

*El viento no escucha. No escuchan las piedras, pero hay que hablar, comunicar, con las piedras, con el viento.*

*José Hierro, extracto de *Con las piedras, con el viento*, 1950.*





## • AGRADECIMIENTOS

A mi familia y amigos,  
especialmente a Flavia, Antonio y Consuelo por su constante apoyo.









UNIVERSIDAD DE CHILE  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo



CENTRO TÉCNICO DE EDUCACIÓN Y DIFUSIÓN  
DE LAS ENERGÍAS LIMPIAS

Ritoque, Comuna de Quintero, V Región.

PROYECTO DE TITULACIÓN  
Profesor Guía: René Muñoz B.  
Junio 2013

# 0.0 INDICE

<b>0. INTRODUCCIÓN</b>	<b>13</b>	<b>3. LUGAR</b>	<b>49</b>
0.1 Motivaciones	15	3.1 Primer acercamiento: Nivel país	50
0.2 Temas arquitectónicos	16	3.2 Segundo acercamiento: Nivel regional	52
- Temas secundarios	16	3.3 Tercer acercamiento: Nivel comunal	53
0.3 Una breve introducción a la sustentabilidad	17	3.4 La comuna de Quintero	54
- Arquitectura y “sustentabilidad aparente”	18	3.5 Ritoque	56
- 2 piezas clave: Usuario y Educación	19	- Geografía	56
<b>1. PROBLEMÁTICA</b>	<b>23</b>	3.6 Aspectos normativos y geográficos	57
1.1 Contexto Energético	24	- Normativa	57
- Conflictos energéticos de alcance nacional	24	- Línea férrea	59
- La respuesta actual del estado	26	3.7 La Ciudad Abierta	60
- Dos casos actuales	28	- Características generales	60
- La eficiencia energética y las ERNC	29	- Mirada crítica	62
- Chile camino al desarrollo mediante la sustentabilidad	30	3.8 El terreno	64
- Concepto de Leapfrogging	31	- Criterios de selección	64
1.2 Definición del problema	32	<b>4. PROYECTO</b>	<b>69</b>
1.3 Hipótesis	33	4.1 Idea arquitectónica	70
- Fundamentos de la hipótesis	34	4.2 Condicionantes programáticas	71
1.4 Conclusiones parciales	37	4.3 Programa	72
<b>2. PROPUESTA</b>	<b>41</b>	4.4 Partido general	73
2.1 Proyecto planteado	42	4.5 Referentes	74
- Usuarios	43	4.6 Imagen arquitectónica	75
2.2 Programas Educativos	44	4.7 Planimetría	76
2.3 Conclusiones parciales	45	4.8 Gestión	80
		4.9 Implementación de energías	82
		<b>5. CONCLUSIONES</b>	<b>85</b>
		5.1 Bibliografía	87
		5.2 Anexo 1: Imágenes de proceso	91
		5.3 Malla curricular de programas educativos	92
		5.4 Anexo 3: Tecnologías para extracción de energía mareomotriz	94



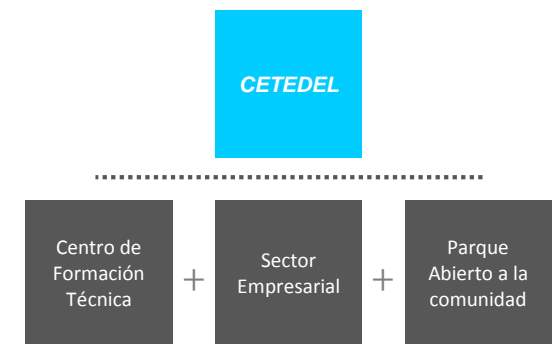




# INTRODUCCIÓN.

El Centro Técnico de Educación y Difusión de las Energías Limpias se plantea como **un enclave tecnológico enfocado en el desarrollo de la energía**, tanto en la forma de energías renovables no convencionales como en eficiencia energética.

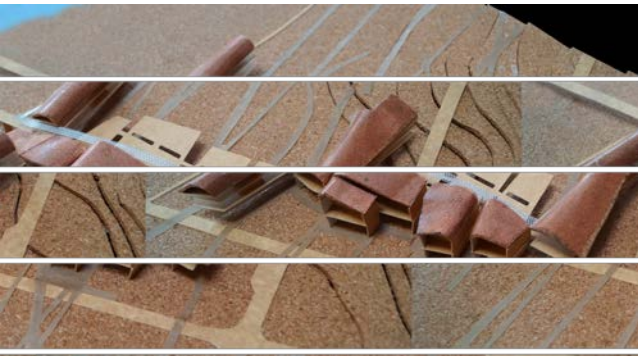
Tal como indica su nombre, es un centro cuyo énfasis se encuentra en la educación y en la capacitación (ver resumen del programa en cuadro a la derecha), con la finalidad de responder a la problemática encontrada, la necesidad de **difundir, especializar y formalizar el conocimiento técnico aplicado al estudio y desarrollo de las energías limpias, para así lograr su implementación a nivel país**. Esta problemática se enfrenta integrando diversos programas y usuarios para dar una solución acorde al paradigma de desarrollo sostenible en sus tres dimensiones: social, económica y medioambiental.



Resumen de Programa arquitectónica.  
FUENTE: Elaboración Propia.



Maqueta de idea conceptual CETEDEL  
Enero 2012  
FUENTE: Elaboración Propia.



Maqueta de Anteproyecto CETEDEL  
Junio 2012  
FUENTE: Elaboración Propia.

El proyecto plantea además una relación clave con su entorno, el sector de Ritoque en la comuna de Quintero, V región, que destaca por 2 condiciones contrapuestas: la riqueza de su diverso paisaje natural y la devastación de éste como producto del desarrollo industrial insostenible en la comuna.

De esta manera, **el CETEDEL se propone como un espacio de reencuentro con el entorno natural para toda la comunidad** como contraparte del desarrollo industrial que ha saturado de contaminación la comuna y sus alrededores.

A partir de esta propuesta se genera una arquitectura que busca evidenciar la relación entre energías limpias y el entorno natural, especialmente con el viento, uno de los elementos más característicos de la zona. También busca rescatar el valor histórico-urbano del lugar, cuyo hito más importante corresponde a la Ciudad Abierta de la Escuela de Valparaíso. Ambas referencias son integradas en el proyecto tanto a nivel conceptual como formal.

El CETEDEL se plantea entonces como un cluster, una comunidad de aprendizaje que busca identificarse con su territorio, y que en términos de imagen busca integrar dos tendencias de arquitectura: por un lado, la imagen tecnológica y moderna de la arquitectura para la energía, y también la imagen orgánica, poética y sensorial de la Ciudad Abierta.

El proyecto desarrollado nace a partir de los intereses personales formados a lo largo de la carrera, especialmente durante la práctica profesional y el seminario de investigación. A partir de estas experiencias, nace un interés por profundizar en el tema de la sustentabilidad desde el punto de vista de la arquitectura, primero por el trabajo en la simulación energética de edificios sustentables realizado durante la práctica en la sección Energía y Sustentabilidad de IDIEM (1), y posteriormente gracias a la investigación realizada en torno a los diferentes sistemas de certificación de edificios verdes con el seminario “Bases para un Sistema de Certificación Sustentable en Edificios Públicos” (2).

Al trabajar en temas relacionados a sustentabilidad, es posible observar una serie de fortalezas y debilidades en cuanto a la realidad del país frente al tema. Un aspecto que particularmente llama mi atención durante este período corresponde al escaso conocimiento específico existente en las diferentes materias relacionadas a energía. A modo de ejemplo, se puede tomar el caso de los diferentes diplomados y magíster que actualmente se ofrecen en el país (3), los cuales abarcan un amplio espectro de temáticas, tales como las nociones básicas de sustentabilidad, paisajismo, simulación energética, normativa para energías renovables, normativa térmica, etc., amplitud que finalmente se traduce en una escasa especificación que no forma profesionales con un nivel técnico apropiado en la materia tratada. Con esta observación, surge como motivación personal la posibilidad de investigar en el tema, su necesidad y potencial para contribuir a la solución del problema país en materia energética.

Quisiera también mencionar como motivación inicial un interés personal en el cuidado del medioambiente, especialmente con la comuna de Quintero donde se ubica el proyecto y que se caracteriza por un deterioro ambiental de crecimiento exponencial que ha entrado en crisis y polémica durante el último año (4). A partir de estos conflictos, surge un interés por buscar soluciones a largo plazo basadas en el desarrollo sostenible.

(1) Informe de Práctica: *Eficiencia Energética en Edificios Públicos*.  
Autor: Ariel Vásquez.  
Profesor Guía: Luis Goldsack.  
Año: 2009.

(2) Seminario de Investigación: *Bases para un Sistema de Certificación Sustentable de Edificios Públicos*.  
Autor: Ariel Vásquez  
Profesor Guía: Luis Goldsack.  
Año: 2009.

(3) Para más información, ver capítulo 1, parte 1.2: Definición del problema, pág. 32.

(4) La frase se refiere a los problemas generados por el sector industrial-energético de la zona, los cuales se detallan en el capítulo 3, parte 3.4: La comuna de Quintero, pág. 53.

CONCEPTOS IMPORTANTES

SUSTENTABILIDAD

ECONOMÍA

ENERGÍA

EDUCACIÓN

NATURALEZA

DESARROLLO EMPRESARIAL

CLUSTERS DE INVESTIGACIÓN

CONTAMINACIÓN

CONOCIMIENTO TÉCNICO

PAISAJE LITORAL

El proyecto propuesto, trata principalmente 2 temas arquitectónicos importantes:

El primer tema arquitectónico tratado corresponde a la **arquitectura en el paisaje**. En específico se estudia la manera en que la arquitectura recoge y se inspira en elementos de la naturaleza para dar forma a un proyecto, en especial de aquellos elementos a partir de los cuales se genera la energía. Se plantea de esta manera una postura frente al paisaje, una forma de asentarse, de dialogar y de modificar el entorno.

Otro tema de primordial relevancia es la **arquitectura educacional**, específicamente la arquitectura educacional técnico-superior. ¿Qué es un Centro de Formación Técnica en términos arquitectónicos y qué lo diferencia de otro tipo de establecimientos educacionales? Se estudia entonces el programa arquitectónico ligado a la educación y cómo éste programa es capaz de mejorar la calidad de la misma, en otras palabras, de qué manera la arquitectura se pone al servicio de la educación y se transforma en una herramienta de optimización.

TEMAS SECUNDARIOS

- 1- Seguridad Antisísmica y Antitsunami
- 2- Arquitectura Bioclimática
- 3- Generación de energía



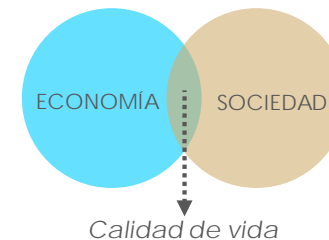
A partir de la segunda mitad del siglo XX, tras la consternación por el deterioro que trajo consigo la revolución industrial y la explotación desmesurada de los recursos, comienza la preocupación general y la necesidad de incorporar nuevas medidas, nuevas visiones y nuevos conceptos a los planes de desarrollo. Al amparo del paradigma posmoderno, el hombre empieza a tener indicios de la realidad sistémica dentro de la cual se encuentra inserto y comienza a evaluar el impacto que genera su acción dentro del medio.

Dentro de este marco, en 1984 se reunió por primera vez la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo (*World Commission on Environment and Development*), también conocida con el nombre de Comisión Brundtland (5), atendiendo un urgente llamado formulado por la Asamblea General de las Naciones Unidas con el fin de establecer una agenda global para el cambio (*A Global Agenda For Change*). La Comisión partió de la convicción de que es posible para la humanidad construir un futuro más próspero, más justo y más seguro, publicando en abril de 1987 su informe denominado *Nuestro Futuro Común (Our Common Future)*, donde se plantea la necesidad imperativa de obtener un crecimiento económico basado en políticas de sustentabilidad.

En este informe **se define, entre otras cosas, el concepto de desarrollo sustentable como aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades.** Esta es una de las definiciones más difundidas del desarrollo sostenible, y continúa siendo la principal referencia a escala internacional.

Al observar el modelo tradicional de desarrollo, la Comisión Brundtland notó que esta dinámica, en la cual el crecimiento no es vinculado con sus efectos, conducía a aumentos en términos de pobreza, vulnerabilidad e incluso degradación del ambiente. En otras palabras, finalmente alguien debía pagar las consecuencias del desarrollo.

## MODELO DE DESARROLLO TRADICIONAL



## MODELO DE DESARROLLO SUSTENTABLE



FUENTE: Elaboración Propia

(5) Este nombre se debe a la directora de la Comisión, Gro Harlem Brundtland, de nacionalidad noruega.



Edificio del Banner Bank. Boise, Idaho, EE.UU.  
FUENTE: U.S. Green Building Council  
www.usgbc.org

(6) A modo de ejemplo, se puede mencionar la situación del edificio para el Banner Bank en Boise, EE.UU., que fue el primer edificio de oficinas en obtener certificación LEED Platinum, y cuyo ahorro energético anual en los primeros años de uso era solamente de un 2% en comparación a un edificio tradicional, muy por debajo del 50% esperado por sus desarrolladores.

FUENTE: Artículo *Los diseños LEED no siempre llevan a operaciones sustentables (LEED Designs Don't Always Lead To Sustainable Operations)*. Greg Zimmerman. Facilities.net, Noviembre 2011

Esto llevó a una conclusión: en un mundo donde los recursos son limitados, el crecimiento no puede ser ilimitado y debe ser regularizado por la disponibilidad de éstos y el bienestar común. De esta forma, la Comisión Brundtland reemplaza el existente sistema de desarrollo tradicional, basado en la relación entre sociedad y economía, y plantea el sistema de desarrollo sustentable que incluye al medio ambiente.

Por ende, la sustentabilidad finalmente puede entenderse como el equilibrio conjunto y complementario entre lo económico, social y ambiental. Considerando esto, entendemos que no es posible concebir por ejemplo una sustentabilidad económica con un alto nivel de desempleo o un alto estándar de calidad ambiental sin una situación de estabilidad económica de la mano.

## ARQUITECTURA Y “SUSTENTABILIDAD APARENTE”

La arquitectura, en su condición de disciplina integradora y conciliadora de diversos agentes y necesidades, tiene por esencia una mirada de desarrollo sostenible, pero aun así, existe una tendencia creciente de aplicar “prácticas verdes” ya sea de forma conceptual, técnica o formal, las cuales parecen estar desconexas en algunas ocasiones del fin último que debiesen perseguir. En otras palabras, generalmente existe mayor interés en “parecer sustentable” que serlo realmente, lo cual ha provocado críticas a la forma en que la arquitectura se plantea actualmente (6).

Las falencias que el tiempo ha evidenciado en muchos de los edificios verdes que no han mostrado los niveles de optimización esperado, dan cuenta que el esfuerzo por parecer verde no es suficiente, así como tampoco la innovación técnica por sí sola.



## 2 PIEZAS CLAVE: USUARIO Y EDUCACIÓN

Cuando comienza la discusión en torno al desequilibrio que ocurría en las ciudades a mediados de los cincuenta, especial énfasis se otorgaba a la importancia de la verticalidad en la toma de decisiones. Se consideraba deber del estado y de las autoridades no gubernamentales velar por los recursos naturales para hoy y el futuro. Hoy en día es evidente que el cambio más radical con respecto al desarrollo que tiene la ciudad y su perdurabilidad en el tiempo se encuentra vinculada al cambio en las prácticas de los propios habitantes:

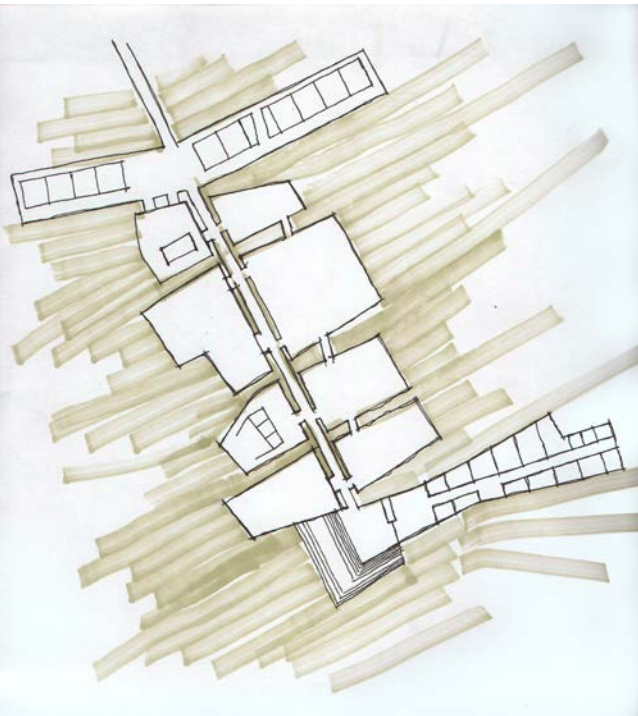
*«Necesitamos una sociedad preparada y equipada para comprender este nuevo programa de actuación, donde los profesionales sean capaces de crear productos sociales utilizando el mínimo de recursos, de modo que las generaciones futuras no hereden un legado hipotecado. Para conseguirlo es necesario un enfoque educativo y que la sociedad adopte nuevos valores.» (7).*

El texto citado señala la necesidad primordial de educar a la sociedad en materias de sustentabilidad, señalando así que el desarrollo sostenible no es sólo un problema de factibilidad técnica y avance tecnológico-profesional, sino también un tema de conciencia social donde es imprescindible actuar en conjunto.

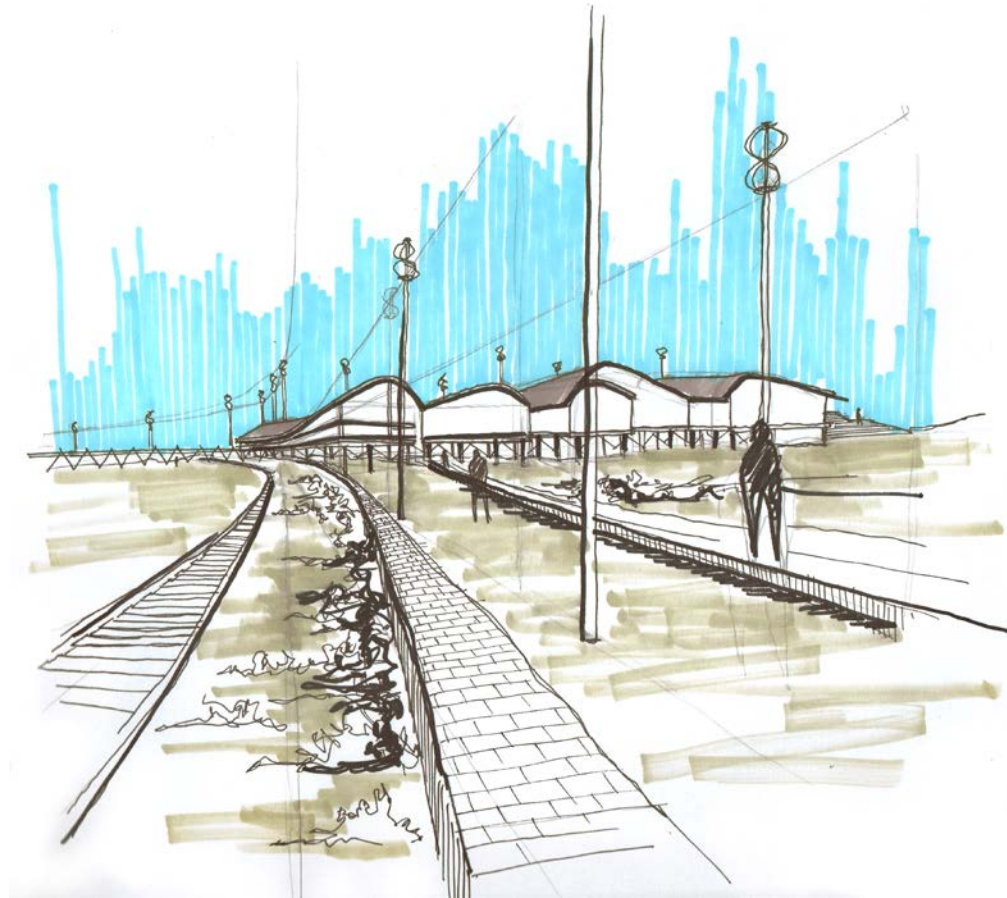
**La clave parece ser, finalmente, una simbiosis entre el capital humano y el desarrollo técnico.**



(7) Edwards, Brian. *Guía Básica para la Sostenibilidad*. Editorial Gustavo Gili SL., Barcelona, España. 2001.



Esquema de Nivel Acceso  
FUENTE: Elaboración Propia



Croquis Fachada Sur CETEDEL  
FUENTE: Elaboración Propia







# 1. PROBLEMÁTICA.

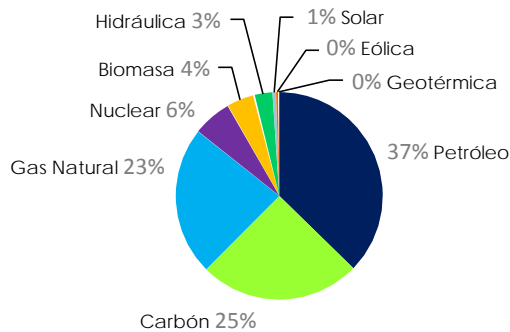
**La problemática se puede resumir en la necesidad de implementar en forma global y extendida una generación energética sustentable**, es decir, despegarse de la condición actual en donde el elemento predominante son los proyectos pilotos o experimentales y las iniciativas puntuales para pasar a una implementación expandida a nivel país. Para ello es necesario generar cambios en diversas áreas, como por ejemplo, en legislación o economía (8).

**¿Y cuál es el rol de la arquitectura?** La arquitectura también cumple un papel primordial, no sólo mediante la aplicación de estrategias bioclimáticas en los edificios, sino también en proponer nuevas formas e ideas. La sustentabilidad en la arquitectura es un tema familiar, extensamente abordado, sin embargo, **el proyecto busca innovar mediante la forma en que se trata la problemática: se plantea como hipótesis la posibilidad de dar una respuesta a través de la educación técnica y su difusión.**

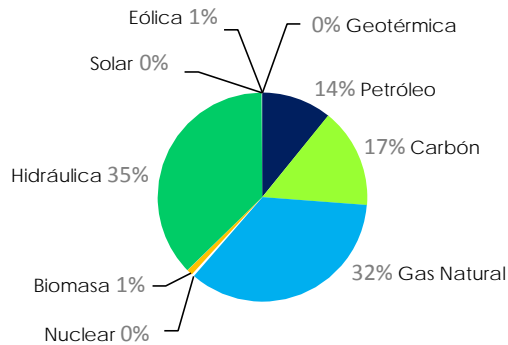
(8) Ver pág. 26.

# 1.1 Problemática CONTEXTO ENERGÉTICO

MATRIZ ENERGÉTICA MUNDIAL (2008)



MATRIZ ENERGÉTICA DE CHILE (2010)



FUENTE: Comisión Nacional de Energía

La discusión en torno a la sustentabilidad tiene uno de sus puntos más conflictivos en la dinámica de la producción y consumo energético, el desarrollo mundial y el cuidado del medio ambiente. El crecimiento y desarrollo requiere energía, y la obtención de ésta requiere la explotación de los recursos naturales junto al consiguiente desgaste paulatino del medio ambiente.

Al establecer el promedio mundial de producción energética, se puede observar que actualmente la energía procedente de combustibles fósiles, la energía nuclear y la energía hidráulica satisfacen la demanda energética en un porcentaje mayor al 94%, siendo el petróleo y el carbón las de mayor utilización (ver gráficos a la izquierda).

## CONFLICTOS ENERGÉTICOS DE ALCANCE NACIONAL

En la actualidad, la matriz energética chilena es dependiente de combustibles fósiles, con un 62% de participación en la producción nacional, mientras que un importante 37% es cubierto por la energía hidráulica, que si bien es una energía renovable, su impacto ambiental es tan grande como la explotación de los combustibles fósiles.

Frente a estas características, la matriz energética chilena tiene principalmente 2 problemas:

### 1- Dependencia de energía importada:

Chile no es un productor importante de petróleo, el cual es traído desde el exterior, al igual que el gas natural. El problema de esta dependencia radica en la posibilidad de cortes en el suministro y en las diferentes crisis o decisiones económicas internacionales que generan fluctuación en el precio de tales productos.





## 2- Impacto medioambiental:

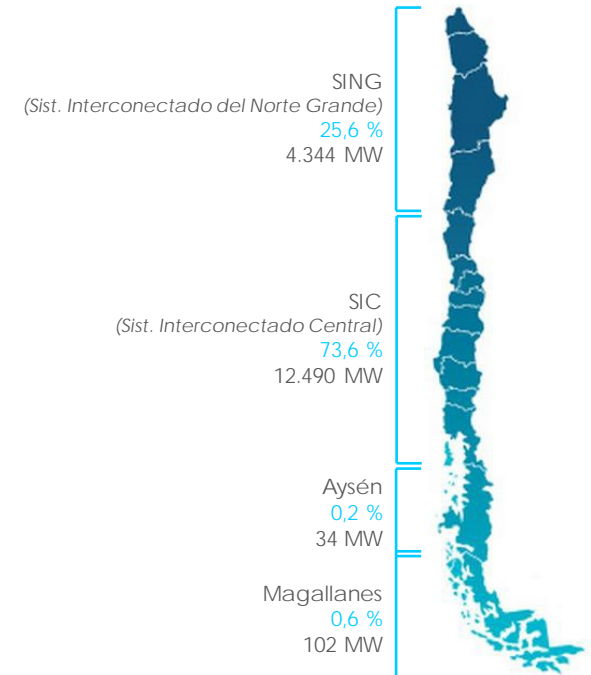
Sin importar si la energía es producida en el país o importada, su obtención genera efectos negativos en el territorio como producto de la instalación de complejos industriales, vías de transporte y obtención de materias primas. Entre estos impactos se puede mencionar:

- Agotamiento de recursos.
- Emisiones de gases nocivos.
- Efecto Invernadero.
- Contaminación del agua, el suelo y el aire.
- Erosión.
- Desaparición de la Biodiversidad.
- Problemas de salud en la población.

Por otro lado, Chile, en su calidad de país en vías de desarrollo, experimenta una tasa de crecimiento y desarrollo estable y en aumento, la cual va asociada a un consumo de energía creciente. La demanda eléctrica crece en el Sistema Interconectado Central (SIC) a una tasa de 4% anual, estimando que para el año 2025 se deberá duplicar la potencia instalada (9). Para el año 2025 se requerirá generar unos 83.920 GWh en el SIC, lo que implica una capacidad de generación de 16.216 MW adicional a los 12.490 MW disponibles actualmente (año 2012). En el Sistema Interconectado del Norte Grande (SING) la situación será similar.

Es evidente, por lo tanto, la necesidad de aumentar y mejorar la generación de energía, sin embargo, el conflicto se produce en la discusión acerca de cómo se debe suplir esta demanda futura y creciente: mientras que un escenario de desarrollo sustentable ideal sugiere cubrir en el año 2025 un 35% de la demanda energética con ERNC (9), el estado sigue dando prioridad a proyectos generadores de energía tradicional.

## CAPACIDAD ENERGÉTICA INSTALADA 2012



FUENTE: Elaboración Propia

(9) Román, Roberto. *El Futuro Energético de Chile está en la Eficiencia Energética y las Energías Renovables*. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, U. de Chile. Santiago, Chile. 2011.



## HITOS DEL ESTADO EN EFICIENCIA ENERGÉTICA

Creación de la Comisión Nacional de Energía mediante DL N° 2.224.

1978

Creación Programa País Eficiencia Energética, primera iniciativa público-privada que busca mejorar la eficiencia en el uso de energía.

2005

Se promulga Ley. N° 20.257 que establece que al año 2024 el 10% de la energía será generada por ERNC.

2008

Creación Ministerio de Energía mediante Ley N° 20.402 que modifica DL N° 2.224.

2009

Presidente Sebastián Piñera anuncia dentro de su Programa Gubernamental que al año 2020 el 20% de la energía será generada por ERNC.

2010

Nace la Agencia Chilena de Eficiencia Energética, institución de carácter privado que reemplaza el Programa País de Eficiencia Energética

2010

Ministro de Energía y Minería Laurence Golborne presenta el primer análisis sistemático y con visión a futuro sobre el desarrollo energético en Chile (10).

2011

(10) Golborne, Laurence: *Matriz Eléctrica de Largo Plazo: Antecedentes para un Debate*. Presentación en Comisión de Minería y Energía del Parlamento. Marzo 2011.

## LA RESPUESTA ACTUAL DEL ESTADO

El estado a través de sus diferentes gobiernos ha sido consciente de los problemas presentes en la realidad energética nacional proponiendo políticas, proyectos, campañas y planes de diversa escala para el desarrollo de energías limpias. Estas iniciativas públicas han estado fuertemente ligadas al sector privado y la acción en conjunto de ambos sectores ha permitido entre otras cosas, alcanzar el 3,4% de generación energética a través de ERNC.

A pesar de los esfuerzos, este porcentaje es bajo en relación a las metas para el año 2020 y en relación a los países de la OCDE. Las razones para tal situación se pueden explicar principalmente por 2 motivos:

### 1- Bajo compromiso del estado con las energías limpias.

Si bien el estado plantea lineamientos y proyectos en relación a energías limpias, no existe un compromiso mayor que se refleje en una estrategia a nivel nacional, ya sea en cuanto a políticas o inversión. El compromiso del estado con la eficiencia energética y las ERNC ha disminuido su prioridad en los últimos 3 años, dando mayor énfasis a otro aspectos, como la transmisión energética o las energías convencionales (ver cuadro a la derecha)

Por otro lado, el estado tampoco ha permitido generar políticas que permitan un desarrollo competitivo del sector privado, ya que con las condiciones legislativas actuales la inversión en ERNC no es rentable.



## CUENTA PÚBLICA 2012 (11)

Envío proyecto de ley  
*Concesiones y Servidumbres*

Anuncio de interconexión  
SING – SIC

Envío proyecto de ley  
*Carretera pública eléctrica*

Aumentos de la inversión en  
transmisión troncal

Mejoramiento normativa del  
sector energético

Avances en eficiencia  
energética

Avances en energías  
tradicionales

Aprobación Ley de  
Net-Meeting

### PRIORIDAD TRANSMISIÓN ENERGÉTICA

- Reglamento de estándares mínimos de Eficiencia Energética
- Etiquetado vehicular
- Seguridad en plantas de gas licuado

- Fortalecimiento Plan Nacional de Etiquetado
- Avances en Etiquetado de Vivienda
- Mejoramiento Alumbrado Público
- Creación Comité Interministerial de Eficiencia Energética

- Punta Alcalde. Termoeléctrica carbón, III Región. 740 MW.
- Central Pacífico. Termoeléctrica carbón, I Región. 350 MW.
- Central Achibueno. Hidroeléctrica, VII Región. 135 MW.
- Central Patache. Termoeléctrica carbón, I Región. 110 MW.

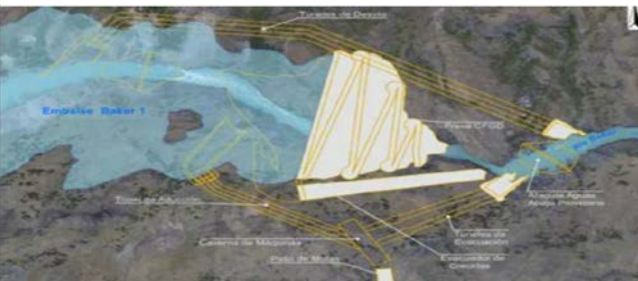
- Inversión en geotermia.
- Modificación a ley de geotermia.
- Licitación para 6 proyectos eólicos en II Región.
- Licitación primera planta de Concentración Solar de Potencia.



(11) FUENTE: Ministerio de Energía  
[www.minenergia.cl](http://www.minenergia.cl)



Termoeléctrica Barrancones.  
FUENTE: [www.plataformaurbana.cl](http://www.plataformaurbana.cl)



Central Baker 1, Proyecto Hidroaysén.  
FUENTE: [www.hidroaysen.cl](http://www.hidroaysen.cl)

La termoeléctrica Barrancones y la hidroeléctrica Hidroaysén son proyectos representativos del desarrollo insostenible con intereses económicos. En ambos casos, el descontento social frente a su aprobación ocasionado la intervención del gobierno frente a los procesos de aprobación.

## 2- Prioridad a proyectos de energías tradicionales.

Uno de los aspectos más criticados del estado en los últimos años a sido el apoyo explícito o implícito dado a megaproyectos de energía tradicional (hidroeléctricas y termoeléctricas) con alto impacto en el medioambiente y el contexto urbano de su localización. Entre estas megaproyectos, podemos mencionar como ejemplos la termoeléctrica Campiche (ubicada en el puerto de Ventanas, V Región, con 230 MW de potencia.) y la rechazada termoeléctrica Castilla (ubicada en Punta de Cachos, II Región, con 2.354 MW de potencia).

En el marco de los conceptos expuestos anteriormente, estas soluciones no son suficientes ya que dan respuesta al problema de la demanda energética futura y a la dependencia energética internacional, pero no así a las necesidades ambientales. En otras palabras, no son sustentables.

## DOS CASOS ACTUALES

Este año, el conflicto de la generación energética insostenible se ha convertido en un tema de vital relevancia para la sociedad, gracias a la polémica generada por 2 megaproyectos energéticos: la central termoeléctrica Barrancones, ubicada (inicialmente) en Punta de Choros con una potencia instalada de 540 MW, y la termoeléctrica Hidroaysén, ubicada en la Patagonia nacional, con una potencia de 2.700 MW.

Estos megaproyectos, ubicados en áreas de gran interés y vulnerabilidad por su flora y fauna, ejemplifican la insuficiencia de la respuesta actual del estado al conflicto de la matriz energética que no integra el desarrollo sostenible. Demostraron además, la desconexión existente entre las propuestas estatales en materia de energía y el tipo de desarrollo que requiere la comunidad.



## LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y LAS ERNC

Frente al conflicto de la matriz de energía descrito anteriormente, los expertos en la materia plantean como mejor solución, la aplicación de medidas de eficiencia energética y el desarrollo de energías renovables no convencionales (ERNC). La Agencia Internacional de Energía (International Energy Agency), organismo dependiente de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), elaboró en el 2009 un informe en el cual se plantea la necesidad de enfocar las políticas energéticas en la diversificación de la matriz energética y la energía sustentable (12). A su vez, un reciente estudio del profesor Roberto Román (Ingeniero Civil Mecánico, Universidad de Chile) establece conclusiones similares, planteando además que tales medidas pueden significar un ahorro en términos económicos para el país (13).

**ERNC**  
(según Ley N° 20.257)



Energía solar fotovoltaica



Energía mareomotriz



Energía solar fototérmica



Energía por biomasa



Energía eólica



Energía hidráulica (menor a 20 MW)

### DEFINICIONES:

#### 1- Eficiencia energética

Conjunto de acciones que llevan a consumir menos energía.

#### 2- ERNC:

Combinaciones entre energías primarias renovables y tecnologías, que tienen un bajo impacto ambiental y que no están presentes de manera importante en los mercados eléctricos nacionales. Internacionalmente se les conoce "nuevas energías limpias".

FUENTE: Comisión Nacional de Energía



Parque Eólico Canela, IV Región  
FUENTE: Ministerio de Energía

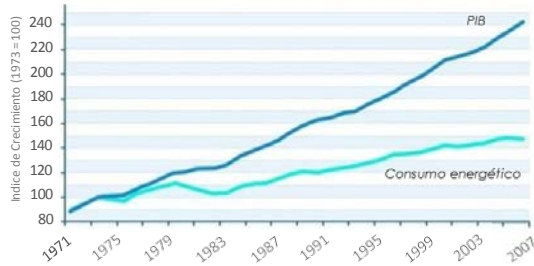
(12) Chile: Energy Policy Review 2009. International Energy Agency. Paris, Francia. 2009.

(13) Román, Roberto. El Futuro Energético de Chile está en la Eficiencia Energética y las Energías Renovables. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, U. de Chile. Santiago, Chile. 2011.

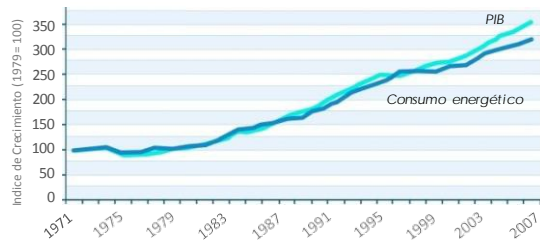


## EVOLUCIÓN DEL CONSUMO PRIMARIO DE ENERGÍA EN RELACIÓN AL PIB

### PROMEDIO PAISES DE LA OCDE



### CHILE



FUENTE: Comisión Nacional de Energía

## CHILE CAMINO AL DESARROLLO MEDIANTE LA SUSTENTABILIDAD

En términos estadísticos, lo que se busca mediante estas medidas es el desacoplamiento del Producto Interno Bruto (PIB) de un país y el consumo energético de éste, para así alcanzar un nivel de competitividad mayor. Este indicador de desarrollo ya es una realidad en la mayoría de los países de la OCDE, como demuestra el siguiente gráfico.

Finalmente, se puede decir que la aplicación de estas medidas es la mejor opción, ya que no sólo permiten solucionar las limitantes actuales del sistema energético nacional, sino que también contribuyen a un desarrollo equilibrado de la economía, la sociedad y el medioambiente.

Sin embargo, esta condición mejorada que se refleja en la estadística de la OCDE, requiere una voluntad a nivel estatal que permita formar las bases en las cuales se asientan tales condiciones.



## CONCEPTO DE LEAPFROGGING

La teoría del «Leapfrogging» surge a mediados del siglo XX, como una teoría económica en relación al comportamiento de la industria (ver cuadro a la derecha), sin embargo, en la última década este concepto ha sido redefinido en el marco del desarrollo sustentable.

En este nuevo marco, la teoría propone que los países en vías de desarrollo o subdesarrollados tienen una oportunidad única de desarrollo acelerado y limpio al poder "saltarse" las malas prácticas que hicieron las grandes potencias, incorporando la tecnología limpia de una vez a sus procesos productivos.

Actualmente, es posible encontrar ejemplos prácticos de aplicación de este concepto:

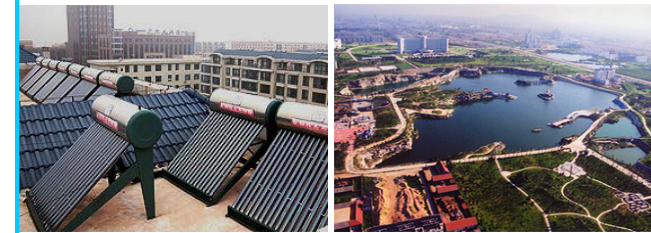
- La industria brasileña del etanol: en el caso de Brasil, el etanol proveniente de la caña de azúcar ha reemplazado el uso de biocombustibles.
- Desarrollo de la ciudad solar de Rizhao en China: para el año 2007, el 99% de los hogares de esta ciudad incorporaban energía solar fototérmica para calentar agua, mientras que la iluminación y las señales públicas utilizan mayormente energía solar fotovoltaica.

**Chile, en su calidad de país en vías de desarrollo, es capaz de implementar el concepto de Leapfrogging, pero para eso es necesario difundir y situar las energías limpias como prioridad nacional.**

### LEAPFROGGING COMO TEORÍA ECONÓMICA:

El concepto de leapfrogging surgió en el contexto de las teorías del crecimiento económico y de estudios de innovación de organización industrial, específicamente con foco en la competencia entre empresas. Se basa en la noción de Joseph Schumpeter «vientos de destrucción creativa».

La hipótesis propone que las compañías monopolizadoras que se basan en tecnologías intromisivas generan un menor incentivo a innovar que su potencial competencia. Es por esto que eventualmente pierden su rol en el liderazgo tecnológico cuando nuevas empresas, dispuestas a tomar riesgos, adoptan nuevas innovaciones tecnológicas. Cuando estas innovaciones radicales se convierten en un nuevo paradigma tecnológico, las compañías nuevas hacen el salto "leapfrog" y se convierten en los nuevos líderes.



Ciudad de Rizhao, China.  
FUENTE: [www.elciudadano.cl](http://www.elciudadano.cl)

# 1.2 Problemática DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

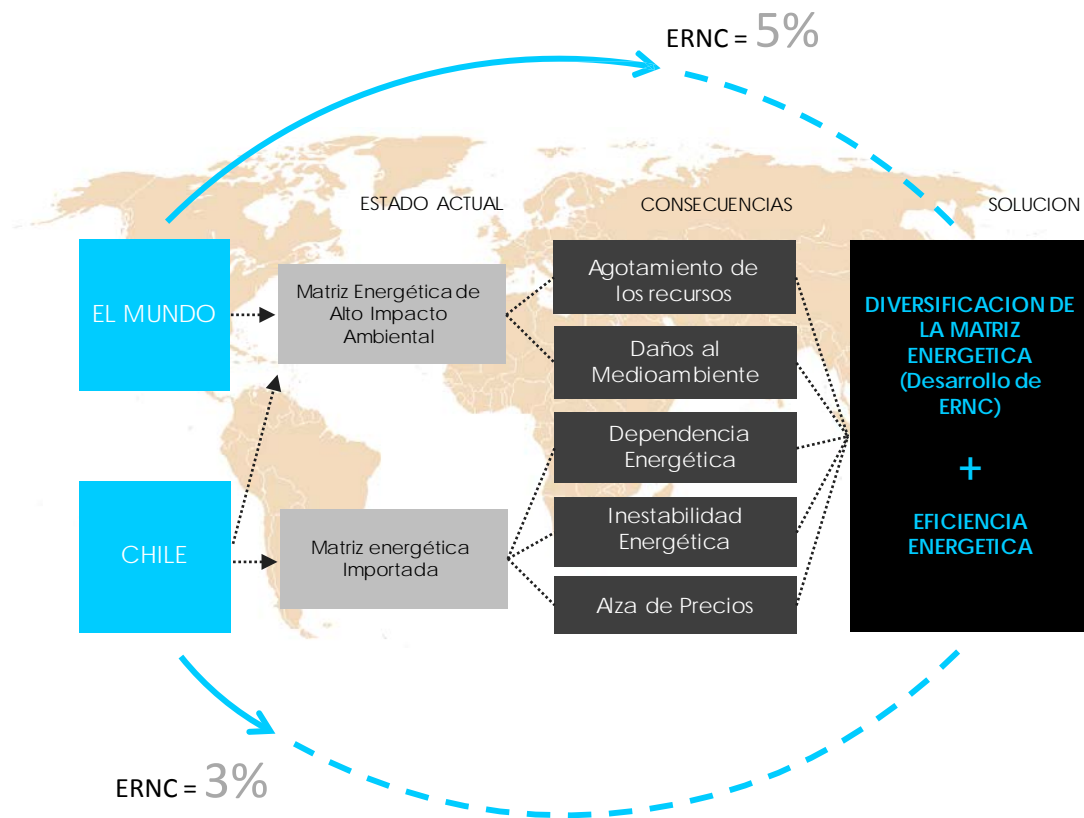
## CUADRO RESUMEN DEL CONTEXTO ENERGETICO

Tanto el país como el mundo entero comparten problemas similares en materia de energía, y así comparten también la solución. Pero mientras el promedio mundial de aplicación de ERNC alcanza el 5%, Chile lleva apenas un 2.8%, estableciendo como meta concreta alcanzar el 10% al año 2020.

## DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Como se estableció anteriormente, la mejor forma de solucionar los conflictos que presenta la matriz energética chilena es la aplicación de políticas sustentables.

El presente proyecto de título plantea entonces como problemática inicial la necesidad de implementar la eficiencia energética y la diversificación de la matriz hacia las energías renovables no convencionales.





## LA EDUCACION Y EL DESARROLLO TÉCNICO COMO ALTERNATIVA

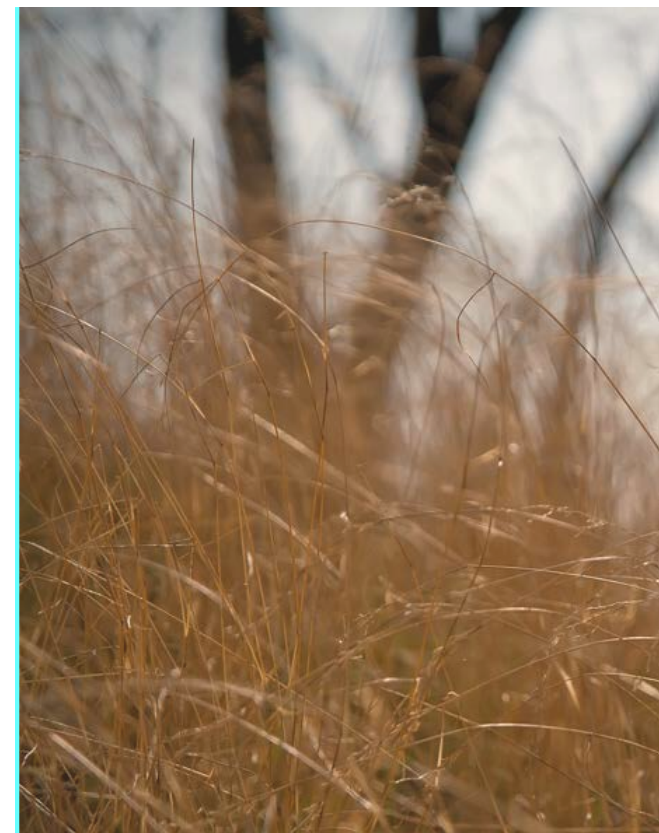
Para implementar las medidas de eficiencia energética y desarrollo de ERNC necesarias para el país, los estudios anteriormente mencionados (Chile: Energy Policy Review 2009 de la OCDE y El Futuro Energético de Chile está en la Eficiencia Energética y las Energías Renovables del ingeniero civil mecánico Roberto Román) plantean a la educación y la participación ciudadana como piezas clave. Esta idea coincide también con el planteamiento de Brian Edwards, que sugiere un enfoque educativo en la sociedad para lograr la implementación de la sustentabilidad (14).

Existe entonces una necesidad de difusión de conocimiento de diversas maneras: por un lado, es posible (y necesario) educar e informar a la comunidad respecto a lo que significa la energía limpia, pero también se debe dar paso a la formación de individuos con conocimiento específico, expertos en la materia, que estén menos vinculados a la innovación y más vinculados a la aplicación de conocimiento. De esta manera, es posible dar un enfoque de especialización y difusión al problema, y encontrar una solución acorde a la necesidad detectada.

## HIPÓTESIS DEL PROYECTO

El presente proyecto de título plantea por lo tanto la siguiente hipótesis como respuesta a la problemática definida:

**La educación técnica es una forma de generar las bases que el país necesita para implementar las políticas de sustentabilidad energética planteadas como meta.**



(14) Edwards, Brian. *Guía Básica para la Sustentabilidad*. Editorial Gustavo Gili S.L., Barcelona, España. 2001



## OFERTA ACADÉMICA RELACIONADA A ENERGÍAS SUSTENTABLES

	Centro de Estudio	Título Otorgado	Egresados por año
Carrera	CFT Del Medio Ambiente	Técnico de Nivel Superior en Energías Renovables y Eficiencia Energética	20
	CFT CEDUC - UCN	Técnico en Electricidad y Eficiencia Energética	70
	IP Providencia	Técnico en Eficiencia Energética	18
Postítulo	U. Austral	Diplomado en EE y Calidad Ambiental en la Edificación	20
	U. de Chile	Diplomado en Arquitectura Sustentable	35
	U. de Chile	Diplomado en Eficiencia Energética	25
	U. Católica	Diplomado en Arquitectura Sustentable	30
	U. de Santiago	Diplomado en Energía y Desarrollo Sustentable	20
	U. Arcis	Diplomado en Cambio Climático y Desarrollo Sustentable	20
	U. Mayor	Diplomado en Eficiencia Energética	30
	U. Mayor	Diplomado en Desarrollo Sustentable de la Empresa	25
	U. Andrés Bello	Diplomado en Eficiencia Energética	20
Postgrado	U. Andrés Bello	Magíster en Arquitectura Sostenible con mención en EE	15
	U. de Antofagasta	Magíster en Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable	5
	U. del Biobío	Magíster en Diseño y Construcción Sustentable	20
	U. del Desarrollo	Magíster en Diseño y Construcción Sustentable	36
	U. Mayor	Magíster en EE y Construcción Sustentable	15
	U. Mayor	Magíster en Dirección de Proyectos con EE	15
	U. Mayor	Magíster en Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable	10
	U. de Concepción	Doctorado en Energías	10
	U. Bolivariana	Doctorado en Desarrollo Sustentable	2
	U. de La Serena	Doctorado en Desarrollo Sustentable	2
			463

FUENTE: Elaboración Propia

NOTA: Se han omitido las carreras que hacen referencia al área medioambiental pero que no incluyen referencias directas a energía. En total corresponden a 17 programas de postítulo y 224 programas de pregrado.

## FUNDAMENTOS DE LA HIPÓTESIS

Si bien la hipótesis se funda en los documentos antes expuestos y en una proyección que estos realizan a lo que debiese pasar en los próximos 10 años, también es posible fundamentar esta postura a partir de la realidad chilena en el campo de energía. Respecto a este, se pueden encontrar las siguientes oportunidades, demandas y necesidades:

### 1- Necesidad de capacitación técnica en energías sustentables.

Este punto se basa tanto en la observación personal del medio como en el Estudio de Requerimiento de Profesionales y Técnicos en los Sectores Industrial Transportes y Construcción, para el Desarrollo de un Mercado Nacional de Eficiencia Energética, desarrollado por Gamma Ingenieros y la Comisión Nacional de Energía del año 2009.

En tal documento se realiza, en primer lugar, un estudio de la oferta de estudios existente actualmente (ver tabla a la izquierda) .La oferta, como se puede observar, es reducida, especialmente en el área técnica.

Posteriormente se analiza la demanda existente, señalando la necesidad de las empresas de capacitar a sus trabajadores en eficiencia energética y ERNC, principalmente en el área industrial y construcción, y el aumento exponencial que éstas proyectan en cuanto a la contratación de especialistas en el tema de la energía sustentable.

Existe, por tanto, una oportunidad importante en el área basada en una demanda no cubierta de especialistas, especialmente en el área técnica, lo cual justifica la existencia del proyecto planteado.



## 2- Auge de la educación técnica.

Actualmente, existe un auge de la educación técnica superior en el país, en donde ésta se comienza a ver como una oportunidad de especialización mediante carreras de menor duración y costo que la formación universitaria.

En el período 2005-2010, los IP incrementaron su número de matrículas de primer año en un 80%, los CFT en un 75% y las universidades en un 30% (15). Además, el Ministerio de Educación busca aumentar la cobertura de la educación superior en los jóvenes de aquí al final de la década desde el actual 45% a 65%, lo que en la práctica significa duplicar el número de matrículas, tanto en CFT como IP (16).

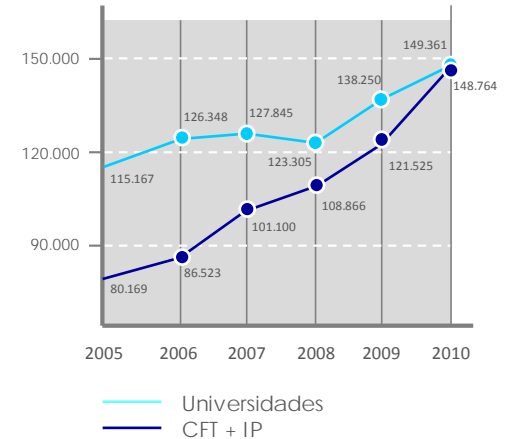
El proyecto, por tanto, busca aprovechar esta oportunidad mediante un programa de educación técnica superior.

## 3- Necesidad de profesionalizar el conocimiento.

Como se mencionó anteriormente, los programas educativos relacionados a eficiencia energética son escasos y abarcan una gama muy amplia de temas, tales como principios básicos de sustentabilidad, certificaciones, legislación, simulación energética, evaluación económica, etc. Esto significa que en la práctica la profundidad alcanzada en cada temática es muy poca, y por lo tanto, no se alcanza un nivel de expertiz que permita especializarse en un área. Si hablamos de aspectos técnicos, el modelo actual carece de profesionales capacitados, dejando el trabajo en manos de empresas extranjeras, perdiendo una oportunidad de ingreso económico importante.

## COMPORTAMIENTO DE LA MATRICULA PARA EDUCACION SUPERIOR

Matriculas para primer año



FUENTE: Elaboración propia.

(15) M. Fernández y A. Muñoz. Artículo *Educación superior llega a 900 mil alumnos, gracias a auge de carreras cortas y de la salud*. El Mercurio, Santiago, Chile. 18 de Noviembre, 2010.

(16) M Pérez. Artículo *Los nuevos protagonistas de la educación superior sacan la voz*. El Mercurio, Santiago.



Guía práctica de la buena energía. Comisión Nacional de Energía. 2008.

Este tipo de iniciativas del estado reconocen la difusión de información y la educación de la población como pilares fundamentales para el desarrollo sustentable del país.

FUENTE: Comisión Nacional de Energía.

Es necesario entonces crear programas educativos con mayor grado de especialización, que permitan aprovechar de mejor forma las ventajas económicas que ofrece el campo de la sustentabilidad y también elevar el nivel de las discusiones respecto a energía, basándose en conocimientos reales y empíricos en vez de suposiciones teóricas y conocimientos parciales.

#### 4- Necesidad de difusión y de educar a la población.

Uno de los pilares de la implementación de la sustentabilidad es la concientización de los usuarios, tal como lo demuestran algunas iniciativas del gobierno como las campañas publicitarias y las guías de eficiencia energética.

Los esfuerzos por implementar prácticas verdes no tienen sentido sin un usuario consciente. Por este motivo, el proyecto debe plantearse también como una oportunidad de educar e incorporar a la comunidad para así crear usuarios conscientes, no solamente mediante los programas educativos, sino también mediante las prácticas de la vida diaria, siendo esta la mejor forma de producir el cambio de mentalidad necesario para aplicar medidas como éstas.

#### 5- Necesidad de crear comunidades.

En la actualidad existen diferentes actores trabajando en el área de energía que carecen de asociaciones estratégicas. Para implementar el tema de la energía sustentable es necesario crear un sustento para su desarrollo a través de comunidades o clusters tecnológicos. Un ejemplo de estos enclaves corresponde a Silicon Valley, una comunidad completa dedicada a desarrollar tecnología en diferentes áreas.

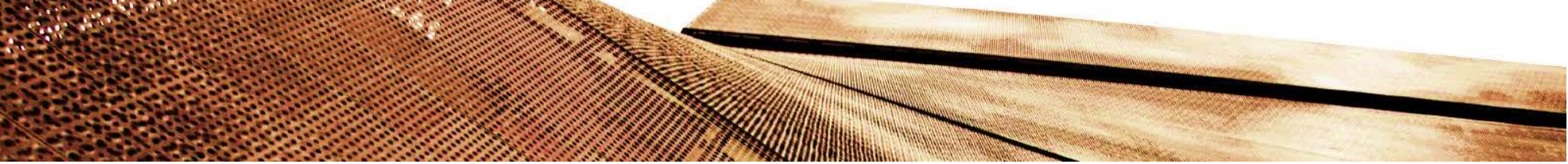
Por esta razón, es necesaria la creación de comunidades que vinculen a los diferentes agentes que participan en el desarrollo de la energía.

Al verme enfrentado a la necesidad de plantear una temática para un proyecto de título, el área de la sustentabilidad fue una opción natural que me permitía continuar mis intereses desarrollados en seminario y práctica. En estas instancias tempranas de búsqueda de proyecto, uno de los temas que surgió fue el “Centro de Investigación” especializado en algún tipo de energía renovable, sin embargo, esta primera idea nunca me pareció suficiente, algo faltaba. Me parecía que había una desconexión entre la vocación de investigación que se evidencia en este tipo de proyectos, y la precaria realidad chilena; para innovar es necesario conocer primero la realidad local, saber qué hay, y desde esta observación surge mi inquietud por buscar alternativas temáticas, que estuvieran más cercanas a “mapear” la realidad chilena en vez de innovar, y de esta forma, al ir sumando antecedentes, surgió el tema de la educación y la difusión de las energías limpias.

Desde mi punto de vista, la innovación es el paso que se debe dar una vez que el cambio de paradigma y de mentalidad ya se ha dado, pero actualmente las necesidades apuntan hacia la masificación de la tecnología existente. Esto no significa que actualmente no se pueda implementar tecnología e innovación, ya que ambos conceptos son inherentes a la arquitectura, pero cuando se plantean como el eje central de un proyecto relacionado a sustentabilidad se trabaja en abstracto.

El CETEDEL, entonces, se proyecta como una manera diferente de enfrentar el problema definido. El proyecto se desvía por un camino paralelo al tradicional, planteando que la clave para el desarrollo no es la innovación, sino la difusión y la educación. La premisa es simple: para innovar, es necesario primero saber qué es lo que hay en la actualidad y cómo funciona. En esta materia Chile es un país muy retrasado, que no cuenta con legislación adecuada ni políticas públicas lo suficientemente potentes para dar el gran paso.





El proyecto planteado tiene, por tanto, una dimensión paradójica, ya que nace a partir de la búsqueda de una solución más práctica y más relacionada al contexto nacional, en comparación a las soluciones existentes, pero para lograr su objetivo propone un proyecto y un programa basado en un marco técnico y académico poco explorado, el cual a pesar de ser una solución propuesta por diversos estudios y actores, en el día de hoy es prácticamente inexistente.

A mi parecer, es en este carácter exploratorio donde finalmente yace uno de los principales atractivos del proyecto.









## 2. PROPUESTA.

En este segundo capítulo se define la propuesta conceptual, es decir, se explica de qué se trata exactamente en términos programáticos el Centro Técnico de Educación y Difusión de las Energías Limpias.

Posteriormente se define el usuario y el programa educativo que se busca integrar, definiendo con esta información las necesidades de diseño que el proyecto debe considerar en la etapa de diseño, entre ellas, la carga ocupacional del proyecto y el carácter de los espacios interiores y exteriores.

# Propuesta

## 2.1 PROYECTO PLANTEADO

Considerando las oportunidades y necesidades que plantea la problemática estudiada, el proyecto que se propone consiste en una comunidad técnica de enseñanza, capacitación y difusión en torno a las energías sustentables.

El proyecto es, por tanto, un cluster de desarrollo en torno a las energías limpias, que integra diversos agentes de tal manera que la interacción resultante entre ellos permita generar beneficios mutuos.

Se plantea así un centro educativo y de difusión cuyo programa principal consiste en un Centro de Formación Técnica.

Tomando en cuenta que una de las principales debilidades de la educación técnica, tanto a nivel secundario como superior, corresponde a la desconexión entre la academia y el mundo laboral, este CFT es apoyado en términos programáticos por un área destinada a empresas y organismos públicos o privados, con el fin de entregar un espacio a los alumnos para su desarrollo práctico, así como también brindar a las empresas personal capacitado e infraestructura para motivar su asentamiento dentro del proyecto.

Como tercer programa se integra un espacio de encuentro para los diferentes usuarios del proyecto y también para la comunidad, un Parque de la Energía, que permita mostrar ejemplos de las actividades desarrolladas en el recinto. De esta forma, la actividad desarrollada es evidenciada frente a la comunidad para así permitir su difusión.

### PROBLEMA

Necesidad de incrementar la aplicación de energías limpias.  
  
(Eficiencia energética y ERNC)

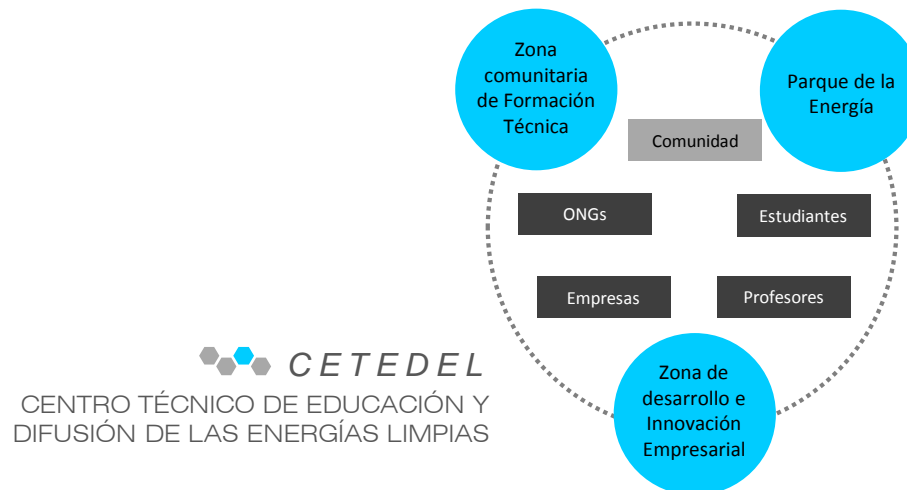
### HIPOTESIS

Para tal propósito el aspecto clave es la educación y la difusión.

### OPORTUNIDADES / NECESIDADES

- Necesidad de técnicos en energías limpias
- Necesidad de difusión
- Necesidad de crear comunidades
- Necesidad de profesionalizar el conocimiento
- Auge de la educación técnica

### PROPUESTA



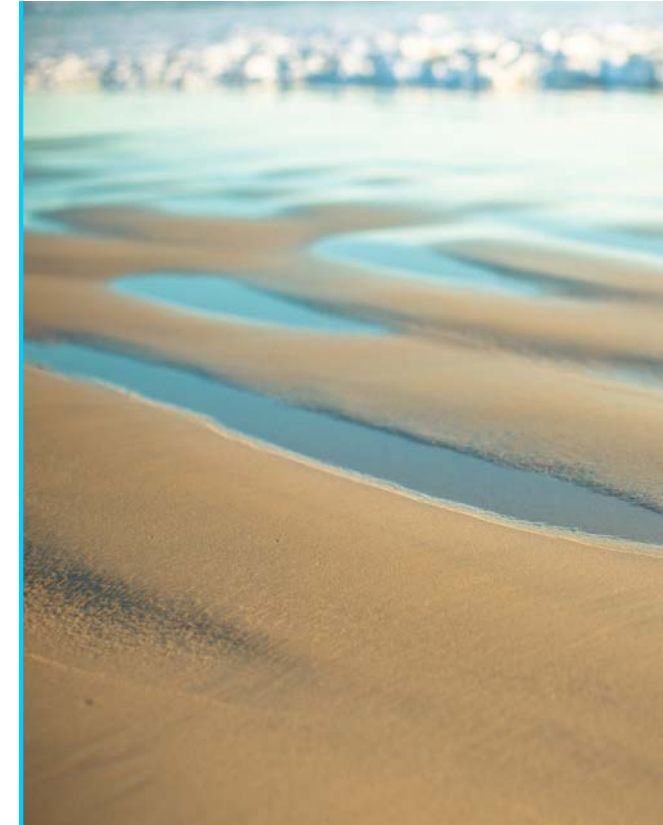


## USUARIOS

El proyecto plantea diferentes usuarios para sus diferentes áreas programáticas. Todas ellas tienen un área de influencia similar, que abarca la comuna de emplazamiento y las comunas vecinas (17). Por lo tanto, cuando se habla de la comunidad completa, se está hablando de toda la población ubicada en aquel sector.

Para el centro de estudio integrado en el proyecto, el usuario objetivo es la población de clase media y clase baja. Esta área del proyecto se enfoca a jóvenes egresados de enseñanza media que ven en la educación técnica una oportunidad de estudio más acorde a sus necesidades y proyecciones, en gran parte gracias a la corta duración de las carreras y en los costos menores en relación a carreras universitarias. Un usuario secundario del proyecto es la población adulta no calificada en búsqueda de perfeccionamiento técnico.

El programa dedicado a empresas y organizaciones tiene como usuario a los diferentes redes, nodos, conglomerados, empresas y ONGs que trabajen temas de eficiencia energética y energías renovables no convencionales. Para ellos, se define un espacio de 10 oficinas, con un promedio de 5 ocupantes por oficina.



(17) Para más información acerca del emplazamiento, ver capítulo 3, parte 3.4: La comuna de Quintero, pág. 54.

## 2.2 Propuesta PROGRAMAS EDUCACIONALES

### REQUISITOS DE DISEÑO

#### Flexibilidad de espacios.

Optimización de recintos e incorporación de nuevos elementos de aprendizaje.

#### Apertura a la comunidad.

Emisión de cultura y recreación para el entorno social.

#### Estímulo de un buen clima escolar.

A través de estímulos visuales y la formación de una identidad en donde el alumnado se siente parte de una comunidad.

#### Inserción en el entorno.

Unidad con el emplazamiento.

### MATRICULAS Y CURSOS

El número de alumnos por sala de clases se obtiene al promediar el valor ideal entregado por la UNESCO, correspondiente a 30 alumnos, con el promedio que presentan los países de la OCDE, 20,9 alumnos.

Esta operación entrega un promedio de **26 alumnos por sala de clases**. Este valor es cercano además al promedio de alumnos por sala de clase de los CFT a nivel nacional, correspondiente a 32 y al promedio de alumnos por clase en la educación media, equivalente a 31,5 alumnos (según datos del MINEDUC).

(18) Para ver la malla curricular completa de los programas sugeridos, consultar anexo n° 2.

En el CFT se busca integrar carreras relacionadas a energías limpias. Tales programas educativos no existen actualmente de la forma en que aquí se quieren implementar y lo más cercano a ello son los programas de los planes de estudio para post grados y post títulos. Los planes implementados, por tanto, son creados en base a las sugerencias del Estudio de Requerimiento de Profesionales y Técnicos en los Sectores Industrial Transportes y Construcción, para el Desarrollo de un Mercado Nacional de Eficiencia Energética mencionado anteriormente, los programas existentes de post grado y post título, y las necesidades existentes en el mercado (18).

Para el proyecto se proponen inicialmente 7 programas de estudio diferentes.

PROGRAMA DE ESTUDIO	DURACIÓN	CURSOS POR NIVEL	ALUMNOS POR NIVEL
Técnico de Nivel Superior en Eficiencia Energética	2,5 Años (4 Semestres + Práctica)	1	26
Técnico de Nivel Superior en Energías Renovables	2,5 Años (4 Semestres + Práctica)	2	26
Técnico de Nivel Superior en Revisión y Elaboración de Proyectos Sustentables	2,5 Años (4 Semestres + Práctica)	2	26
Técnico de Nivel Superior en Construcción Sustentable	2,5 Años (4 Semestres + Práctica)	2	26
Técnico de Nivel Superior en Medio Ambiente	2,5 Años (4 Semestres + Práctica)	1	26
Técnico de Nivel Superior en Certificación y Legislación de Proyectos	3 Años (5 Semestres + Práctica)	1	26
Técnico de Nivel Superior en Dibujo y Simulación Virtual	2,5 Años (4 Semestres + Práctica)	1	26

### CARGA OCUPACIONAL DEL PROYECTO

Alumnos	663	Profesionales en empresas	50	Académicos	30	Administrativos	25	<b>Total</b>	<b>768</b>
---------	-----	---------------------------	----	------------	----	-----------------	----	--------------	------------

FUENTE: Elaboración Propia

Los programas educacionales y el programa de usos presentados en este capítulo son el punto de partida en la definición partido general del proyecto.

El proyecto, en términos programáticos parece simple: es la unión de diferentes programas existentes y conocidos, tales como espacios de investigación, centros de estudio y edificios para empresas, con instancias y espacios de convivencia y trabajo comunes. Sin embargo la propuesta conceptual que sustenta este programa conocido encierra un importante cambio de paradigma y de visión que otorga cierta complejidad al proyecto.

La solución arquitectónica final debe integrar medidas de sustentabilidad en el sentido macro y en el detalle para así dar una identidad al proyecto educativo que trasciende el programa académico y es capaz de producir, al menos en la comunidad donde se emplaza, aquel cambio de mentalidad tan necesario para resolver el problema energético actual.











## 3.LUGAR.

Para elegir el emplazamiento del proyecto se realizan 3 análisis o acercamientos al territorio en relación al tema tratado, primero a nivel país, luego a nivel regional y finalmente a nivel comunal.

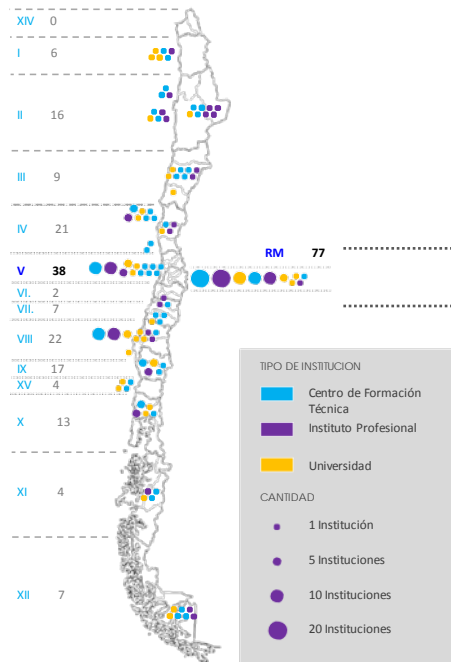
Como resultado, el proyecto se emplaza en el sector sur de la playa de Ritoque, en la comuna de Quintero, caracterizado por 3 aspectos: la contaminación depredadora de la comuna producida por el sector industrial energético, el paisaje natural y particular del sector, y la presencia del proyecto arquitectónico Ciudad Abierta de la Escuela de Valparaíso.

# Lugar

## 3.1 PRIMER ACERCAMIENTO: NIVEL PAÍS

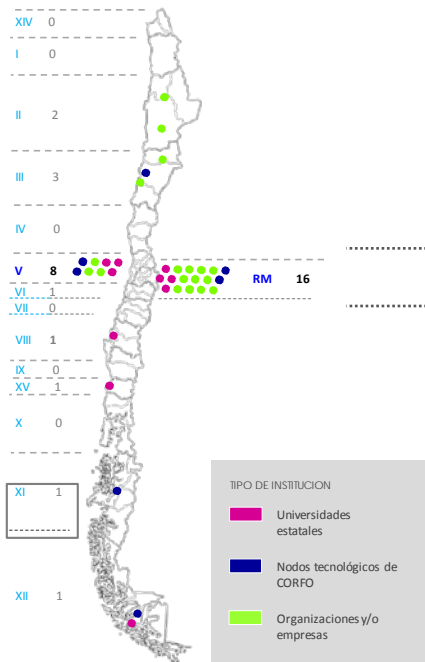
Para la elección del lugar, se realiza un primer acercamiento a nivel país según las siguientes 3 variables relacionadas a oferta y demanda de energías sustentables y educación técnica, y 5 variables más relativas a energías renovables no convencionales:

### 1. UBICACION DE CENTROS DE EDUCACION TECNICA



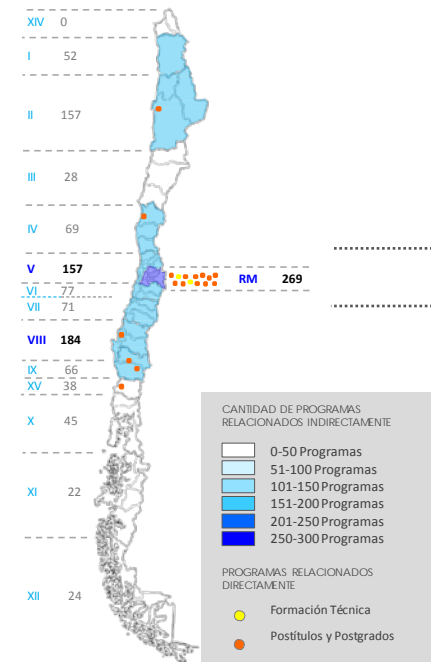
Indica localización de la demanda por educación técnica

### 2. INSTITUCIONES COLABORADORAS CON LA CNE



Indica interés en el desarrollo de energías sustentables

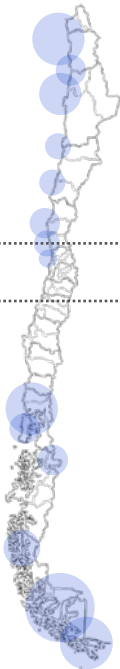
### 3. PROGRAMAS EDUCATIVOS RELACIONADOS A EFICIENCIA ENERGETICA



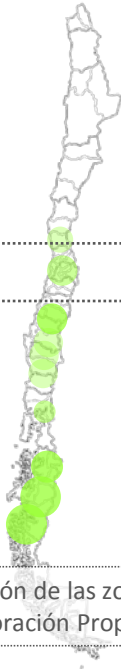
Indica localización de expertos y profesionales especializados



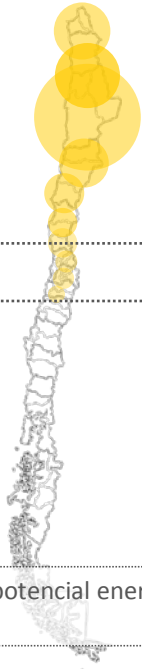
4. ENERGÍA EÓLICA



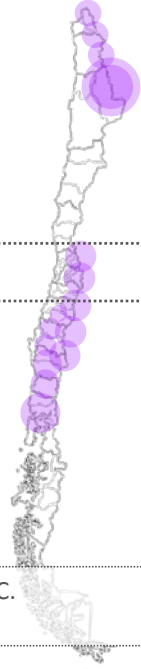
5. ENERGÍA HIDROELÉCTRICA



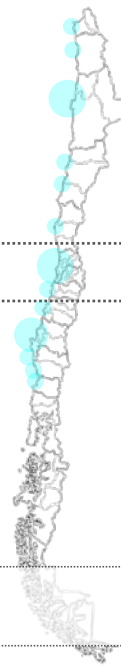
6. ENERGÍA SOLAR



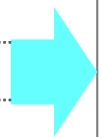
7. ENERGÍA GEOTÉRMICA



8. ENERGÍA MAREOMOTRIZ



Esquematación de las zonas con mayor potencial energético en ERNC.  
FUENTE: Elaboración Propia



Elección de la zona centro

## Lugar 3.2 SEGUNDO ACERCAMIENTO: NIVEL REGIONAL

ZONAS CON MAYOR POTENCIAL PARA LA INSTALACION DE ENERGIAS RENOVABLES No CONVENCIONALES EN LA V REGIÓN



FUENTE: Elaboración propia.

En el primer acercamiento se selecciona la zona central del país, específicamente las regiones Metropolitana y Quinta, ya que ambas presentan los números más favorables frente a las variables analizadas.

Luego, en un segundo acercamiento, se selecciona la V Región de Valparaíso, por su potencial comparativo para aplicación de energías renovables en terreno (un aspecto importante dentro de la concepción del proyecto), en comparación a la Región Metropolitana.

La V Región presenta características adecuadas para la instalación de 3 energías renovables no convencionales: solar, mareomotriz y eólica (ver cuadro a la derecha).

POTENCIAL ENERGÉTICO DE LA V REGIÓN

Tipo de Energía	Potencial	Potencial de la V Región en relación a RM	Aplicación en proyecto
Energía Eólica	Alto, especialmente en el litoral y en la zona de Llay-llay	Mayor	Aplica
Energía Mareomotriz	Alto a lo largo del litoral, especialmente en la comuna de Quintero	Mayor	Aplica
Energía Solar	Variable, alto hacia la cordillera cerca de Los Andes, medio hacia el litoral por la presencia de nubosidad	Variable	Aplica (*)
Energía por Biomasa	Medio, depende de disponibilidad de materia prima	Equivalente	No aplica
Energía geotérmica	Bajo, recomendada para calefacción en zonas frías	Equivalente	No aplica

(\*): Si bien el potencial no es alto, es necesario integrar esta energía al proyecto debido a su alta aplicación a nivel nacional, especialmente en la minería, la actividad económica de mayor importancia en el país.

FUENTE: Elaboración Propia

## TERCER ACERCAMIENTO: NIVEL COMUNAL

Lugar

3.3

Para seleccionar la comuna de ubicación del proyecto se evalúan diferentes aspectos.

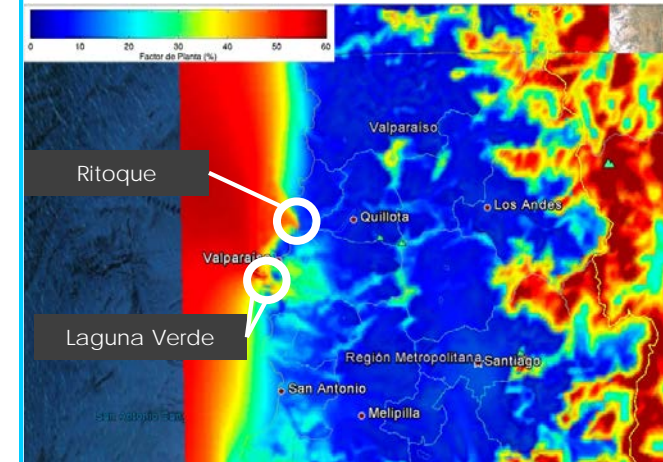
En primer lugar, se determina que el terreno de emplazamiento para la propuesta debe estar cercano a la ciudad de Valparaíso, ya que es en esta ciudad donde se concentra la oferta y demanda que justifica, origina y haría posible el proyecto.

Luego se considera el potencial de instalación de energías renovables no convencionales. Tal como se puede ver en el mapa con las zonas de mayor potencial de instalación para ERNC, hay 2 zonas cercanas a la ciudad de Valparaíso que presentan características adecuadas para obtener energías renovables no convencionales (mareomotriz y eólica): la zona de la playa de Ritoque en la comuna de Quintero, entre los balnearios de Concón y Quintero, y la zona costera sur de Valparaíso, cercana al balneario de Laguna Verde.

En el caso de Laguna Verde, si bien la cercanía con la ciudad de Valparaíso es mayor que el sector de Ritoque, la geografía del borde costero, que en su mayor parte corresponde a farellones costeros, dificulta la ubicación de un proyecto con las características del centro propuesto.

Por lo tanto, se estudia la posibilidad de seleccionar la zona de Ritoque, no sólo por su potencial eólico y mareomotriz, sino también por ser un punto medio entre varias comunas. Ya que a pesar de que este sector no es tan cercano a la ciudad de Valparaíso, es un punto intermedio entre varios pueblos del sector con potenciales usuarios para el proyecto, entre los cuales los más importantes son Puchuncaví, Quillota, Concón, Quintero, Ventanas y Viña del Mar.

MAPA EÓLICO DE VELOCIDAD DE VIENTO  
V REGIÓN



FUENTE: Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, U. de Chile

## 3.4 Lugar LA COMUNA DE QUINTERO



Zona Industrial de la Bahía de Quintero  
FUENTE: Google Maps

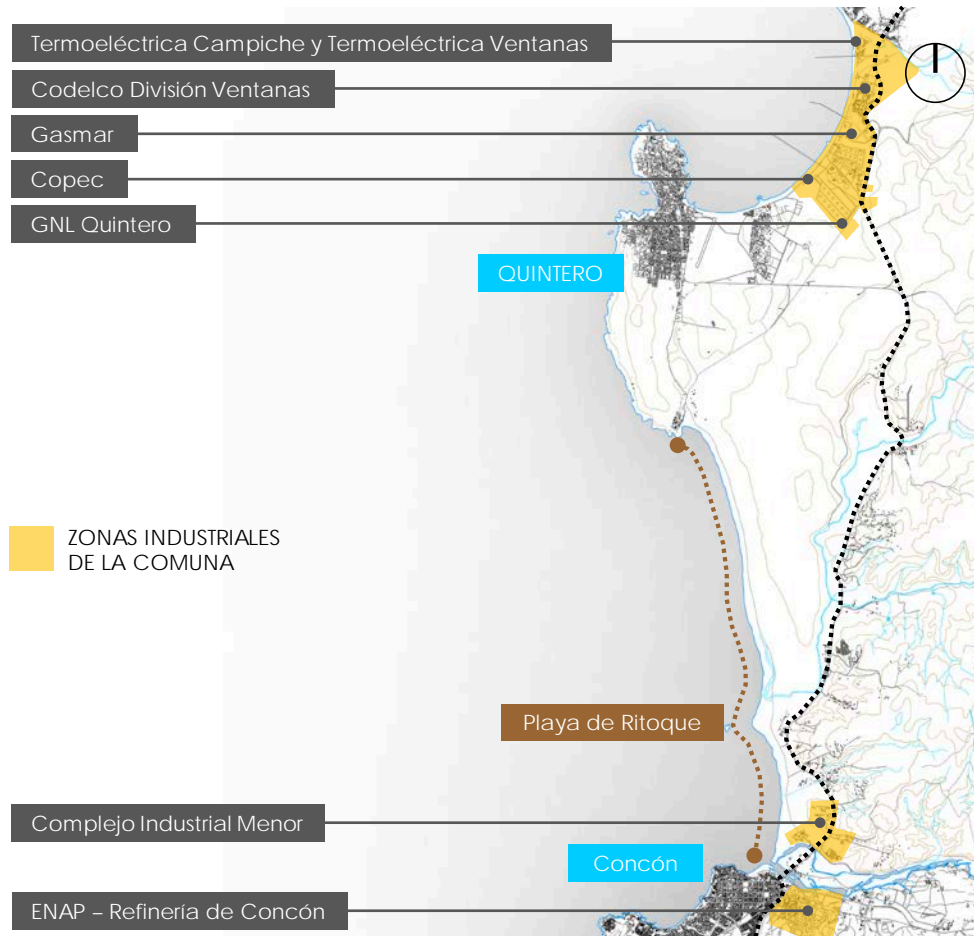
Quintero es una comuna perteneciente a la Provincia de Valparaíso, delimitada por el Río Aconcagua al sur, por la bahía de Ventanas al noroeste, por Ventanas y la comuna de Puchuncaví al noroeste, y por el Océano Pacífico al oeste.

Según los datos recolectados en el Censo del INE, la comuna posee una superficie de 148 km<sup>2</sup> y una población de 21.174 habitantes, de los cuales son 10.784 mujeres y son 10.390 hombres. Un 11,59% (2.455 habitantes) corresponde a población rural y un 88,41% (18.719 habitantes) a población urbana.

Quintero es un popular balneario del litoral central que se caracteriza principalmente por su altísimo nivel de contaminación, producto de la incipiente actividad industrial de la zona. En el año 1993 la comuna fue declarada por ley como zona saturada de material particulado (D.S. N°346/93 del Ministerio de Agricultura), y en el último año la contaminación de la zona causó una gran polémica por el daño provocado en el sector de la Greda y que culminó con el cierre de una Escuela en esta localidad.

Además de estos hechos, existen otros antecedentes que culpan a esta zona industrial del aumento de los casos de cáncer que ha presentado la comuna de Puchuncaví (comuna vecina) en los últimos 20 años, así como también de la extinción de la mayor parte de la fauna marina.

Este panorama comunal es un motivo más que señala la necesidad del sector por incentivar el desarrollo de energías limpias, por lo tanto, el proyecto también se plantea como una respuesta a este contexto.



GNL Quintero  
FUENTE: Periódico The Clinic



Puerto Ventanas y Termoeléctrica Campiche  
FUENTE: Greenpeace en Flickr

## 3.5 Lugar RITOQUE



Paisaje de Ritoque

Ritoque es la denominación común que se da al sector ubicado entre los balnearios de Quintero y Concón en sentido norte sur, y entre el camino costero y el Océano Pacífico en sentido este-oeste.

Es una zona con una vocación principalmente turística y de esparcimiento que abarca un área de 18 km<sup>2</sup> aproximadamente, y en cuya historia se pueden señalar 2 hechos relevantes a nivel urbanístico:

- Durante el gobierno de Salvador Allende se construyó en Ritoque un centro de vacaciones para trabajadores, que después del golpe de Estado de Augusto Pinochet fue transformado en un campo de concentración que funcionó entre 1974 y 1975.
- En esa misma década, el sector fue elegido por la comunidad educativa de la Escuela de Valparaíso para construir la Ciudad Abierta, hito arquitectónico que hasta el día de hoy marca la identidad del sector.

Más allá de estos 2 hechos, el sector se desarrolla como una zona primordialmente rural, manteniendo gran parte de su paisaje natural y vivienda dispersa hasta la década de los 90, período en que la zona comienza a explotarse con un fin turístico y generando equipamiento menor para este uso.

### GEOGRAFÍA

El sector presenta una gran belleza natural donde destaca la presencia de bosques nativos, campos dunares, humedales y la extensa playa. El clima imperante es seco con escasa lluvia estacional y el régimen térmico presenta temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en Enero de 23.5 °C, y una mínima en Julio de 7.9 °C.



## NORMATIVA

Durante las últimas 5 décadas, el sector de Ritoque fue formándose según los lineamientos definidos en el Plan Intercomunal de Valparaíso, aprobado en el año 1965. Este documento define gran parte del territorio comprendido por los sectores de Ritoque y Mantagua como áreas rurales protegidas (“Área verde para actividades de turismo y esparcimiento”) limitando el uso del suelo.

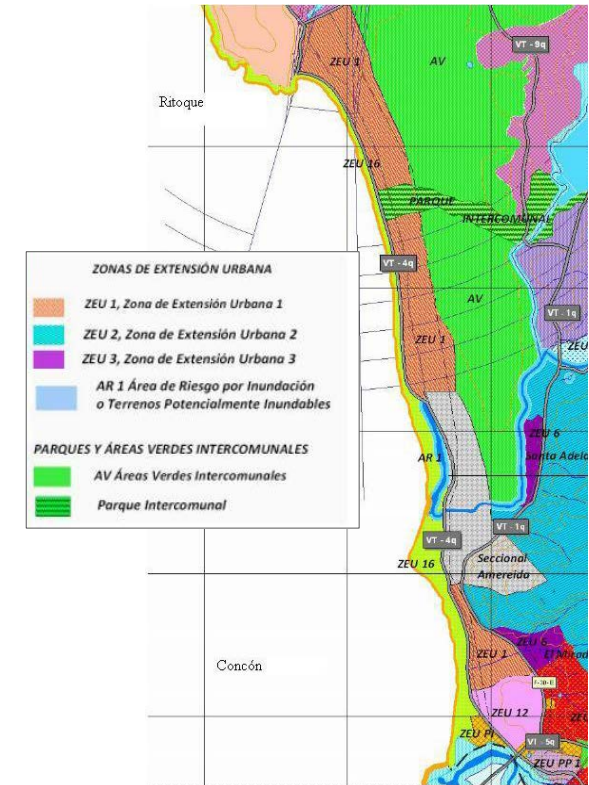
Si bien se puede entender las disposiciones de la ordenanza como medidas de protección para el sector, ésta determinación se traduce en la esporádica aparición de condominios, grupos de cabañas para arriendo, hoteles y una serie de edificios cuya forma y programa no contribuyen al desarrollo urbano, sino que se transforman en pequeñas islas que no interactúan con el entorno, no guardan ninguna relación con el contexto y no implican ninguna contribución a éste, condicionando además el paisaje natural.

Como respuesta a este creciente desarrollo del sector, se aprueba en el año 2012 el nuevo Plan Regulador Metropolitano de Valparaíso, cuya principal modificación corresponde a la incorporación de zonas definidas como “Zonas de Extensión Urbana”, las cuales incluyen mayor cantidad de aspectos normativos, tales como altura máxima, coeficientes de ocupación y constructibilidad, subdivisión predial mínima, etc., pero que amplían los usos posibles de suelo en la zona.

Uno de los aspectos más criticados de este nuevo plan regulador es que no considera las cartas de inundación frente a tsunamis que tomaron gran relevancia después del terremoto de 2010.

Los alcances de este nuevo plan regulador son una incógnita dado el poco tiempo que lleva en funcionamiento, pero al ampliar el uso de suelo se genera una situación normativa ideal para el proyecto planteado.

PLAN REGULADOR METROPOLITANO DE VALPARAÍSO / ÁREA METROPOLITANA Y SATELITE QUINTERO PUCHUNCAVÍ



FUENTE: Municipalidad de Valparaíso





## LÍNEA FÉRREA

Uno de los elementos característicos de la zona es la vía férrea que cruza la playa en toda su extensión definiendo así su límite. Esta vía sólo es usada en forma infrecuente por la industria de la bahía de Quintero, pero forma parte de la identidad del sector.



Línea Férrea en Ritoque  
FUENTE: Flickr ("Entre Durmientes")



Condominio Alto Mantagua  
FUENTE: Alto Mantagua

## 3.7 Lugar LA CIUDAD ABIERTA



Ciudad Abierta en 1992  
FUENTE: Corporación Amereida



Ciudad Abierta Hoy  
FUENTE: Elaboración Propia

La Ciudad Abierta de Ritoque es un proyecto cultural de la Escuela de Arquitectura de la Universidad Católica de Valparaíso creada como una comunidad de vida, trabajo y estudio, capaz de dar cabida a la libertad en el trabajo de los oficios. En este lugar, soslayando los marcos de acción de la práctica profesional habitual los arquitectos de Valparaíso construyen un modo experimental de hacer arquitectura, ya sea a través de expresiones artísticas grupales, conversaciones, poesía, intervenciones del paisaje, construcciones, etc.

La Ciudad Abierta nace en 1970 como una cooperativa que con los años se convierte en el principal espacio de creación, expresión e investigación de la Escuela de Valparaíso, comunidad educativa reinventada a partir del año 1949 por el arquitecto Alberto Cruz (1917-) y el poeta argentino Godofredo Lommi (1917-2001).

### CARACTERÍSTICAS GENERALES

La arquitectura de la Ciudad Abierta se caracteriza por ser una creación experimental y colectiva, que nace a través de la observación y reflexión en torno al hombre, la vida, la naturaleza y la particular geografía del lugar. Un elemento que toma especial importancia son las dunas, que son destacadas por los arquitectos como materia, espacio y también soporte metafórico. Las dunas se transforman constantemente: las huellas desaparecen, la forma cambia; esta «reconfiguración» es interpretada por la Escuela de Valparaíso en un sentido metafórico y se asocia a la idea de reconfiguración, de «volver a nacer», concepto que finalmente repercute en una arquitectura que vive en constante transformación mediante adhesiones colectivas de elementos, partes y espacios.



## PRINCIPALES OBRAS DE LA CIUDAD ABIERTA



1. Hospedería de la Entrada, 1983



2. Hospedería Colgante, 2004



3. Torres de Agua, 1992



4. Sala de Música, 1972



2. Hospedería Rosa de los Vientos, 1998



6. Palacio del Alba y del Ocaso, 1982



7. Cementerio, 1976



8. Jardín Cenotafio de Bo, 1982



9. Hospedería del Errante, 1991



FUENTE: Elaboración Propia



Hospedería de la Entrada. 1983. Ciudad Abierta, Ritoque, V Región, Chile.  
FUENTE: Elaboración Propia.



Torres de Agua. 1992. Ciudad Abierta, Ritoque, V Región, Chile.  
FUENTE: Elaboración Propia.

## MIRADA CRÍTICA

La Ciudad Abierta es una obra única en el país de mucha influencia e importancia histórica, no sólo como obra arquitectónica, sino también como expresión artística integral y acción poético-educacional. Su concepción y resultado no se puede evaluar de la forma típica de la arquitectura actual, e incluso los conceptos de elevaciones arquitectónicas, obra terminada o planta, son difíciles de aplicar. A pesar de ello es necesario mirar esta parte importante del contexto con una mirada crítica, estableciendo que algunos de los aspectos que la componen resultan más atractivos o más pregnantes que otros.

Por un lado, como aspecto negativo se puede mencionar la escasa unidad entre las diferentes obras, tanto a nivel de conjunto, donde cada espacio y construcción parecen responder a sus propias reglas, como también a nivel de cada edificio, donde materiales y formas responden a una búsqueda de experimentación, pero no así a una búsqueda de unidad.

Por el contrario, uno de los valor principales del conjunto es su relación con el entorno natural, que se da a diferentes niveles: conceptual, material, formal, visual, espacial, etc. Sin lugar a duda, es posible hablar de que el proyecto logra establecer una conexión con la naturaleza, a través de la arquitectura.

Otro aspecto positivo que resulta menos evidente es su condición de comunidad y sentimiento de pertenencia a ella por parte de sus integrantes. Es un proyecto arquitectónico con el cual sus participantes, profesores y estudiantes, se identifican, lo cual genera una serie de acciones positivas por parte de estos mismo participantes para lograr proteger y mejorar el lugar. Esta condición parece estar fuertemente condicionada por un arraigo y comunicación con el paisaje, y es acorde con la idea de comunidad que se quiere plantear en el CETEDEL.

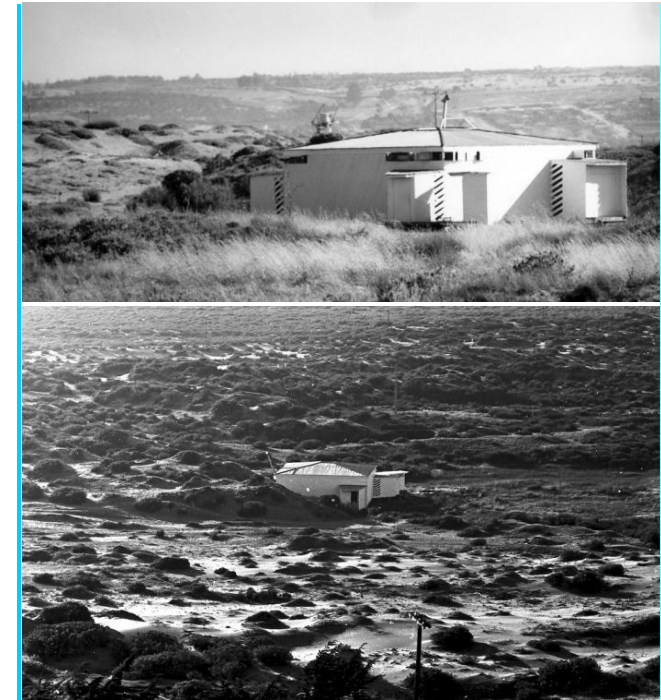


Estas 2 características son el valor principal que se quiere rescatar de este proyecto, buscando para el Centro de Educación Técnica y Difusión para las Energías Limpias establecer una relación similar de conexión con el entorno desarrollo comunitario

Otro punto importante de analizar respecto a la Ciudad Abierta es su limitada capacidad de evolución. Si bien esta arquitectura proveniente de la libertad y la experimentación es capaz de producir siempre nuevas formas y soluciones, la fuerza de su discurso la hace incapaz de considerar nuevas variables. Es una arquitectura que no avanza inserta en un contexto que crece en dirección contraria, tal como plantea Rodrigo Pérez de Arce acerca de la Ciudad Abierta:

*“Establecida originalmente sobre suelos rústicos, en el cambio de siglo comienza a sentir el efecto de un incipiente vecindario de urbanizaciones residenciales. Con toda seguridad, este proceso irreversible incidirá notablemente en decisiones que haya que tomar a futuro, ya que por primera vez sus predios quedan circunscritos por el crecimiento suburbano (...) Perdida la virginidad del horizonte visual, el discurso del lugar deberá considerar las contingencias de un vecindario cuyos lineamientos y ambiciones provienen de valores e ideas contrapuestos. Por otra parte, es posible que el aporte de nuevos habitantes cargue a la Ciudad Abierta con nuevas significaciones de lugar público.” (19) .*

En efecto, como menciona Pérez de Arce, tanto la Ciudad Abierta como todo el sector de Ritoque necesita cambios, de tal manera que sea posible construir un lugar de carácter público, complementario a las actividades turísticas del sector y las actividades académicas de la Escuela de Valparaíso, formando así un entorno urbano de mayor calidad.



Sala de Música, 1972. Ciudad Abierta, Ritoque, V Región, Chile.  
FUENTE: Corporación Amereida

(19) Pérez de Arce, Rodrigo. Escuela de Valparaíso: Grupo Ciudad Abierta. Editorial Contrapunto. Santiago, Chile. 2003

## 3.8 Lugar EL TERRENO



El emplazamiento elegido corresponde al terreno ubicado al sur del predio de la Ciudad Abierta. Este terreno, al igual que todo el espacio de la comuna (exceptuando aquel correspondiente a Bien nacional de uso público) es de propiedad privada. Actualmente no cuenta con construcciones importantes, ya que está destinado para estacionamientos y pistas deportivas para motocross.

### CRITERIOS DE SELECCIÓN

- Ausencia de construcciones importantes.
- Accesibilidad desde el camino costero y cercanía a la playa.
- Cercanía a la Ciudad Abierta, que se presenta como hito en el territorio.
- Posibilidad de reciclar terreno erosionado.
- Terreno levemente elevado hacia el norte que permite mayor seguridad en caso de tsunami.
- Apertura geográfica hacia el mar que permite condiciones geográficas óptimas para la instalación de ERNC.











## 4. PROYECTO.

El Centro Técnico de Educación y Difusión de las Energías Limpias se define en términos de idea arquitectónica como un parque energético en un contexto de contaminación industrial extrema, y que invita así a descubrir el entorno natural de la comuna. El proyecto se desarrolla en torno a un elemento en particular, el viento, que es una presencia constante en el entorno de Ritoque. Tanto geometría como expresión del proyecto se basan en la imagen de la acción del viento en el entorno, ya sea en las dunas o en el mar, y también se implementan en el proyecto energías renovables relacionadas a este elemento.

# 4.1 Proyecto IDEA ARQUITECTÓNICA

## ERNC USADAS EN EL PROYECTO



Eólica



Mareomotriz



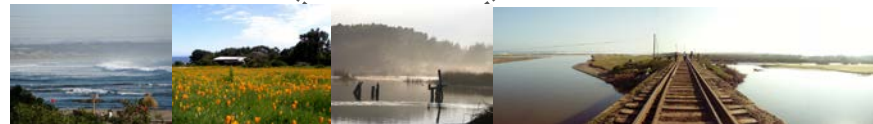
Solar

La energía solar se aplica por su importancia y alto porcentaje de uso a nivel país, especialmente en la minería, lo que crea la necesidad de contar con instalaciones para su investigación y conocimiento práctico. Por ello, se destina un laboratorio solar para su desarrollo, mientras que la energía eólica y mareomotriz se aplican en terreno como parte del parque sustentable.

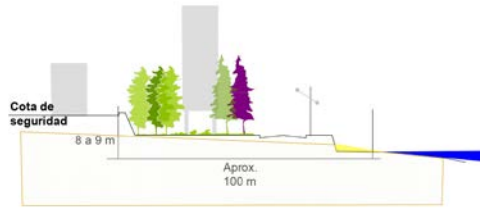
Para la idea arquitectónica se considera el contexto de la comuna de Quintero y su problema de la contaminación industrial.

Frente a este panorama, el proyecto se plantea como un parque energético que actúa como una puerta de entrada hacia el borde costero de la playa de Ritoque y en donde se da acogida a los diferentes atributos del proyecto: Educación (y Difusión), Energías Limpias y Paisaje.

Para ello el proyecto aprovecha los atributos naturales del entorno que permiten formar un área abierta pero delimitada.

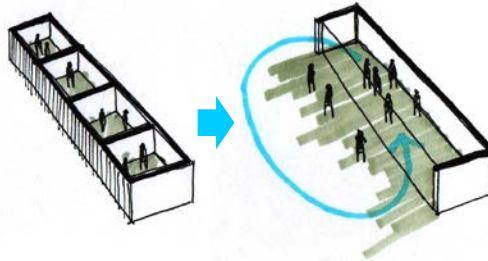


### MEDIDAS ANTITSUNAMI

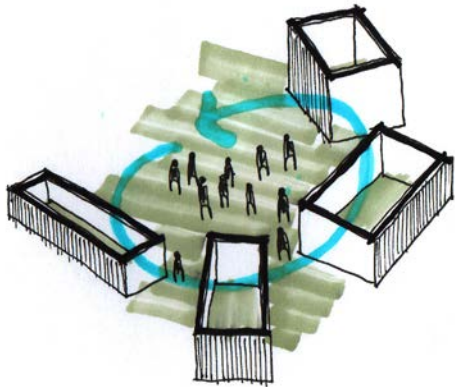


Sección Tipo de Seguridad definida en Plan de Reconstrucción del Borde Costero  
FUENTE: MINVU

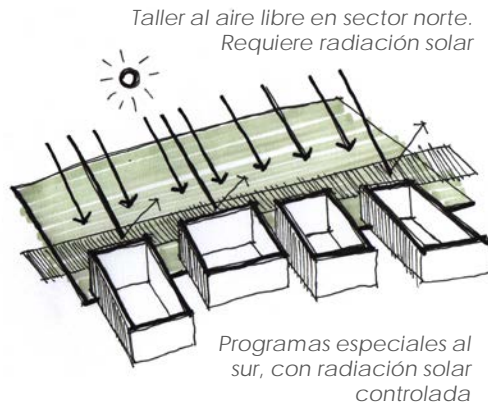
### TALLERES ABIERTOS EN REEMPLAZO DE SALAS TRADICIONALES



### INTERACCION DE DIFERENTES USUARIOS Y PROGRAMAS



### ORIENTACIÓN



DISPOSICIONES NORMATIVAS ZONA DE EXTENSIÓN URBANA ZEU - 3.

Uso de Suelo Permitido	Residencial
	Actividades agropecuarias y agroindustriales, productivas y almacenamiento inofensivo
	Equipamiento de y servicios inofensivos
	Espacio Público
	Área Verde
Uso de Suelo Prohibido	Industria molesta y peligrosa
	Bases militares
	Cárceles
	Cementerios
	Plantas de tratamiento de residuos sólidos
	Rellenos sanitarios
	Almacenamiento industrial o de transporte

Antejardin mínimo	5 m	Subdivisión predial mínima	2.000 m <sup>2</sup>
Altura máxima	25 m	Coefficiente ocupación uso residencial	0,6
Densidad bruta	85 Hab/Há	Coefficiente de constructibilidad máxima	1,2
Distanciamiento	Según OGUC	Agrupamiento	Aislado

FUENTE: Elaboración Propia

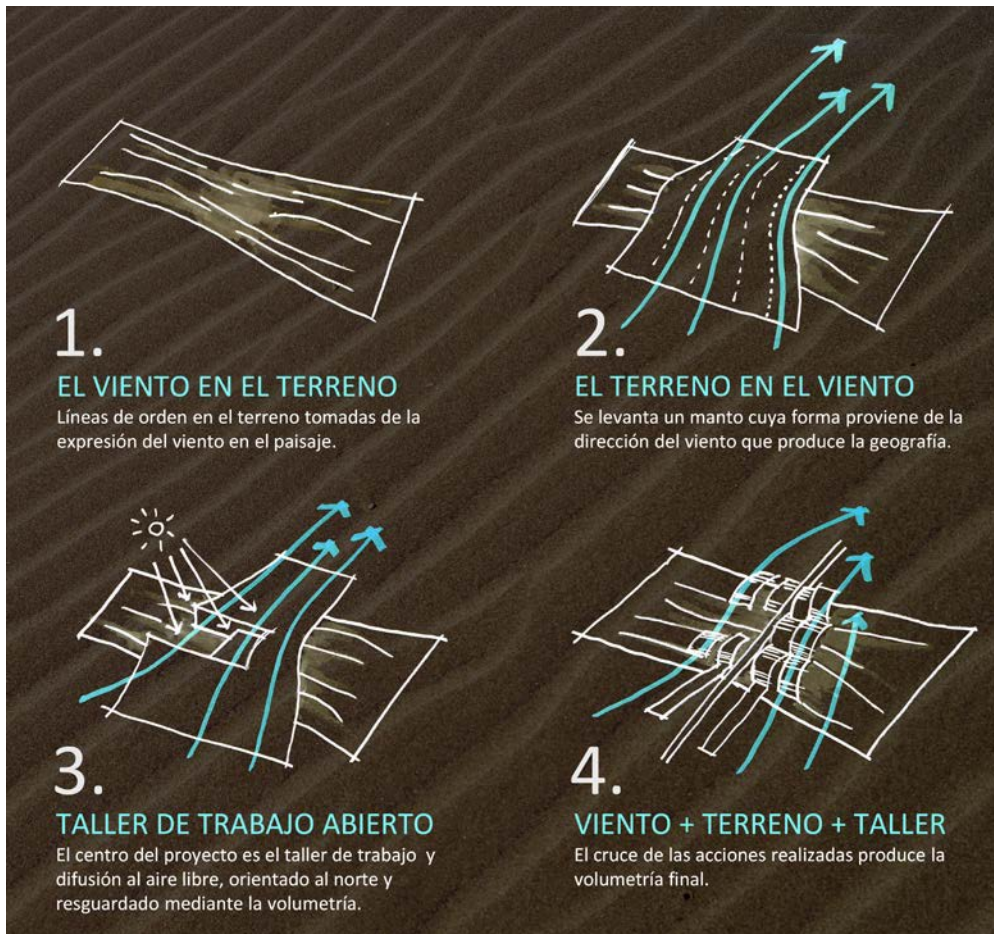
# 4.3 Proyecto PROGRAMA

ÁREA DE DESARROLLO EMPRESARIAL		Superficie (m2)
Áreas de Circulación	Bodegas	20
	Circulación	250
	Estar	60
	Baños	45
Sector Empresas	Oficina 1	20
	Oficina 2	20
	Oficina 3	35
	Oficina 4	35
	Oficina 5	45
	Oficina 6	45
Sector Organizaciones	Oficina 7	20
	Oficina 8	20
	Oficina 9	35
	Oficina 10	35
	Oficina 10	45
	Oficina 10	45

AREAS COMUNES		Superficie (m2)
Comedor	Comedor	350
	Cafetería	220
	Entrega de alimentos	80
	Cocina	122
	Acceso Auditorio	100
Auditorio	Auditorio	270
	Baños	40
	Sala de Proyección	15
	Bodega	10
Biblioteca	Administración de biblioteca	70
	Estantería	200
	Sector de lectura	200
Zona de exposiciones	Exposición permanente	500
	Exposición temporal	450
Talleres	Taller de Trabajo (x5)	140 x 5
	Taller de Informática (x3)	60 x 3
	Sala de Control Turbinas eólicas	100
	Sala de Control Captadores OWC	100
	Sala de Columnas OWC	200

PROGRAMA EDUCACIONAL		Superficie (m2)
Área CFT	Baños	45
	Taller Exterior	1000
	Taller Transversal (x2)	300 x 2
	Sala de Pruebas (x3)	100 x 3
ÁREA DE ADMINISTRACIÓN		Superficie (m2)
Zona de acceso	Portería	12
	Bodega	20
	Baño Portería	4
	Area Servicio Porteria	10
Áreas de Circulación	Recepción	20
	Hall de Acceso	150
	Circulación	250
Zona de Oficinas	Estar	60
	Secretaría de Estudios	46
	Archivo	30
	Sala de Reunión 1	30
	Sala de Reunión 2	35
	Dirección	65
	Baños	45
	Sala de Profesores	60
Comedor	60	
	Sala de Capacitación	100





## REFERENTES VOLUMÉTRICOS



Ciudad de la Cultura de Galicia.  
Galicia, España.  
Arquitecto: Peter Eisenman.  
Año: 1999 – En construcción.  
FUENTE: [www.inhabitat.com](http://www.inhabitat.com)



Venetocity.  
Veneto, Italia.  
Arquitecto: Mario Cucinella  
Año: 2012 (Diseño).  
FUENTE: [www.mcarchitects.it](http://www.mcarchitects.it)



Biblioteca Enric Miralles.  
Palafolls, España.  
Arquitecto: Renzo Piano.  
Año: 2007.  
FUENTE: [www.mirallestagliabue.com](http://www.mirallestagliabue.com)

REFERENTES PARA EL  
PARQUE

High Line.  
New York, EE.UU.  
Arquitecto: Diller Scofidio + Renfro.  
Año: 2009.  
FUENTE: [www.dsny.com](http://www.dsny.com)



Termas de Puritama.  
San Pedro de Atacama, II Región, Chile.  
Arquitecto: Germán del Sol.  
Año: 2000.  
FUENTE: [www.plataformaarquitectura.cl](http://www.plataformaarquitectura.cl)

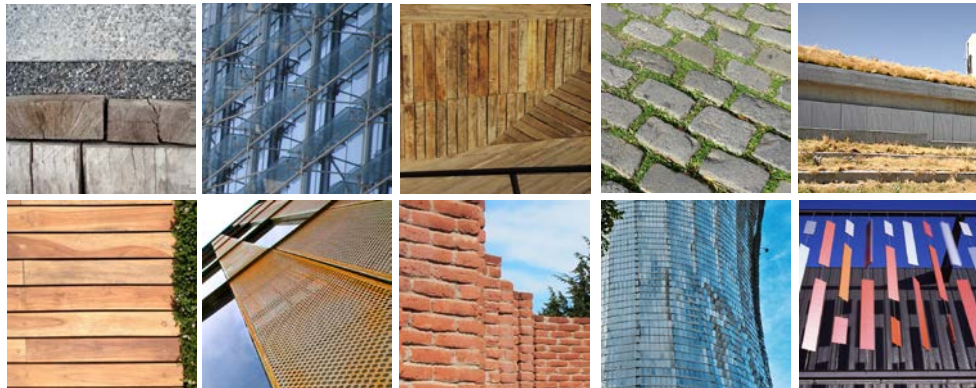


Eco-City.  
Montecorvo, España.  
Arquitecto: MVRDV.  
Año: 2008 (Diseño).  
FUENTE: [www.mvrdv.nl](http://www.mvrdv.nl)

El Centro Técnico de Educación y Difusión de las Energías Limpias busca en su expresión material relacionarse con el entorno natural y con la arquitectura característica de la Ciudad Abierta, así como también mantener una imagen característica de la arquitectura verde actual.

Si bien la materialidad característica de la Ciudad Abierta parece contraponerse a esta imagen de arquitectura “high tech” que prospera en los últimos años, es posible encontrar varios referentes en los cuales esta unión de materiales nobles en bruto y materiales de última tecnología resulta armoniosa.

A modo de ejemplo, se puede citar la arquitectura de Renzo Piano, en proyectos como el Centro Cultural Jean Marie Tjibaou, o el Orquideorama de Plan B Arquitectos y JPRCR Arquitectos, que plantea una estructura tecnológica acorde al entorno.



Jean Marie Tjibaou Cultural Center.  
Nouméa, Nueva Caledonia  
Arquitecto: Renzo Piano  
Año: 1991-1998  
FUENTE: Renzo Piano Building Workshop  
[www.rpbw.com](http://www.rpbw.com)



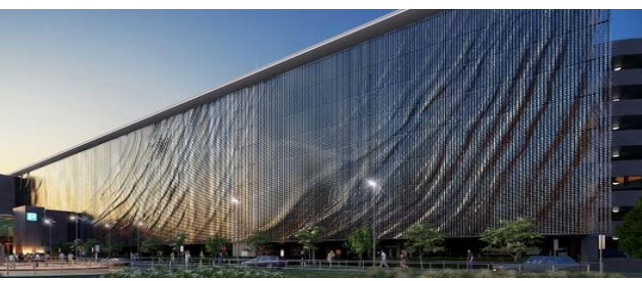
Orquideorama.  
Medellín, Colombia.  
Arquitecto: Plan B Arquitectos + JPRCR Arquitectos  
Año: 2006  
FUENTE: [www.plataformaarquitectura.cl](http://www.plataformaarquitectura.cl)

PLANTA DE EMPLAZAMIENTO



Para las cubiertas se propone la instalación de quebravistas Windscreen, los cuales permiten crear un efecto cinético provocado por el viento y que evidencia el pasar de las ondas a través de la volumetría. Este efecto se ha aplicado a diversos edificios nacionales e internacionales, entre ellos el muro de acceso al Aeropuerto de Brisbane en Australia o el proyecto para el Estanque de ESSBIO en Rancagua, Chile.

Estos quebravistas permiten además apaciguar la radiación solar recibida en cubierta en un 50%.

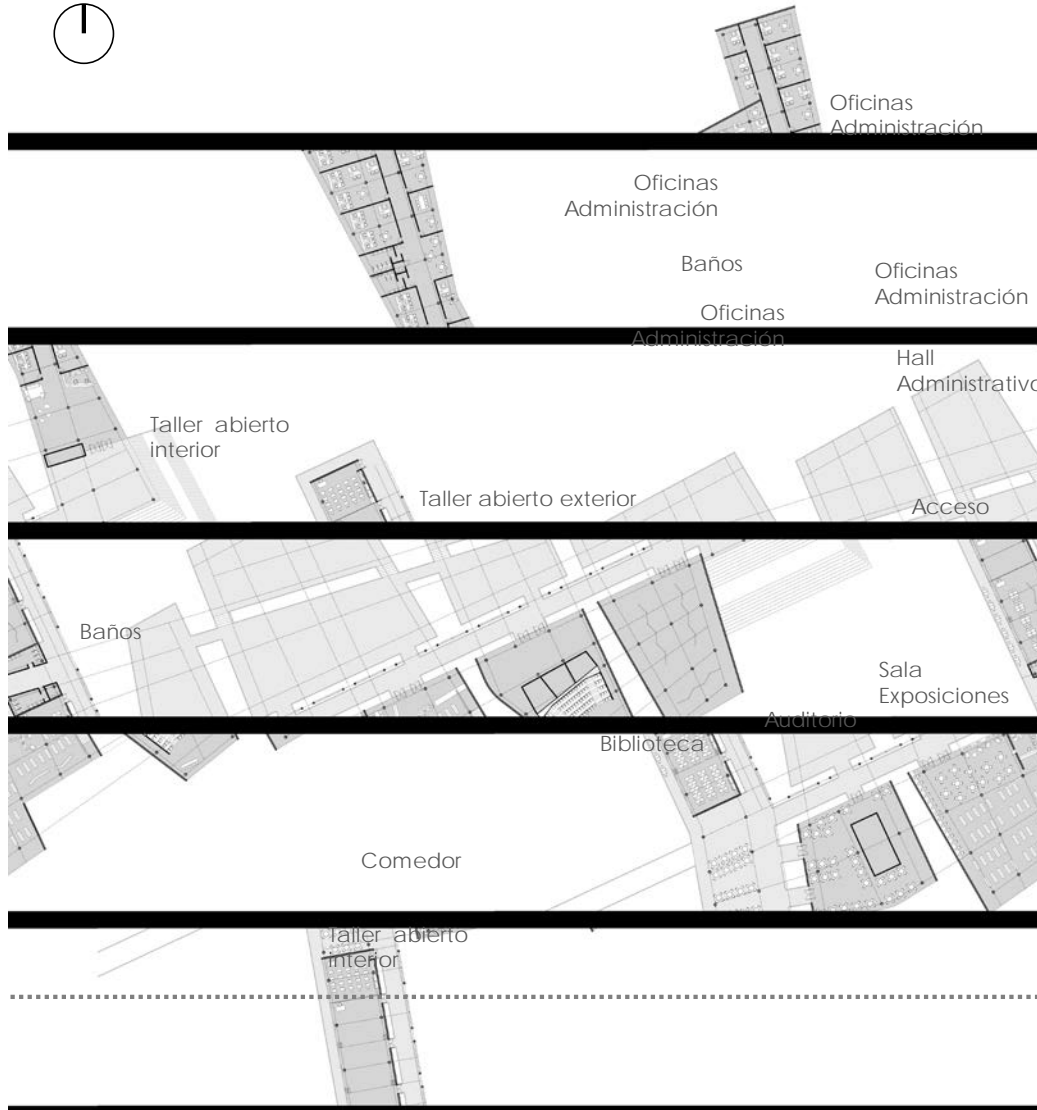


Aeropuerto de Brisbane  
Brisbane, Australia.  
Autor: Urban Arts Projects + Ned Khan  
Año: 2010  
FUENTE: [www.nedkhan.com](http://www.nedkhan.com)



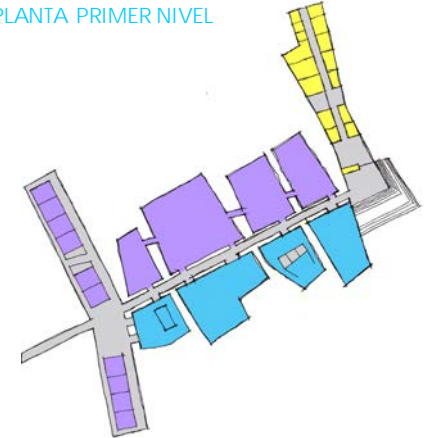


## PLANTA NIVEL DE ACCESO

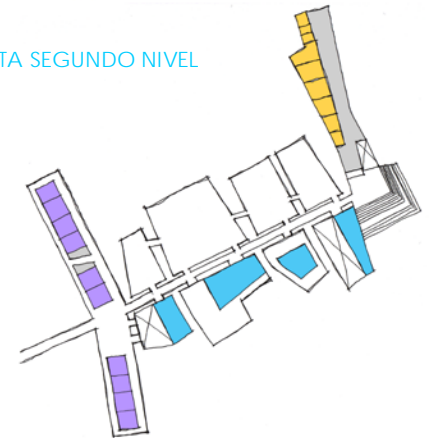


## ZONIFICACIÓN DE RECINTOS

### PLANTA PRIMER NIVEL

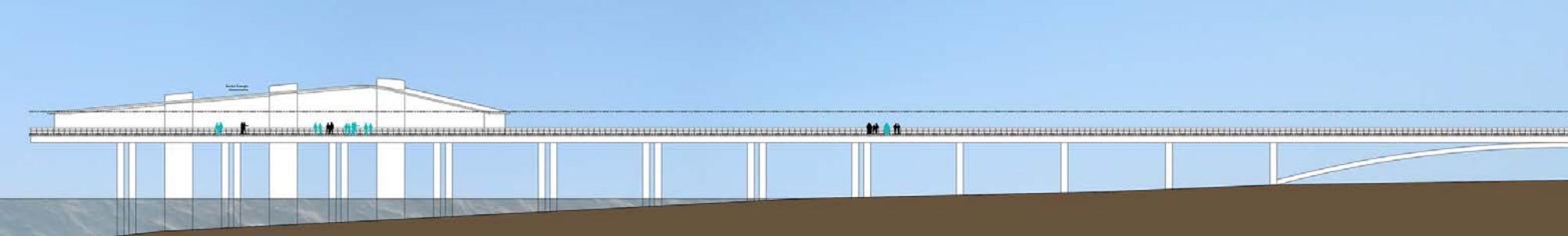


### PLANTA SEGUNDO NIVEL

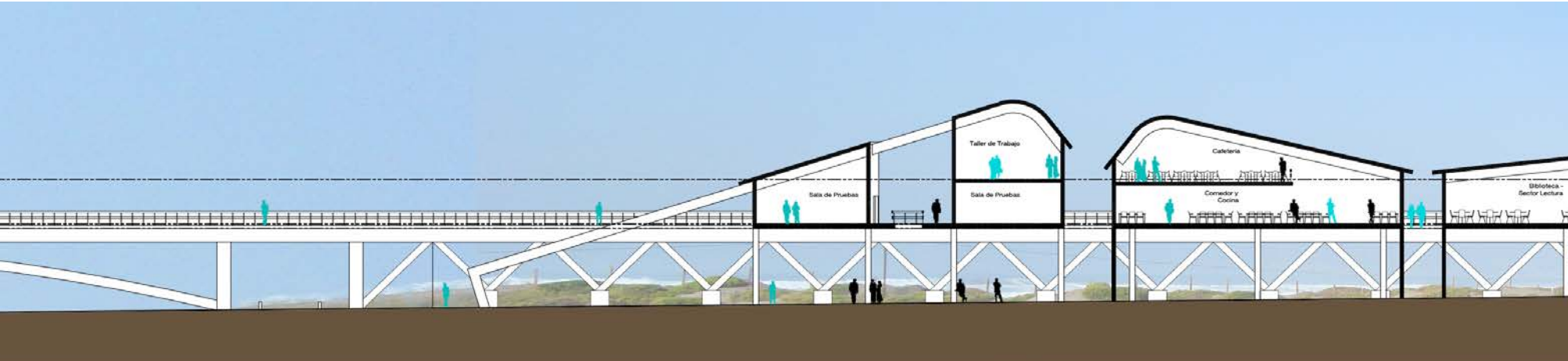


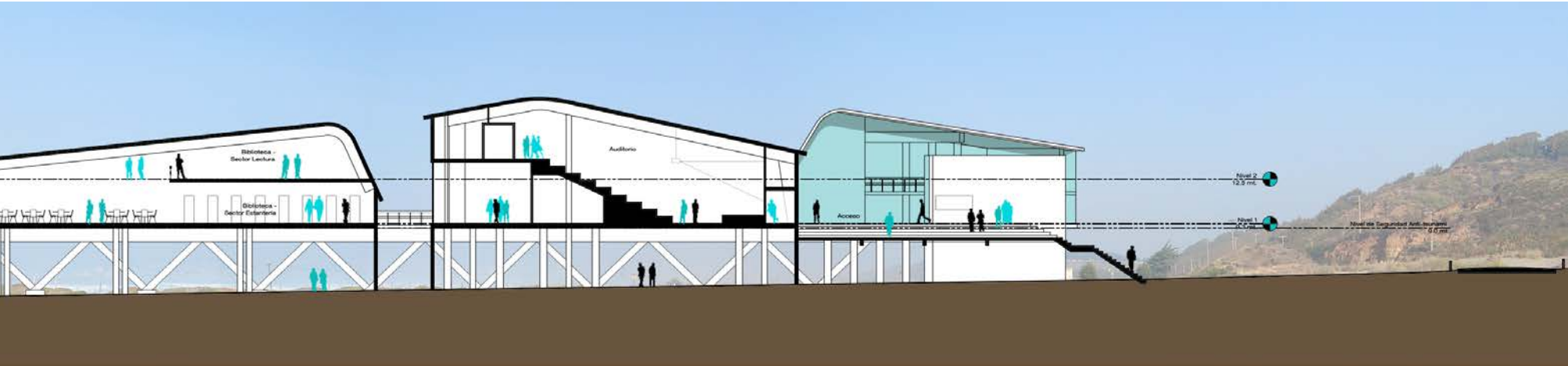
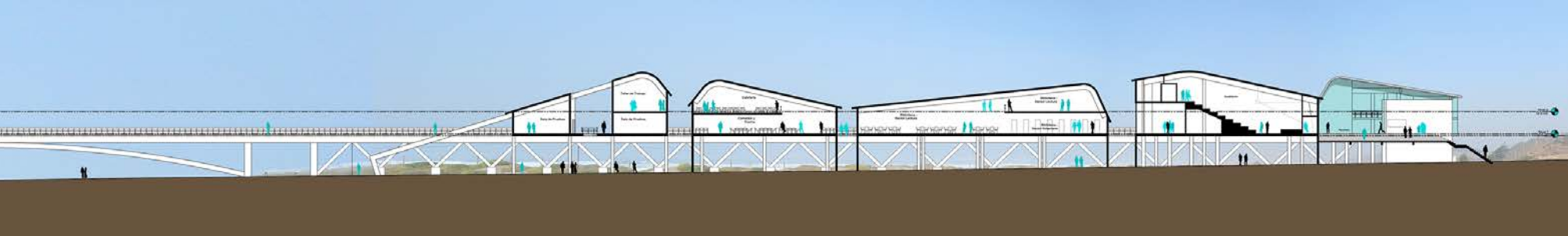


CORTE DIRECCIÓN ORIENTE PONIENTE (COMPLETO)

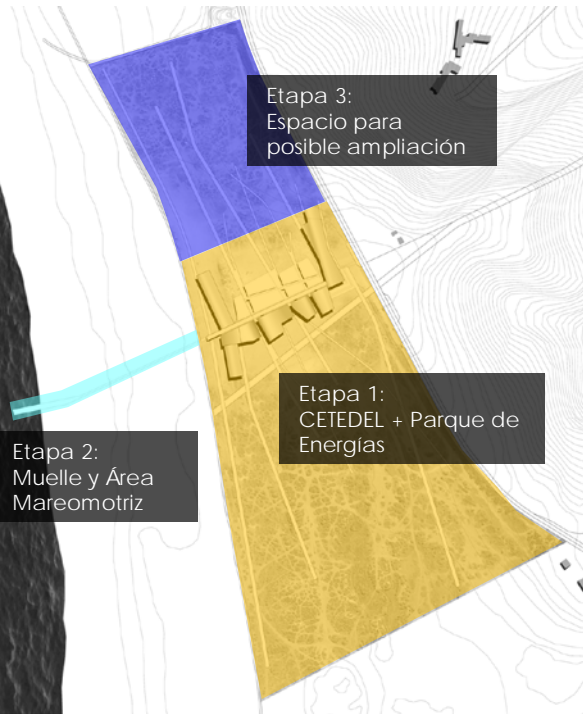


CORTE DIRECCIÓN ORIENTE PONIENTE (SECCIÓN)





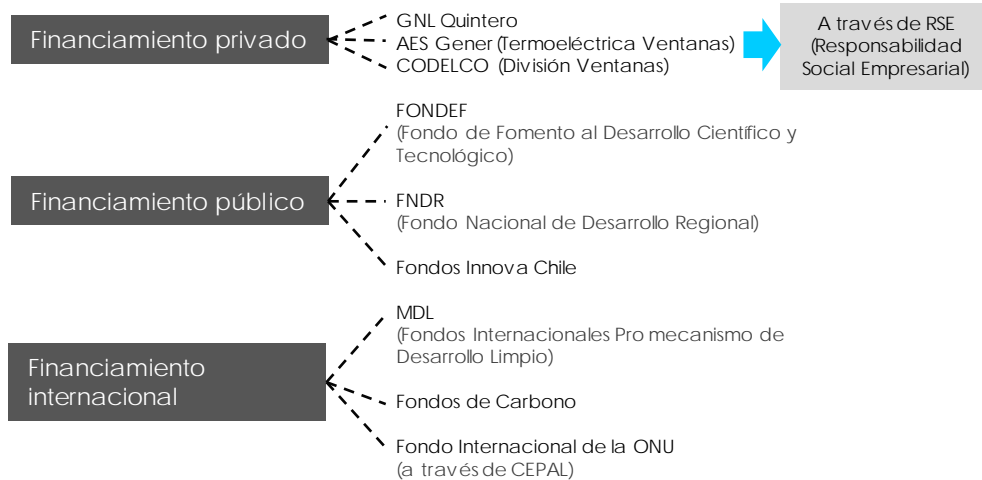
## MODELO DE GESTIÓN POR ETAPAS



La gestión y financiamiento del proyecto se propone como un proceso en etapas.

CETEDEL se plantea como una empresa pública, dependiente del estado, pero financiada mediante la autogestión y administrado en forma autónoma, utilizando un modelo similar al de las universidades públicas. Por ello el financiamiento por parte de terceros se propone sólo para la etapa inicial de factibilidad, prospección y construcción de la etapa 1 del proyecto, que también corresponde a la más grande en términos de inversión, y por tanto, se realiza mediante la suma de diferentes actores públicos, privados e internacionales.

### FINANCIAMIENTO PRIMERA ETAPA







El financiamiento privado se obtiene de las empresas ubicadas en el sector mediante la Responsabilidad Social Empresarial, definida como la contribución activa y voluntaria al mejoramiento social, económico y ambiental por parte de las empresas, generalmente con el objetivo de mejorar su situación competitiva e imagen corporativa. Esta figura es particularmente importante en el caso de las empresas señaladas, consideradas como los principales responsables de la contaminación en la comuna, y que proponen fondos concursables para la comunidad.

El financiamiento público proviene de instituciones creadas específicamente para el fomento de la innovación y el desarrollo (CORFO) y el FNDR proveniente del gobierno central.

También se propone financiamiento internacional por parte de gobiernos y empresas de países desarrollados y organizaciones:

- CEPAL, a través de su División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Urbanos apoya proyectos en conjunto a empresas privadas y/o públicas.
- Los MDL son fondos de financiamiento de estados o empresas privadas interesados en la financiación de proyectos centrados en la reducción de emisiones y el desarrollo sostenible en países que hayan ratificado el Protocolo de Kyoto, y cuya asignación se puede extender por un plazo de 21 años.
- Entre los MDL, los más importantes y variados son los fondos de carbono, centrados proyectos que reduzcan la emisión de gases contribuyentes al efecto invernadero. Entre ellos se encuentra el Programa Latinoamericano del Carbono, el Fondo Español, el Fondo de Biocarbón, el Fondo de Carbono Alemán, el Fondo Prototipo de Carbono y el Fondo de Carbono Japonés.

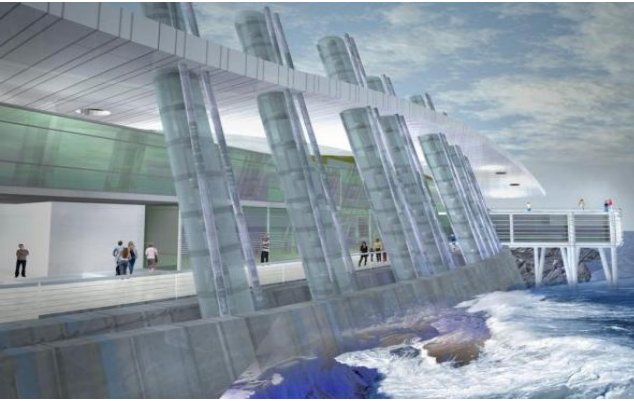


Centro Cívico de Loncura (construido) y Paseo Costero de Quintero (proyectado), 2 proyectos de la comuna financiados en su totalidad por GNL Quintero, bajo la figura de RSE.I

FUENTE: GNL Quintero

## 4.9 Proyecto IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍAS

REFERENTE



Centro de Investigación y Difusión de Energías Marinas, Proyecto de Título.  
Autor: Nicolás Orellana.  
Profesor Guía: Juan Cárdenas.  
Año: 2008.

El Proyecto de título usado como referente gira en torno a la energía mareomotriz, e integra los elementos de generación energética (en este caso las columnas OWC) a la estructura del proyecto.

(19) Para más información, consultar anexo 3

El proyecto plantea implementar la energía eólica y la energía mareomotriz, ambas obtenidas desde la naturaleza y generadas por la acción del viento. Para ello, se plantea ubicar los elementos de generación en la estructura del complejo construido, tomando como referente el proyecto de título Centro de Investigación y Difusión de Energías Marinas (ver cuadro a la derecha). La energía obtenida se utiliza para abastecer el mismo proyecto.

Los generadores de energía eólica utilizados son elegidos tanto por su diseño como por su capacidad generadora. Se ubican en una zona en la que se propone actividad social, por lo tanto es necesario apaciguar el efecto molesto que estos elementos puedan producir. Se seleccionan aerogeneradores de eje vertical, cuya eficiencia es mayor y tienen menor impacto en el entorno. Además, estos artefactos están pensados para su instalación en ciudades, por lo tanto, son más silenciosos y pequeños que las turbinas eólicas tradicionales.

Los generadores mareomotrices utilizados se basan en el sistema de corrientes marinas (19) y se ubican utilizando la estructura como soporte del centro de extracción mareomotriz ubicado en el remate del muelle.



SISTEMA DE CORRIENTES MARINAS

FUENTE: Biblioteca sobre Ingeniería Energética

AEROGENERADOR DE EJE VERTICAL

FUENTE: [www.nhabitat.com](http://www.nhabitat.com)









## 5. CONCLUSIONES.

En la presente memoria, se ha expuesto el origen del proyecto Centro de Educación Técnica y Difusión para las Energías Limpias. Personalmente, he querido enfocar mi discurso en mostrar con mayor énfasis 2 aspectos que, a mi juicio, son los temas más importantes del edificio propuesto.

El primer punto es la justificación teórica de la propuesta, desde el problema hasta la hipótesis. Me parece que en el planteamiento de esta última es en donde se encuentra el primer aporte importante del proyecto de título realizado, ya que propone enfrentar el problema de una forma que también corresponde a la esencia misma de la arquitectura: la solución de problemas mediante nuevas ideas. El proceso para llegar a este proyecto no fue fácil, y partió de propuestas arquitectónicas más concretas, tales como “centros de investigación» o «plantas de tratamiento». Sin embargo, estas respuestas no me parecían suficientes, ya que desde mi punto de vista no lograban solucionar el problema de forma concreta.

La solución final correspondiente al CEDEL, es el producto de una investigación profunda sobre las necesidades reales, y al ser una propuesta que, en su dimensión integradora de agentes, es inexistente en la actualidad, fue necesario justificar en profundidad su planteamiento.

El segundo punto importante que busqué destacar en esta exposición de ideas es el contexto, y quisiera subrayar que este enfoque que se da al proyecto surge de la presencia de la Ciudad Abierta, la cual comparte más características con la propuesta de lo que parece. Ambos casos, por ejemplo, buscan generar comunidades basadas en una identidad única (en el caso del CEDEL, una consciencia por el medioambiente que se refleja en una enseñanza integral de las prácticas verdes), ambas buscan generar una relación con el entorno mediante formas o texturas, y ambas se plantean como una burbuja, aislada de ciertos elementos nocivos del entorno para así enfocarse en los elementos positivos, y hablando de elementos positivos, el que más destaca es el paisaje. El entorno natural justifica muchos aspectos del proyecto: su forma, su volumetría, su concepción como parque y mirador que buscan poner en evidencia el contexto y su aporte a una mejor calidad de vida mediante la obtención de energías limpias.

Finalmente, quisiera agregar una observación: el proyecto nace desde un problema país, pero para resolver realmente el problema que se ha planteado en un comienzo, el proyecto debiese actuar como una experiencia piloto, replicable en cuanto a su concepción y programa (no así en cuanto a su solución arquitectónica) con la idea de colonizar el territorio mediante la formación de estas comunidades tecnológicas para las energías limpias, las que además pueden adquirir un carácter más local, enfocándose en el desarrollo de aquellas energías que sean propias de un sector. Así, finalmente podríamos dar aquel gran paso que se hace cada día más necesario.

## SEMINARIOS, INFORMES DE PRÁCTICA Y PROYECTOS DE TÍTULO

Título: Centro de Investigación y Difusión de Energías Marinas  
Autor: Nicolás Orellana  
Profesor Guía: Juan Cárdenas  
Año: 2008.

Título: Eficiencia energética en edificios públicos.  
Autor: Ariel Vásquez R.  
Profesor Guía: Luis Goldsack  
Año: 2009.

Título: Bases para un Sistema de Certificación Sustentable de Edificios Públicos.  
Autor: Ariel Vásquez  
Profesor Guía: Luis Goldsack  
Año: 2009.

Título: Centro de Investigación en Energía Solar  
Autor: Ingrid Soto  
Profesor Guía: Manuel Amaya  
Año: 2010.

Título: Plataforma Forestal Interactiva: Centro para la Educación Ambiental y del Paisaje Urbano.  
Autor: Bárbara Rodríguez.  
Profesor Guía: Juan Cárdenas.  
Año: 2006.

Título: Centro de Investigación y Educación de Eficiencia Energética.  
Autor: María Dulanto.  
Profesor Guía: Humberto Eliash.  
Año: 2006.

Título: Caracterización Espacial y Temporal de las dunas de Ritoque, Quinta Región de Chile.  
Autor: Gonzalo Rojas López.  
Profesor Guía: Miguel Castillo y Antonio Vita.  
Año: 2009.

## REVISTAS

Artículo: La Biblioteca Pública Enric Miralles.

Autor: Laura Lopes Ceza.

Revista: ArquitecturaRevista.

Editorial: UNISINOS - Universidade do Vale do Rio dos Sinos.

Año: 2009.

Revista: El Croquis n°144: EMBT 2000-2009 Miralles/Tagliabue.

Editorial: El Croquis.

Año: 2009.

Artículo: Proeza y Poética en la Construcción de un Mundo:  
Ciudad Abierta de Ritoque.

Autor: Oscar Ríos.

Revista: Diseño, n° 5.

Año: 1991.

Artículo: Experiencias de paisaje: tradición y contemporaneidad  
en el paisajismo chileno actual.

Autor: Fulvio Rosetti.

Revista: Revista nodo N° 6, Vol. 3.

Año: 2009.

## LIBROS

Título: Escuela de Valparaíso: Grupo Ciudad Abierta.

Autor: Rodrigo Pérez de Arce y Fernando Pérez Oyarzún.

Editorial: Contrapunto.

Año: 2003.

Título: Guía Básica de la Sostenibilidad.

Autor: Brian Edwards y Paul Hyett.

Editorial: Gustavo Gili SL.

Año: 2001.

Título: Chile 2020: Obras Públicas para el desarrollo.

Autor: Ministerio de Obras Públicas.

Año: 2010.

Título: Proyectar con la Naturaleza.

Autor: Ken Yeang.

Editorial: Gustavo Gili SL.

Año: 1999.



Título: LEED Reference Guide for Green Building Design and Construction v.3: for the design, construction and major renovations of commercial and institutional buildings including Core & Shell and K12 school projects.

Autor: USGBC (US Green Building Council)

Año: 2009.

Título: Plan Intercomunal Valparaíso

Autor: Departamento de Planificación Urbana, Ministerio de Obras Públicas.

Año: 1965.

Título: Preliminary Site Selection of Chilean Marine Energy Resources.

Autor: Garrad Hassan & Partners Limited (encargo de la Comisión Nacional de Energía, el Banco Interamericano del Desarrollo y CORFO).

Año: 2009.

Título: El Futuro Energético de Chile está en la Eficiencia Energética y las Energías Renovables

Autor: Roberto Román y Stephen Hall

Año: 2011.

Título: Energías Renovables No Convencionales en el Mercado Eléctrico Chileno.

Autor: Comisión Nacional de Energía.

Año: 2009.

Título: Guía para Evaluación Ambiental Energías Renovables No Convencionales: Energía Eólica

Autor: Comisión Nacional de Energía.

Año: 2006.

Título: Por una Propuesta Energética para Chile... Sin Carbón

Autor: Miguel Márquez (Greenpeace Chile)

Año: 2010.

Título: Estudio de Requerimiento de Profesionales y Técnicos en los Sectores Industrial Transportes y Construcción, para el Desarrollo de un Mercado Nacional de Eficiencia Energética.

Autor: Gamma Ingenieros S.A. y CNE.

Año: 2009.

## PAGINAS WEB



CORPORACION AMEREIDA

[www.amereida.cl](http://www.amereida.cl)

COMISION NACIONAL DE ENERGIA

[www.cne.cl](http://www.cne.cl)

GNL QUINTERO

[www.gnlquintero.com](http://www.gnlquintero.com)

OCDE

[www.oecd.org](http://www.oecd.org)

PLATAFORMA ARQUITECTURA

[www.plataformaarquitectura.cl](http://www.plataformaarquitectura.cl)

PLATAFORMA URBANA

[www.plataformaurbana.cl](http://www.plataformaurbana.cl)

BANCO FOTOGRAFICO DE ARQUITECTURA CHILENA

[www.barqo.cl](http://www.barqo.cl)

UNESCO

[www.unesco.org](http://www.unesco.org)

MINISTERIO DE ENERGÍA

[www.minenergia.cl](http://www.minenergia.cl)

MINISTERIO DE EDUCACIÓN

[www.mineduc.cl](http://www.mineduc.cl)

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

[www.mma.gob.cl](http://www.mma.gob.cl)

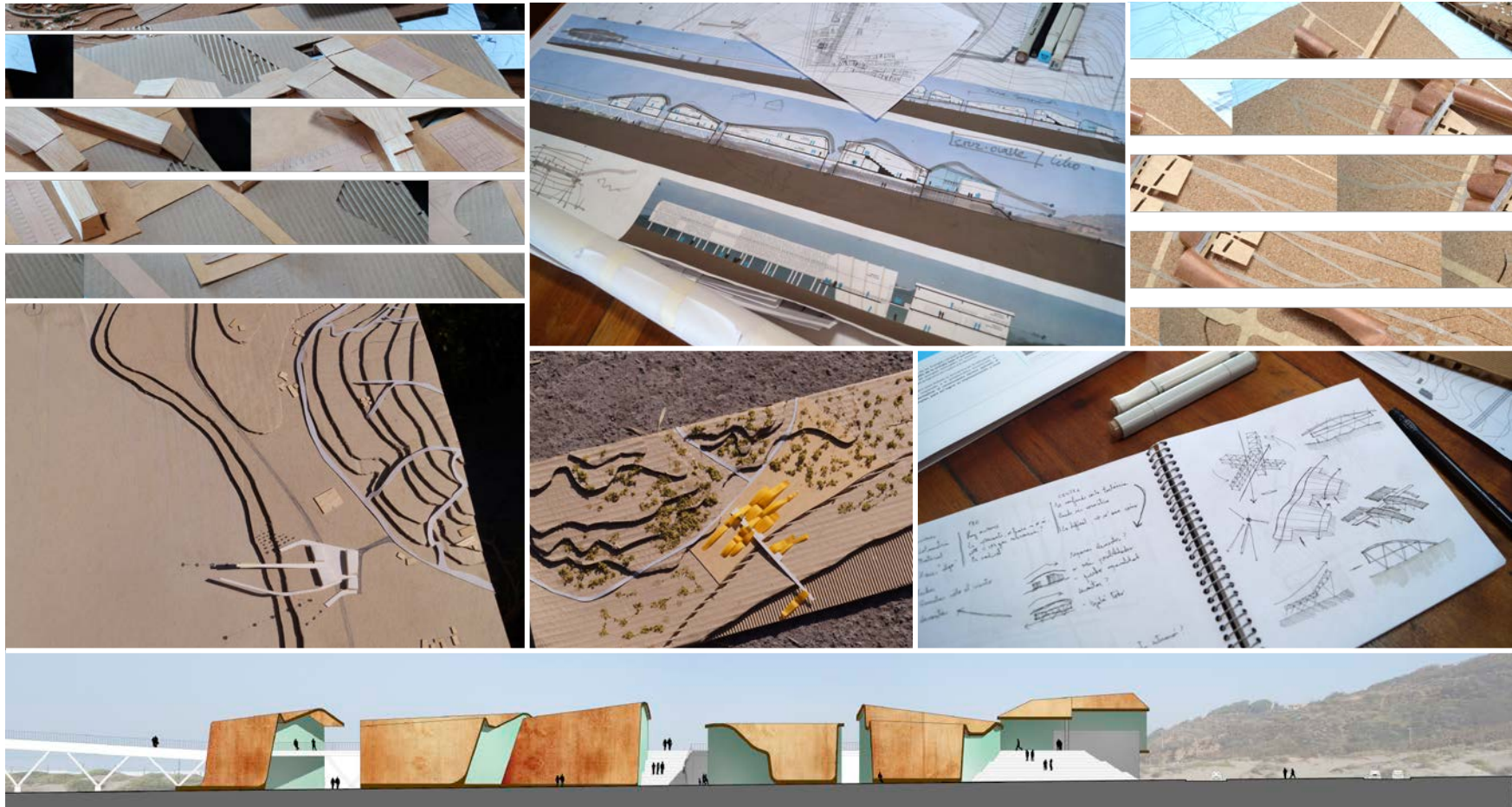
EXPLORADOR EÓLICO FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS y  
MATEMÁTICAS

[ernc.dgf.uchile.cl/Explorador/Eolico2/](http://ernc.dgf.uchile.cl/Explorador/Eolico2/)

NED KHAN STUDIOS

[www.nedkhan.com](http://www.nedkhan.com)





## 5.3 ANEXO 2: MALLA CURRICULAR DE PROGRAMAS EDUCACIONALES

Técnico de Nivel Superior en Energías Renovables

1er Semestre	2do Semestre	1er Semestre	2do Semestre	1er Semestre
Nivelación Matemática	Algebra	Estadística	Emprendimiento	Práctica Profesional
Ingles	Ingles 2	Ingles 3	Ingles 4	
Energías Renovables No Convencionales	Energías Renovables No Convencionales	Montaje y Mantenimiento de Instalaciones Solares	Montaje y Mantenimiento de Instalaciones mareomotrices	
Generación de Energías Renovables	Montaje Industrial	Montaje y Mantenimiento de Instalaciones Eólicas	Mantenión y Montajes Eléctricos	
Interpretación de Planos	Inversores y Acumuladores	Proyecto de Instalaciones Eléctricas	Proyecto de Energías Renovables	
Circuitos Eléctricos	Sensores e Instrumentos	Gestión Eficiente de Energías en Edificación	Automatización y Control Industrial	
Física Aplicada	Prevención de Riesgos Eléctricos	Taller de Energías Renovables 1	Taller de Energías Renovables 2	

Técnico de Nivel Superior en Certificación y Legislación de Proyectos

1er Semestre	2do Semestre	1er Semestre	2do Semestre	1er Semestre
Nivelación Matemática	Algebra	Estadística	Emprendimiento	Práctica Profesional
Ingles	Ingles 2	Ingles 3	Ingles 4	
Eficiencia Energética	Análisis de Proyectos	Evaluación de Proyectos energéticos	Economía	
Energías Renovables	Legislación en energía solar	Legislación en energía eólica	Legislación en energía mareomotriz	
Gestión Pública	Gestión Privada	Evaluación de Impacto Ambiental	Legislación ambiental	
Ciencias Ambientales y Meteorología	Sustentabilidad	Certificación de Proyectos	Certificación de Proyectos	
		Taller de Legislación	Taller de Certificación	

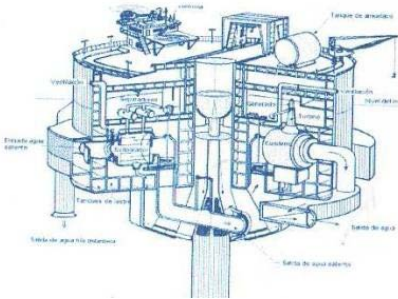
Técnico de Nivel Superior en Medioambiente

1er Semestre	2do Semestre	1er Semestre	2do Semestre	1er Semestre
Nivelación Matemática	Algebra	Estadística	Emprendimiento	Práctica Profesional
Ingles	Ingles 2	Ingles 3	Ingles 4	
Ciencias Ambientales	Cartografía	SIG 1	SIG 2	
Fisico Química del Ambiente 1	Fisico Química del Ambiente 2	Producción Limpia	Manejo Sustancias Peligrosas	
Legislación Ambiental	Prevención de Riesgos Medioambientales	Gestión Empresarial	Economía	
Biodiversidad	Sustentabilidad	Contaminación	Evaluación de Impacto Ambiental	
Educación Ambiental	Gestión Ambiental	Gestión de Residuos	Ecotoxicología	
		Taller de Mediciones	Taller de Técnicas Analíticas	

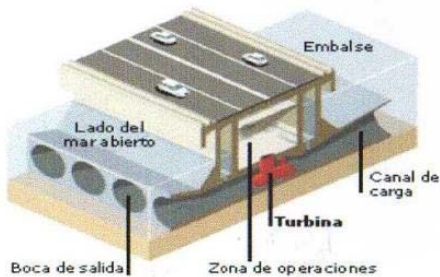
Técnico de Nivel Superior en Revisión y Elaboración de Proyectos Sustentables					
1er Semestre	2do Semestre	1er Semestre	2do Semestre	1er Semestre	2do Semestre
Nivelación Matemática	Algebra	Estadística	Economía	Emprendimiento	Práctica Profesional
Ingles	Ingles 2	Ingles 3	Ingles 4	Taller de Certificación de Proyectos	
Energías Renovables No Convencionales 1	Energías Renovables No Convencionales 2	Energías Renovables No Convencionales 3	Energías Renovables No Convencionales 4	Taller de Revisión de proyectos	
Certificación de Proyectos	Legislación en materia de sustentabilidad	Certificación de proyectos sustentables 1	Evaluación de Proyectos Sustentables 1	Evaluación de Proyectos Sustentables 2	
Sustentabilidad	Sustentabilidad	Construcción bioclimática 1	Construcción bioclimática 2	Simulación Energética	
Elaboración de Proyectos	Energías Renovables	Eficiencia Energética	Taller de Revisión de Proyectos	Taller de Evaluación de Proyectos	

Técnico de Nivel Superior en Eficiencia Energética				
1er Semestre	2do Semestre	3er Semestre	4to Semestre	5to Semestre
Nivelación Matemática	Algebra	Estadística	Emprendimiento	Práctica Profesional
Ingles	Ingles 2	Ingles 3	Ingles 4	
Física Aplicada	Mecánica de fluidos	Mecánica	Electricidad	
Ciencias Ambientales y Meteorología	Introducción a Proyectos	Elaboración de Proyectos Energéticos	Elaboración de Proyectos Bioclimáticos	
Eficiencia en electrodomésticos	Iluminación eficiente	Instalaciones térmicas	Acondicionamiento Térmico	
Evaluación Energética	Evaluación Energética	Simulación energética de Proyectos 1	Simulación energética de Proyectos 2	
Energía y Eficiencia 1	Energía y Eficiencia 2	Energía y Eficiencia 3	Energía y Eficiencia 4	
		Taller de Eficiencia energética 1	Taller de Eficiencia energética 2	

## 5.4 ANEXO 3: TECNOLOGIAS PARA EXTRACCION DE ENERGIA MAREOMOTRIZ



Sistema Térmico  
FUENTE: Biblioteca sobre Ingeniería Energética



Sistema Mareomotriz  
FUENTE: Biblioteca sobre Ingeniería Energética

### SISTEMA TÉRMICO OCEÁNICO

Este sistema de conversión térmica se basa en la obtener energía utilizando la diferencia entre la temperatura de la superficie marina y su fondo. Para el aprovechamiento óptimo de esta energía, se necesita una diferencias de 20° C a 100 metros de profundidad. Esta diferencia térmica es permanente y su utilización tiene un nulo impacto ambiental.

Existen dos maneras de aprovechar la diferencia térmica oceánica:

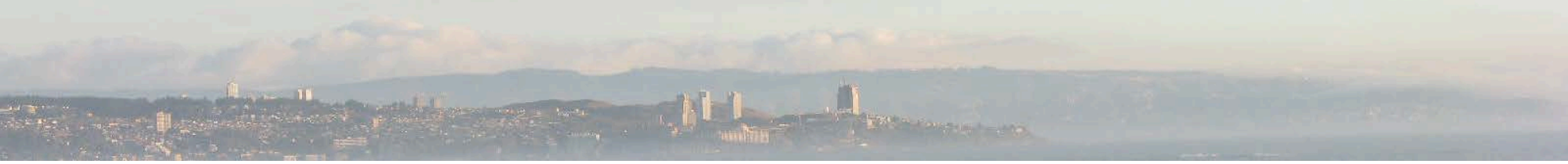
- Utilización de agua marina en un circuito abierto, en donde una turbina se activa gracias a la evaporación del agua a baja presión.
- Utilización de un circuito cerrado, con un flujo de baja temperatura de ebullición (amoníaco, freón, propano), que circula entre la superficie y la profundidad oceánica, evaporándose y volviéndose a condensar, activando un turbogenerador.

En cuanto a las experiencias con este tipo de sistema se encuentran los prototipos creados en 1979 en Hawaii, de 15 y 50 kW y el “Ocean Thermic Energy Converter”, con una potencia de 1MW, creado en 1981 por el Departamento de Energía Americano. Sin embargo, en Chile, las mejores potencialidades para la instalación de este sistema se encuentran en la Antártida, con costos aún muy altos para su implementación.

### SISTEMA MAREOMOTRIZ

El sistema se basa en la construcción de una presa semi-cerrada en localizaciones donde la amplitud de marea es considerable. Durante el pleamar se permite el acceso del agua a través de una turbina, almacenándose en una laguna artificial, la cual se vacía en bajamar. Similar a la utilizada en las represas de centrales hidráulicas, comparte también un costo importante y un potencial peligro para la fauna marina.

Para su aplicación en Chile, es necesario realizar primero catastros de información respecto al comportamiento de las mareas.



## SISTEMA DE CORRIENTES MARINAS

Las diferencias entre pleamar y bajamar, junto con el viento, la diferencia térmica, salínica y la fuerza de Coriolis del movimiento planetario son causales de la creación de corrientes marinas. Estas, según su factor originario, pueden ser superficiales o de aguas profunda, por lo general, las últimas son más lentas y menos propicias para su aprovechamiento energético.

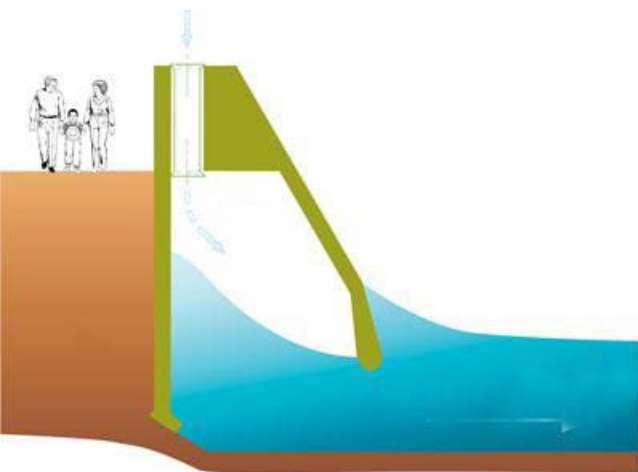
Este sistema es similar al de obtención de energía eólica, es decir a través de turbinas de eje. Sin embargo, gracias a que la densidad del agua es 850 veces mayor a la del viento, estas turbinas son considerablemente menores en cuanto a tamaño, ya que la potencia es mayor. Su principal inconveniente es la corrosión marina que implica el uso de materiales y mantenimientos de alto costo.

Una de las mayores centrales de corrientes marinas se está construyendo en Strangford Lough, en Irlanda del Norte, con una potencia de 1,2 MW. Sus turbinas tienen una altura entre 15 y 30 metros, con hélices de 3 metros. Su velocidad de revolución no afecta mayormente a la vida marina.

## SISTEMA DE PRESIÓN OSMÓTICA

La salinidad, una de las principales características de los océanos, se puede determinar según su conductividad eléctrica. En los puntos en que el río entra en contacto con el agua marina se producen altas liberaciones de energía, obtenidas mediante la dilución del agua salada por irrupción del agua dulce, es decir, la devolución de la energía solar que ha evaporado el agua del mar y que vuelve a él a través del ciclo hidrológico.

Los valores más altos de salinidad ocurren cerca de las áreas tropicales áridas, mientras que los valores más bajos se presentan cerca de las regiones polares. El desarrollo de tecnología para este tipo de sistemas aún se encuentra en etapa de estudio.



Sistema Hundimotriz  
FUENTE: Biblioteca sobre Ingeniería Energética

## SISTEMA HUNDIMOTRIZ

También conocido como sistema de columna de agua oscilante o sistema OWC (Oscilating Water Column). Esta tecnología aprovecha la fuerza de las olas, formaciones que se desplazan a través de los océanos casi sin presentar pérdidas energéticas en su recorrido, hasta que se enfrentan con la costa. La densidad media de energía es del orden de  $8 \text{ kw/m}$  de costa, mucho mayor si la comparamos con la energía solar que presenta una densidad de  $300 \text{ w/m}^2$ . Esta densidad varía según la ubicación geográfica donde se mida, dependiendo de la presencia de vientos o tormentas.

Existen distintos sistemas para la extracción de energía de las olas denominados comúnmente como , los que se pueden clasificar según su ubicación en dos grupos; los que se emplazan en la plataforma continental y los que se emplazan en el mar. También se pueden subdividir en activos, si las instalaciones son móviles o pasivos, en el caso que sean sistemas estáticos.

Las primeras instalaciones se ubicaron en China, siglo XIII, a través de molinos movidos por acción del oleaje. Posteriormente, a principios del siglo XX se prueban sistemas mecánicos en California, y en 1920 se ensaya un motor de péndulo en Japón. Desde 1921 el Instituto Oceanográfico de Mónaco, utiliza una bomba accionada por las olas para elevar agua a 60 m con una potencia de 400 W.

La investigación a gran escala del aprovechamiento de la energía de las olas se inicia a partir de 1974 en varios centros del Reino Unido, estudiándose sofisticados sistemas para grandes aprovechamientos.

Actualmente contamos con gran variedad de estudios y sistemas de aprovechamiento, los cuales han evolucionado continuamente, encontrándose la energía de las olas a un nivel de desarrollo similar al de la eólica hace 15 años atrás, pero con perspectivas de evolución mayores.





