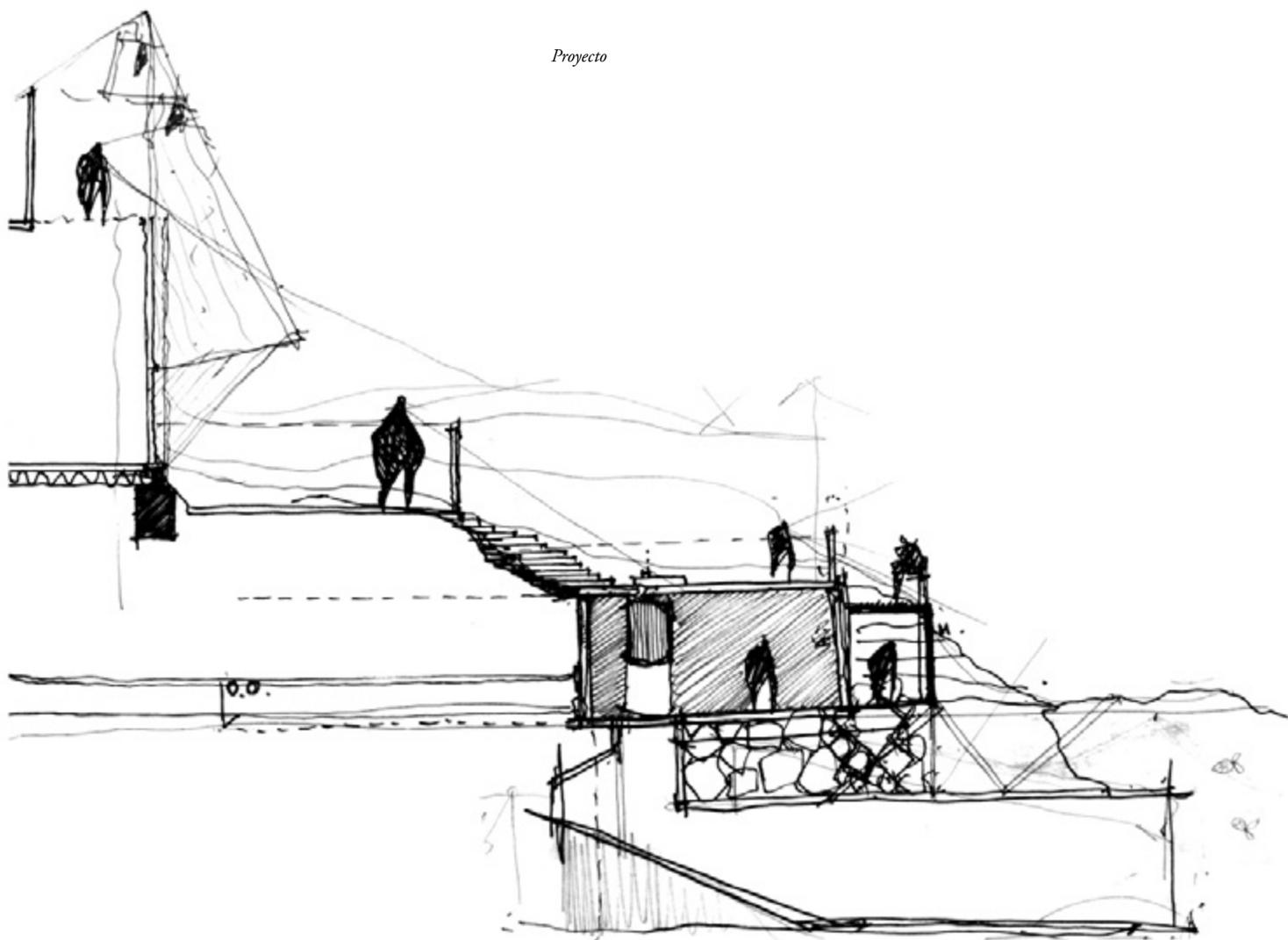
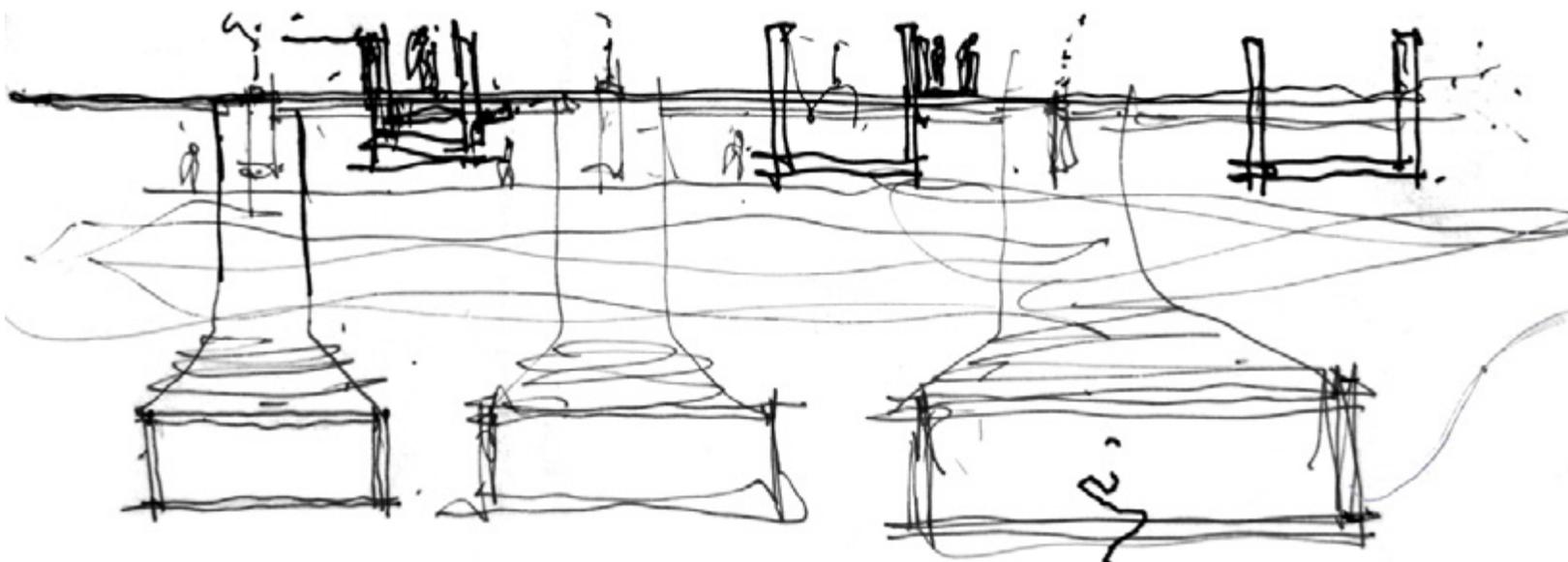


Fig 41. Croquis proceso
Fuente: Elaboración propia



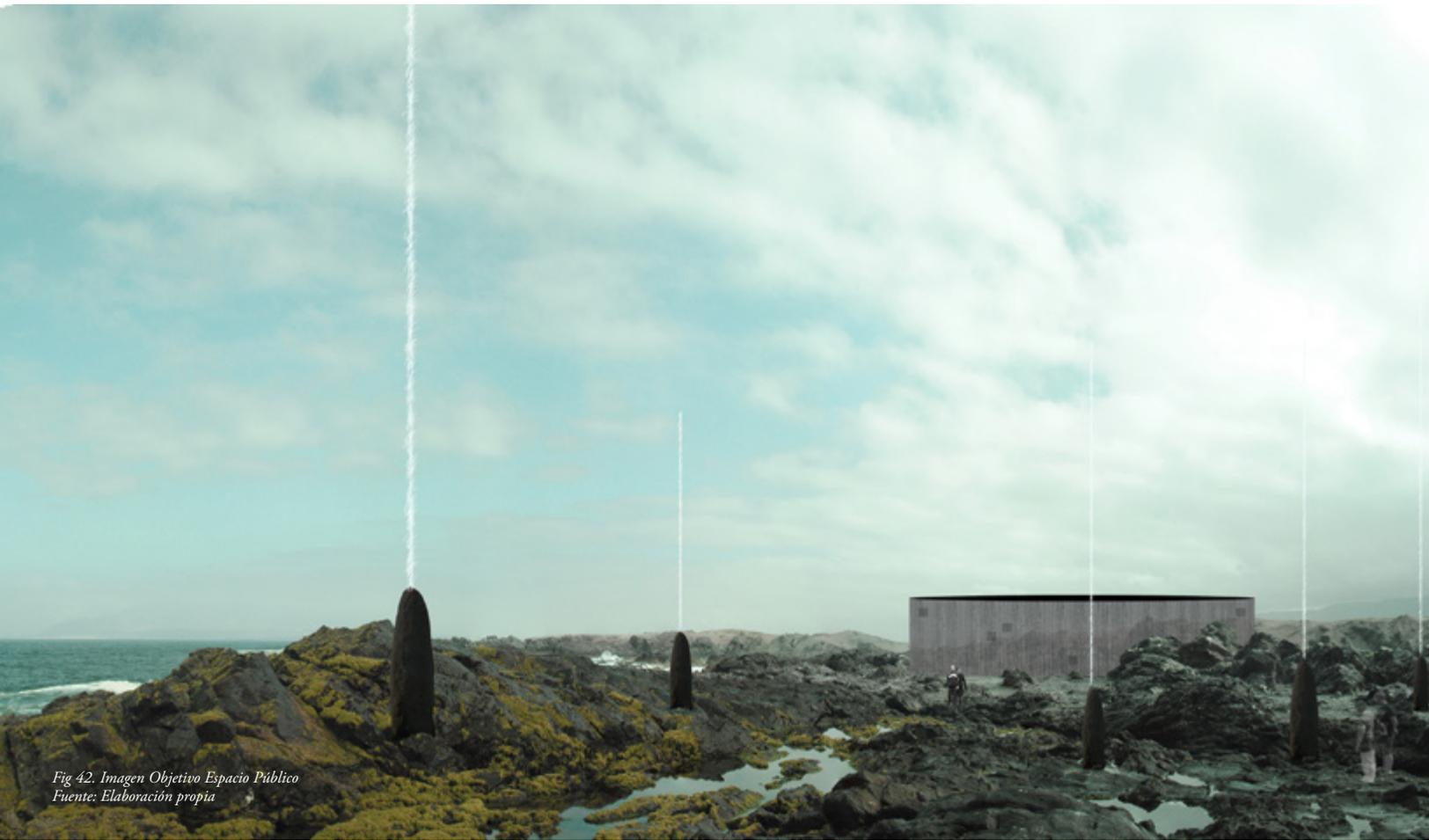


Fig 42. Imagen Objetivo Espacio Público
Fuente: Elaboración propia



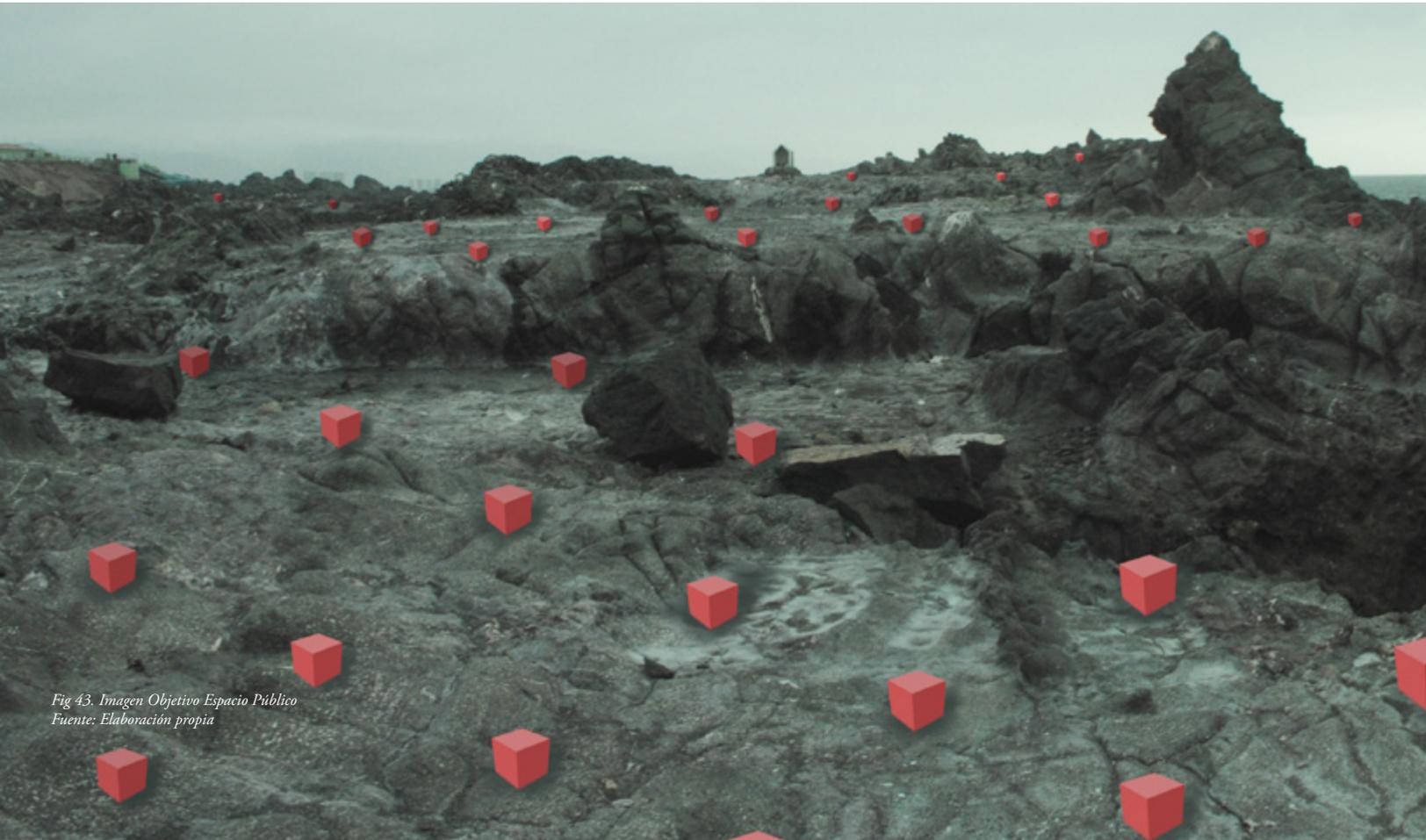
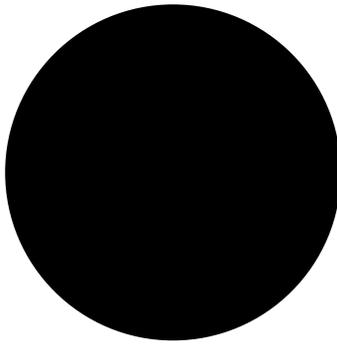


Fig 43. Imagen Objetivo Espacio Público
Fuente: Elaboración propia

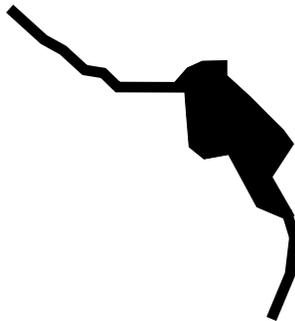




*El acceso al proyecto es un edificio de difusión y concientización de las Energías del Mar. Formalmente responde a sus múltiples orientaciones entre **La Chimba**, el mar y la ciudad, como también a una imagerie de arquitectura industrial. Se conecta al parque a través de sus recorridos y se integra a esta lógica .*



El dispositivo OWC se enfrenta de manera perpendicular al mar generando un puente habitable entre las rocas. Sobre este puente las fumarolas componen un diálogo entre el parque y la energía.



El Parque se desarrolla a través de senderos que pasan entre las rocas en sentido Norte-Sur y que descansan sobre terrazas miradores. Nacen frente a la Isla Guamán y abarcan el frente de la zona de Subcentro de La Chimba.

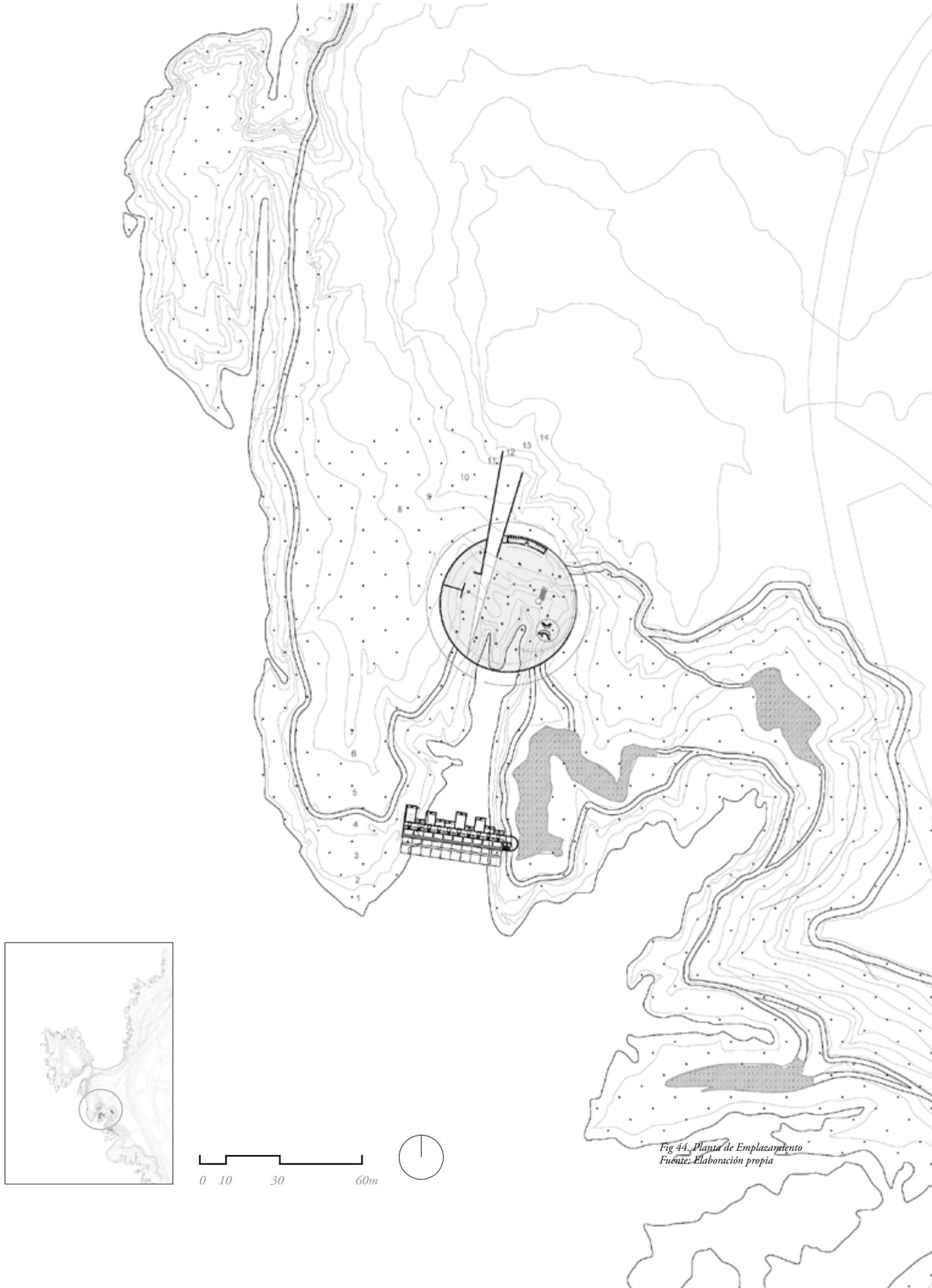


Fig 44. Planta de Emplazamiento
Fuente: Elaboración propia





Fig 45. Emplazamiento zona de turbinas
Fuente: Elaboración propia

5.3 Marco legal y financiamiento

En el punto 4 del capítulo 4, referido a las Energías Marinas en Chile, se hace una introducción al marco regulatorio vigente en nuestro país. Ahí se define que un proyecto de estas características, entra en la clasificación de **Concesión Marítima Mayor, que es aquella cuyo plazo de otorgamiento exceda de 10 años o involucre una inversión superior a las 2.500 Unidades Tributarias Mensuales (UTM), de acuerdo a la ponderación que realice el Ministerio de Defensa.** Se revisará entonces, con un nivel más avanzado de detalle, cuales son las implicancias de este tipo de concesión.

<i>Etapa</i>	<i>Descripción</i>
<i>Solicitud de Concesión Marítima</i>	<i>La solicitud se presenta por el interesado ante la Capitanía de Puerto respectiva, en un expediente que contenga, en dos ejemplares, el formulario de solicitud y planos exigidos.</i>
<i>Admisibilidad e ingreso al S.I.A.B.C</i>	<i>El Capitán de Puerto, en un plazo no superior a 10 días desde presentada la solicitud verificará que la solicitud cuente con todos los antecedentes exigidos. Además de los elementos formales se revisará que la solicitud no se sobreponga a otra concesión marítima ya otorgada y/o que el uso solicitado no se enmarque en la zonificación del sector. Declarado admisible el Capitán de puerto visará la solicitud y la ingresará al “Sistema Integrado de Administración de Borde Costero”</i>
<i>Envío a Subsecretaría de Marina</i>	<i>Dentro de los 5 días siguientes a su visación el Capitán de Puerto remitirá el expediente a la Subsecretaría de Marina para su estudio.</i>
<i>Informe Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante</i>	<i>Respecto de la solicitud la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante elaborará un informe que considerará los siguientes elementos: (a) superposición con otras concesiones o destinaciones otorgadas o en trámite; (b) compatibilidad o conveniencia del proyecto, en relación con el desarrollo de los intereses marítimos del sector y de la zonificación establecida; (c) procedencia de requerir, en el decreto de concesión, el sometimiento al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental; (d) si afecta a la seguridad de la navegación y de la vida humana en el mar; (e) la necesidad de incorporar nuevos antecedentes a la solicitud.</i>
<i>Análisis Subsecretaría de Marina y Resolución por Ministerio de Defensa</i>	<i>Recibido el informe señalado precedentemente, la Subsecretaría analizará los antecedentes, debiendo el Ministerio de Defensa resolver el expediente por medio de Decreto en el plazo de 180 días, contados desde la fecha en que reciba la totalidad de los antecedentes requeridos.</i>
<i>Legalización del Decreto de Concesión</i>	<i>El Decreto de Concesión deberá reducirse a escritura pública en el plazo de 30 días contados desde que la autoridad marítima notifique oficialmente al interesado el correspondiente decreto, por carta certificada. En todo caso, previo a ello, el titular de la concesión deberá pagar en la Tesorería la correspondiente renta y/o tarifa anual o semestral que fije el decreto.</i>
<i>Entrega material de la Concesión Marítima</i>	<i>La entrega material de la concesión se hará efectiva por el Capitán de Puerto mediante un acta, una vez cumplidas las exigencias de la legalización.</i>

Fig 46. Procedimiento Concesiones marítimas mayores
Fuente: ENERGÍA MARINA EN CHILE: Avanzando en el desarrollo del recurso chileno.

En cuanto al territorio, y en específico al uso de suelo del borde costero chileno, la ley de concesiones marítimas especifica paso a paso el procedimiento para conseguirla, detallando, además, los distintos involucrados en cada una de las etapas del proceso. En éste destaca, por cierto, la aprobación por parte de la Armada, lo que se condice con el tratamiento de una franja de tierra que es estratégica para el país.

Ahora, respecto de las Energías Renovables y su aplicación, también están enmarcadas dentro de la ley en cuanto a los incentivos que entrega el Estado para fomentar su aplicación y, en definitiva, avanzar en una línea que reduzca la energía generada a partir de recursos no renovables. Estos incentivos se detallan a continuación.

Incentivos.

La principal herramienta de fomento de las ERNC en Chile es la imposición legal de una cuota o porcentaje mínimo de energía proveniente de fuentes ERNC. Los principales elementos de este instrumento de fomento son las siguientes:

- **Empresas Obligadas:** Empresas eléctricas que realicen retiros del sistema superiores a 200 Mw.

- **Contratos celebrados a partir del 2008:** La obligación del porcentaje o cuota sólo es aplicable a contratos de energía celebrados a partir del 2008.

- **Porcentaje mínimo gradual 2008 al 2024:** El porcentaje o cuota ERNC es gradual en el tiempo partiendo de un 5% para alcanzar un 24% el año 2014.

- **Forma de cumplimiento:** Por medio de generación ERNC propios o ajenos. Esto es muy relevante, porque es lo que le permite a los pequeños generados ERNC vender su producción y/o su atributo ERNC a las empresas eléctricas con retiros superiores a los 200 Mw.

- **Posibilidad de venta de excedentes ERNC.**

- **Cargo o Multa por incumplimiento:** 0,4 UTM por cada megawatt/hora de déficit respecto de su obligación, cargo que aumentará a 0,6 UTM si dentro de los tres años siguientes la empresa incurre nuevamente en incumplimiento de su obligación.

Financiamiento.

Para el caso específico del proyecto se utilizan como referencia las utilidades generadas por las grandes mineras y en particular de la Minera Escondida, vinculando al Parque Undimotriz, además, con la problemática energética que generará en un futuro próximo la puesta en marcha de su segunda Planta Desaladora.

El interés de antes de estas características se ve reforzado al revisar el punto recién mencionado, dadas las subvenciones por parte del Estado que se ven complementadas con nuevas leyes promulgadas en estas materias.

Es en esta misma línea que, además, y en pleno desarrollo de esta Memoria, se promulgó en Septiembre de 2013, la llamada Ley 20-25 que se detalla a continuación, la cual reafirma la vigencia de la problemática energética en nuestro país y sienta un precedente en el camino que tomará Chile en estas materias durante la próxima década.

Ley 20-25

La ley propicia la Ampliación de la Matriz Energética mediante Fuentes Renovables No Convencionales (ERNC), duplica la meta dispuesta en la Ley 20.257 y define que hacia el año 2025, un 20% de la energía comercializada deberá provenir de energías renovables no convencionales.

Además, se introduce la obligatoriedad del Ministerio de Energía para llevar a cabo licitaciones públicas anuales de bloques de energía provenientes de medios de generación de energía renovable no convencional, que servirá para el cumplimiento de las cuotas de ERNC exigidas.

Este cuerpo legal **reducirá las barreras de entrada a estas tecnologías, aumentará la competitividad del sector y reducirá la dependencia energética de combustibles fósiles, junto con disminuir la emisión de gases de efecto invernadero.**

5.4 Normativa

El diseño del Nuevo Plan Seccional de La Chimba en cuanto a su zonificación, contempla en su gran mayoría áreas de vivienda de alta, mediana y menor densidad. Destaca de manera particular la ya mencionada zonda del Subcentro que concentra el equipamiento necesario que caracterizará a este nuevo centro de la ciudad.

Se produce un verdadero corte longitudinal a través de la vía costanera que separa los proyectos de carácter inmobiliario de una zona preferencialmente recreacional y turística, que es donde se enmarca el proyecto.

De manera más específica, el capítulo V de la ordenanza local señala para la franja costera:

De los Espacios Públicos en Borde Costero.

Espacios públicos.

El mobiliario urbano, pavimentos, áreas verdes, etc., deberán adaptarse formalmente en su diseño y materialidad a las características recreacionales y turísticas del borde costero, debiendo ser previamente autorizadas por la Dirección de Obras Municipales.

Las obras de ingeniería que tengan por objeto la contención de marejadas o mareas (muros verteolas, molos, muros de contención etc.) deberán obligatoriamente ser complementadas en su diseño con proyecto de arquitectura de los espacios públicos y de recreación del sector de intervención.

La iluminación deberá contribuir a realzar la presencia de los edificios y del espacio público.

Vialidad.

Las vías que sean necesarias para el acceso expedito a las playas o a los equipamientos, serán definidas de acuerdo a los siguientes parámetros:

- Su rol será el establecer relaciones entre la Avenida Costanera y los sectores de playas o equipamientos del borde costero. Sólo se emplazarán en aquellos casos estrictamente necesarios.
- No se permitirán estacionamientos de vehículos en su calzada, salvo aquellos estacionamientos segregados o aquellas zonas especialmente destinadas para ello. Los estacionamientos segregados deberán ubicarse hacia el lado oriente de la vía de servicio.
- El ancho máximo de calzada no debe ser superior a 7 metros.
- Se debe contemplar en ellas, ciclovías segregadas.



Fig 47. Plan Seccional La Chimba y zonificación
Fuente: PLADECO Antofagasta 2011 - 2020

En el cuadro se detallan de manera específica los usos permitidos para la Zona E4C, según la ordenanza del Plano regulador vigente de la ciudad de Antofagasta. El carácter turístico y recreacional de la zona se ve reflejado en estos usos, dado que están permitidos en su mayoría programas de equipamiento de vocación pública y que no restrinjan los accesos ni vistas al mar.

Si bien se puede apreciar también, que no están contemplados proyectos de generación energética para los usos del borde costero, se utilizan como referencia las recomendaciones del documento “ENERGÍA MARINA EN CHILE” que señala que si bien los instrumentos de zonificación

vigentes o en confección no prohíben el desarrollo de proyectos como los analizados, estos enfrentarán el desafío de demostrar su compatibilidad con los Usos Preferentes existentes conforme criterios que han sido desarrollados sin conocer las particularidades, beneficios e impactos de esta industria.

Por su parte, atendido que los instrumentos de zonificación regional son dinámicos y están en constante revisión, se recomienda participar activamente de estos procesos en el futuro. Asimismo, se podría analizar que se decreten áreas preferentes para el desarrollo de este tipo de proyectos.

Zona E4C: Zona Turístico Recreativa.			
<i>Equipamiento:</i>			
<i>TIPO / ESCALA</i>	<i>MAYOR</i>	<i>MEDIANO</i>	<i>MENOR</i>
<i>SALUD</i>			
<i>EDUCACIÓN</i>			
<i>SEGURIDAD</i>			<i>Atención de urgencias</i>
<i>CULTO</i>			<i>Capillas</i>
<i>CULTURA</i>	<i>Acuarios</i>	<i>Biblioteca, Sala de conciertos</i>	<i>Casas de la cultura</i>
<i>SOCIAL</i>			
<i>AREAS VERDES</i>		<i>Plazas Paseos Avenidas Parques</i>	<i>Plazas Juegos infantiles Paseos Jardines</i>
<i>DEPORTES</i>	<i>Polideportivos</i>	<i>Canchas deportivas Piscinas</i>	<i>Multicanchas deportivas</i>
<i>ESPARCIMIENTO Y TURISMO</i>	<i>Parques de entreteniciones</i>	<i>Restaurantes Cafeterías Multicines Drive-in</i>	<i>Juegos infantiles Parques Peñas Fuentes de soda</i>
<i>COMERCIO</i>		<i>Locales comerciales</i>	<i>Locales comerciales</i>
<i>SERVICIOS PÚBLICOS</i>			
<i>SERVICIOS PROFESIONALES</i>			
<i>Actividades Productivas</i>			
<i>SERVICIOS ARTESANALES</i>	<i>Caletas de pescadores artesanales, terminales pesqueros.</i>		

Fig 48. Usos permitidos Zona E4C
Fuente: PLADECO Antofagasta 2011 - 2020

5.5 Referentes



Referente 1
Peine del Viento XV
Luis Peña Ganchegui - Eduardo Chillida

Año: 1976
Ubicación: San Sebastián, España
Estructura: Hormigón
Materialidad: Adoquines de piedra y esculturas de acero.

Las referencias a este proyecto son palpables en cuanto al recurso de las fumarolas que dan un carácter particular a la plaza de borde mar. La reinterpretación de estos elementos, transformándolos en un agente productivo, y la manera de trabajar el borde mar en interacción con un paisaje rocoso, son las principales referencias del Peine del Viento.

Referente 2
Central Undimotriz de Motrico
Voyth Siemens Hydro Power Generation

Año: 2011
Ubicación: Motrico, España
Estructura: Hormigón.
Fachada: Hormigón y piedra.

La Central Undimotriz de Motrico genera 970 Mw/hr de energía eléctrica al año a un precio competitivo. A través de una importante inversión privada y una subvención estatal, este preyecto se desarrolló como referente en Energías Undimotrices en el mundo, siendo el primero en instalar 16 turbinas en paralelo.



*Referente 3
Museo de la Literatura
Tadao Ando*

Año: 1996

Ubicación: Himeji, Japón.

Estructura: Hormigón armado.

Fachada: Hormigón exterior, madera interior.

El edificio de concientización y difusión de las Energías del Mar, rescata aspectos formales de esta obra. El diálogo entre la planta circular, y un eje estructurante se asocian a la idea de enfrentar al mar (un eje) a través de una figura pregnante como lo es el círculo. La materialidad y proporciones también se toman como referencia.

*Referente 4
Paseo Punta Pite
Teresa Moller*

Año: 2005

Ubicación: Papudo

Materialidad: Piedra del lugar.

El proyecto consiste en el diseño de paisajismo de un loteo ubicado en este lugar del litoral central de Chile, habilitando distintos puntos desde los cuales es posible recorrer el territorio y apreciarlo desde distintos puntos de vista. El tratamiento del borde costero desde su propia ley y estructura es la referencia que se hace de este proyecto enmarcado también en un borde costero rocoso.



Img 21. Pescadores artesanales Antofagasta
Fuente: Elaboración propia

Capítulo VI

Conclusiones

Conclusiones - Comentario final

6.1 Conclusiones

Según la Real Academia Española, RAE, **tecnología** es el conjunto de conocimientos técnicos, ordenados científicamente, que permiten diseñar y crear bienes y servicios que facilitan la adaptación al medio ambiente y satisfacer tanto las necesidades esenciales como los deseos de la humanidad.

La satisfacción de estas necesidades esenciales de la humanidad, sumado también a sus deseos, requieren de **un planeta y medio** para saciar su demanda de recursos naturales y, muy probablemente, requerirá de dos planetas enteros de aquí a mediados de este siglo, según la Red Global de la Huella Ecológica.

El agotamiento de estos recursos naturales está dado por diversos factores entre los que se destaca la generación de energía eléctrica a partir de combustibles fósiles como el petróleo o el carbón, y que son la principal fuente hoy en el mundo.

La reflexión en torno al problema energético; la escasez y producción, son temas fundamentales sobre todo en la línea de desarrollar estrategias de crecimiento para los países del mundo. Pareciera ser, eso sí, que la discusión debe centrarse sobre parámetros reales que permitan de alguna manera proyectar en el tiempo la importancia real que estos temas tienen. El acceso a la información, la concientización del problema y su promoción son puntos de partida a considerar en este camino.

La complejidad del desarrollo de electricidad a partir de fuentes renovables, pasa principalmente por un tema económico, y de manera específica tiene que ver con el costo de generar esta energía a precios que puedan competir con las vías tradicionales de generación energética. La inversión es importante, y la rentabilidad financiera no es inmediata.

Entonces, el siguiente paso es comprender que el desarrollo de prototipos que permitan avanzar en la línea de una diversificación energética real, dependerá por una parte de los Estados que sean capaces, a través de la generación de políticas públicas, de fomentar, promocionar y concientizar el uso de Energías Renovables en la producción energética; como también de los privados de visualizar que los beneficios del avance de estas tecnologías serán de alta rentabilidad en los próximos años.

Ya en el plano local, habiendo revisado el estado actual y las potencialidades que posee nuestro territorio para el desarrollo de tecnologías ERNC, Chile pareciera estar dando una señal a través de la promulgación de políticas que se encaminan en esta dirección. Sin embargo, estos esfuerzos serán en vano si es que no existe una coordinación entre autoridades, la comunidad y el poder económico del país.

De manera evidente, esta dimensión del problema no es abarcable para la gran mayoría de la gente. La dimensión que sí es palpable por todos, tiene que ver con el impacto ambiental, social y paisajístico que generan los proyectos de generación energética en el país. A través del Proyecto Parque Undimotriz de La Chimba se busca abordar esta problemática vinculando la generación energética por medio de recursos renovables con el desarrollo de nuevos espacios públicos, en el entendido de que estas pueden conformar los nuevos "paisajes energéticos" de las grandes ciudades del mundo, no en su patio trasero, sino en la puerta de la casa.

6.2 Comentario final

*Siguiendo en la línea de la definición etimológica de la palabra **tecnología**, podemos definir que a través de esta, los seres humanos seremos capaces de vivir mejor, adaptándonos de la mejor manera al medio ambiente. Sin embargo, sabemos que existen factores ajenos a esta precisión dogmática que hacen tambalear esta definición, y encaminan las bondades de la tecnología en otros rumbos. Por el bien de la humanidad completa, es menester que la palabra re-adopte su vocación original.*

***Mientras tanto**, se hace imprescindible que la educación, el acceso a la buena información y la conciencia permitan a las naciones comprender que los recursos de sus tierras poseen un valor incalculable, que son una fuente de energía inagotable, y que si no lo hacen, los dueños de la **tecnología** lo harán por ellos. **Mientras tanto**, también, será necesario “fomentar”, “convencer”, y “subvencionar” el aprovechamiento de los recursos naturales renovables. Todo esto, **mientras** los combustibles fósiles terminan de acabarse.*

*Los lugares comunes son recurrentes a la hora de hablar de Medio Ambiente. Esto está dado, a juicio personal, por una que reduce estas problemáticas a situaciones aisladas, siendo que, como en muchos otros temas, la revisión de la materia medioambiental requiere de una visión y una re-visión holística del asunto. Cito a modo de ejemplo el concepto de **sustentabilidad**, el cual de manera consciente no es mencionado durante el desarrollo de esta memoria. Y es que esta palabra, cargada de un profundo espíritu de sociedad y esperanza en el futuro, genera de manera implícita una trampa. La trampa consiste básicamente en separarla del ejercicio, en este caso arquitectónico, y aislarla como un concepto potencialmente atendible, potencialmente aplicable y, por cierto, potencialmente preocupante. El sólo hecho de concebir cierta “arquitectura sustentable” pone al descubierto a su antagonista.*

El relato de las generaciones futuras no puede darse la chance de plantear estas problemáticas propias del siglo que ya pasó. Debe diseñarse hoy una hoja de ruta que permitir sentar bases de discusión razonables para la línea del arte en estas materias. Debe darse un siguiente paso.

La sigla ERNC responde a la abreviación de Energías Renovables No Convencionales. Es de esperar que el siguiente paso sea entonces, reducir esta sigla sólo a ERC.



*Img 21. Pino oregón en Muelle de Antofagasta.
Fuente: Elaboración propia.*

Capítulo VII

Bibliografía

7.1 Bibliografía

-Páginas consultadas

<http://www.futurorenovable.cl>

<http://www.centralenergía.cl>

<http://www.americaeconomía.com>

<http://www.cne.cl>

<http://www.aqua.cl>

<http://www.fcab.cl>

-Libros

CERECEDA, Pilar; ERRÁZURIZ, Ana María; RIVERA, Juan de Dios. *ENERGÍA: La electricidad en un mundo que avanza. Santiago de Chile: Origo Ediciones, 2013.*

ALONSO, Pedro. *Deserta, Santiago de Chile: Ediciones ARQ, 2012.*

ARONSON, Shlomo. *Aridscapes. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2008.*

BATLLE, Enric. *El Jardín de la Metrópoli. Barcelona: Gustavo Gili, 2011.*

IVANCIC, Aleksander. *Energyscapes. Barcelona: Gustavo Gili, 2010.*

-Revistas

CATASTRO de Centrales y Proyectos Energéticos. *Electricidad, 2012.*

-Memorias de Título

MEDEL, Sebastián. *Estudio de implantación de tecnologías mareomotrices y undimotrices como pequeños medios de generación distribuida. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Eléctrica 2010.*

MARINOV, Irina. *Proyecto de título: Parque Costero de la Pesca y la Gastronomía. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile, 2013.*

UGARTE, Rodolfo. *Proyecto de título: Teatro del Mar, Rehabilitación paseo del mar de Antofagasta. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile, 2010.*

-Documentos complementarios

PLADECO 2011 - 2020 *Plan de Desarrollo Comunal de Antofagasta.*

ORDENANZA *Plan Regulador de Antofagasta, 2002.*

OGUC, *Ordenanza General de Urbanismo y Construcción.*

