

# CIDES

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE  
ENERGÍA SOLAR**  
ARTICULADOR ENTRE HABITANTE Y PARQUE FOTOVOLTAICO

UNIVERSIDAD DE CHILE\_FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO  
PABLO LETELIER SWINBURN\_MEMORIA DE TÍTULO 2012  
PROFESOR GUÍA \_FRANCIS PFENNIGER

## ACADÉMICOS CONSULTADOS

ERNESTO LÓPEZ  
JEANNETTE ROLDÁN  
MAURICIO LOYOLA  
JOSE SAAVEDRA

## PROFESIONALES ASESORES

JOSÉ TOMÁS VIDELA  
FRANCISCO IBAÑEZ





Gracias a todos los que formaron parte de este proceso.



# 0.0 INDICE

---

## **1.0 INTRODUCCIÓN** presentación

- 1.1 Introducción
- 1.2 Motivación
- 1.3 Objetivos

## **2.0 PROBLEMÁTICA**

- 2.1 Introducción al Capítulo
- 2.2 Escenario Ambiental
  - 2.3.1 Desarrollo Sustentable
  - 2.3.2 Problemática Ambiental
- 2.3 Crisis Energética
  - 2.3.1 Matriz Energética Chilena
- 2.4 Energías Renovables No Convencionales
- 2.5 Escenario Internacional
- 2.6 ERNC en Chile
- 2.7 Proyectos de ERNC en el País
  - 2.7.1 ERNC, parte de una Solución
- 2.8 Energía Solar, Energía en Desarrollo y Potencia en Chile
- 2.9 Usos de la Energía Solar
- 2.10 Iniciativas Solares en Chile

## **3.0 PROYECTO**

### **Lugar**

- 3.1 Proyecto Planta Fotovoltaica + Universidad de Chile
- 3.2 Contexto Macro
- 3.3 Terreno Proyecto Fotovoltaico.
  - 3.3.1 Comunidades Cercanas
  - 3.3.2 La Calera

## **3.0 PROYECTO**

### **Propuesta CIDES**

- 3.4 Proyecto
  - 3.4.1 Propuesta CIDES
  - 3.4.2 Usuario y Gestión
- 3.5 Emplazamiento
- 3.6 Propuesta Arquitectónica
  - 3.6.1 Concepto
  - 3.6.2 Partido General
  - 3.6.3 Planimetría
  - 3.6.4 Programa
  - 3.6.5 Estrategias Bioclimáticas
- 3.7 Referentes

## **4.0 Bibliografía**

# 1.0 INTRODUCCIÓN

Presentación

*“La situación energética del país es preocupante. Es, de hecho, la mayor amenaza en el futuro previsible. Nada puede entorpecer el desarrollo de Chile de manera mas comprometedor que la falta de recursos energéticos”<sup>1</sup>*

Estamos inmersos en una gran crisis ambiental, principalmente por uso de combustibles fósiles, altas emisiones de Gases de Efecto Invernadero y CO2 al medio y la explotación desmedida de las materias primas. En base a lo anterior es que la situación de nuestra matriz energética es preocupante debido a la dependencia de los combustibles fósiles, los costos, el impacto ambiental que esto implica y la constante necesidad de aumentar la capacidad del sistema. Al parecer las soluciones que se entregan solo buscan aumentar la capacidad instalada ya que se sigue gastando en contaminar, en ensuciar y en depender de los combustibles de otros.

A pesar de lo anterior el panorama parece ser comprometedor, Chile cuenta con grandes fuentes de Energías Renovables No Convencionales (ERNC) que no se están aprovechando y que pueden ser parte de la solución a nuestra crisis energética. Dentro de las ERNC que mas se destacan esta la energía solar. Chile cuenta con los mejores índices de radiación solar a nivel mundial y no lo estamos explotando.

El Centro de Investigación y Desarrollo de Energía Solar (CIDES) nace a partir del gran potencial que tenemos en Chile, para fomentar y difundir su uso tanto a nivel país como a nivel local, relacionada al lugar de emplazamiento del proyecto y sus alrededores. Es por esto que el lugar seleccionado para emplazar el proyecto es el Valle del Elqui, principalmente por la construcción de un proyecto fotovoltaico en la zona, en donde se encuentran las condiciones optimas para la explotación e investigación de la energía solar y por su carácter turístico como aporte al fomento y la difusión de la energía.

# 1.0 INTRODUCCIÓN

## Presentación

<sup>1</sup>\_ Raúl Sohr, Chile a Ciegas. La triste realidad de nuestro modelo energético.

# 1.0 INTRODUCCIÓN

## 1.2 MOTIVACIÓN

La motivación para realizar este proyecto nace de un interés personal con respeto al estudio de nuestro sistema solar, el universo en general, y a la información recopilada durante el período de seminario.

El tema estudiado durante el periodo de Seminario – **“Huella de Carbono de la Vivienda Social de Reconstrucción Post Terremoto”**- buscaba estimar la huella de carbono de ciertas viviendas tipo propuestas para la reconstrucción después del terremoto de Febrero de 2010 a lo largo de su ciclo de vida, considerando esta como la extracción, fabricación y traslado de materiales, la puesta en obra y construcción de las viviendas, su vida útil y demolición/desecho de los materiales. Los resultados de la investigación, entregaron información estimada acerca del costo medio ambiental de cada uno de los procesos, siendo la vida útil de una vivienda, la etapa más desfavorable en cuanto a emisiones de CO2 y energía incorporada. Estas pueden variar entre el 80 y 90% de las emisiones de una vivienda a lo largo de su ciclo de vida, principalmente por la dependencia de combustibles fósiles de nuestra matriz eléctrica, en donde las mediciones asociadas al uso de energía eléctrica de una vivienda van directamente relacionadas a las emisiones de los combustibles utilizados para la generación de esa electricidad. A estas emisiones se suman la utilización de otros combustibles como parafina, leña y gas utilizados diariamente.

Por otra parte, el interés personal relacionado a la observación del universo, al comportamiento del sol y su directa relación con nuestras condiciones de habitabilidad y forma de vida actual, me llevaron a profundizar en el área de las Energías Renovables No Convencionales (ERNC) y su potencial, principalmente energía solar, como una solución a los problemas relacionados con nuestra matriz eléctrica.

A partir de esto, nuestra crisis energética y el escenario ambiental que estamos viviendo es que propongo un Centro de Investigación y Desarrollo de Energía Solar, para innovar, investigar, enseñar y fomentar acerca de los usos de la energía solar.



## 1.3 OBJETIVOS

A partir de la motivación se establecen ciertos objetivos a lograr a través de la arquitectura y del programa del proyecto.

Los objetivos generales son:

- La arquitectura para articular la relación entre el habitante y la planta fotovoltaica.
- Investigar y desarrollar la tecnología asociada a la energía solar, entregando un espacio para que los profesionales del rubro puedan analizar, experimentar e innovar en el área solar.
- Poner en práctica conceptos de sustentabilidad relacionados a la energía solar activa y pasiva.
- Fomento de la Energía Solar tanto a nivel país como a nivel local:

o Nivel País:

- A través del turismo, como parte del recorrido turístico relacionado al Valle del Elqui.
- A través de la educación, realizando cursos y certificaciones a instaladores y profesionales del rubro de la energía y la sustentabilidad. Por otra parte vincular a los colegios de la zona en donde se puedan realizar visitas para enseñar acerca del funcionamiento de esta energía.
- Certificación a nivel profesional en la eficiencia de la tecnología comercializada relacionada a la tecnología solar.

o Nivel Local:

- Soporte social espacial para la comunidad más cercana, en conjunto a talleres para la aplicación de conceptos de sustentabilidad y aprovechamiento de la energía solar.

## 2.0 PROBLEMÁTICA

CRISIS MATRIZ ENERGÉTICA

El **Problema ambiental** actual es un tema que nos afecta a todos a nivel mundial. La **escases y deterioro de los recursos naturales** nos han llevado a encontrar nuevas tecnologías para reemplazar, principalmente, los combustibles fósiles, para así generar energía eléctrica, calefacción, combustibles, etc. a través de procesos sostenibles y renovables, en donde el impacto al medio es menor que con energías convencionales y no renovables a través de combustibles fósiles.

**Chile depende de fuentes energéticas convencionales**, sucias y costosas para mantener el sistema eléctrico. Nuestra matriz energética está en constante desarrollo, no solo porque estamos gastando más electricidad como consumidores, sino porque también satisface las necesidades eléctricas del sector de la minería e industria. Nuestra matriz necesita crecer de manera eficiente no solo a nivel energético, sino que también a nivel medioambiental, necesitamos energía limpia y renovable como parte considerable de la matriz eléctrica.

El reemplazo de los combustibles fósiles en nuestra matriz energética es una necesidad, en Chile existen una **grandes fuentes de ERNC** que no se están aprovechando, realidad distinta para otros países en donde las ERNC ya son parte importante de la generación eléctrica.

La energía hidráulica es una realidad en nuestra matriz y representa casi un 40% del sistema eléctrico nacional, pero el agua es un bien escaso y ya no es visto como una energía 100% renovable. La iniciativa eólica ha ido aumentando, siendo esta parte activa del sistema eléctrico en un pequeño porcentaje. Estamos desaprovechando un el gran potencial energético del país.

## 2.0 PROBLEMÁTICA

### CRISIS MATRIZ ENERGÉTICA

## 2.0 PROBLEMÁTICA

---

### 2.2 ESCENARIO AMBIENTAL

#### Sustentabilidad

*“El concepto de sustentabilidad se funda en el reconocimiento de los límites y de las potencialidades de la naturaleza, así como en la complejidad ambiental, inspirando una nueva comprensión del mundo para enfrentar los desafíos de la humanidad en el tercer milenio. El concepto de sustentabilidad promueve una nueva alianza naturaleza-cultura fundando una nueva economía, reorientando los potenciales de la ciencia y de la tecnología, y construyendo una nueva cultura política fundada en una ética de la sustentabilidad —en valores, en creencias, en sentimientos y en saberes— que renueva los sentidos existenciales, los mundos de vida y las formas de habitar el planeta Tierra.”<sup>2</sup>*

Hoy en día el tema **sustentabilidad** es algo que cada vez toma más protagonismo debido a la problemática medioambiental en la que nos vemos inmersos. Problema que nos afecta directamente en nuestra forma de vivir y por lo tanto en la forma en que van a vivir las generaciones futuras.

El concepto de sustentabilidad se puede definir como **algo que se puede sustentar, defender o mantener por sí mismo**. Al entender esta definición podríamos incluir el concepto de sustentabilidad en muchos aspectos de nuestra vida diaria, pero la sustentabilidad va más allá de una definición, sino que es una forma de entender una realidad y de cómo avanzar bajo este concepto sustentable. Al entender **la sustentabilidad como un sistema**, se logra la interacción entre distintos actores de nuestro sistema social-cultural, avanzando en un desarrollo sustentable.

*“Una sociedad en la cual el desarrollo económico, el bienestar social y la integración están unidos con un medioambiente de calidad. Esta sociedad tiene la capacidad de satisfacer sus necesidades actuales sin perjudicar la habilidad de que las generaciones futuras puedan satisfacer las suyas.”<sup>3</sup>*

2\_ Manifiesto por la vida. Por una ética para la sustentabilidad, en Revista Iberoamericana de la Educación, no. 40, OIE, enero-abril 2006. En internet: <http://www.rieoei.org/rie40a00.htm#1#1>

3\_ Extraído de la Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, Suecia Estocolmo, 1972.

## 2.0 PROBLEMÁTICA

### 2.3.1 Desarrollo Sustentable

El término de desarrollo sustentable se toma a partir de la cumbre de Rio de Janeiro, en 1992, en donde los principales jefes de estado y de gobierno del planeta firman una serie de acuerdos y tratados para el cuidado de los recursos naturales del planeta.

*“El desarrollo sustentable hace referencia a la capacidad que haya desarrollado el sistema humano para satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer los recursos y oportunidades para el crecimiento y desarrollo de las generaciones futuras.”<sup>4</sup>*

Un **desarrollo sustentable** exige a los distintos actores de la sociedad compromisos y responsabilidades en la aplicación del **modelo económico, político, ambiental y social**, así como en los patrones de consumo que determinan la calidad de vida. Este concepto se relaciona principalmente con el hecho de que nuestros recursos se están acabando, y no estamos actuando como deberíamos para impedirlo, poniendo en una situación muy difícil a las situaciones futuras.

Cada uno de los actores participante en este sistema funciona desde y para el funcionamiento de los otros actores, buscando un desarrollo sustentable. Si un actor deja de trabajar en busca de este desarrollo, el sistema no funciona y por lo tanto no se logra la sustentabilidad que buscamos, problema que pasa actualmente en donde los actores sociales y económicos, e incluso políticos, no trabajan en función de los otros actores ni menos en función a lo ecológico.



4\_ Gro Harlem Brundtland, Informe Brundtland “Our Common Future”, publicado en 1987.

## 2.0 PROBLEMÁTICA

### 2.3.2 Problemática Ambiental

*“Hemos llegado a un momento en la historia en que debemos orientar nuestros actos en todo el mundo atendiendo con mayor cuidado a las consecuencias que puedan tener para el medio. Por ignorancia o indiferencia podemos causar daños inmensos e irreparables al medio terráqueo del que dependen nuestra vida y nuestro bienestar. Por el contrario, con un conocimiento más profundo y una acción más prudente, podemos conseguir para nosotros y para nuestra posteridad unas condiciones de vida mejores en un medio más en consonancia con las necesidades y aspiraciones del hombre...”*  
*“La defensa y el mejoramiento del medio humano para las generaciones presentes y futuras se ha convertido en meta imperiosa de la humanidad”.<sup>5</sup>*

La relación habitante/medioambiente se ha dado desde los inicios del hombre, primero en su etapa de nómada y luego como sedentario. El hombre siempre ha dependido de esta relación para sobrevivir, tomando las materias primas de la tierra, las cuales alcanzaban en proporción a la cantidad de habitantes, y esperando la recuperación del medio para continuar la extracción de recursos. El respeto por este ciclo era mayor y los habitantes estaban consientes de ello.

Con el paso de los años el hombre se ve obligado a depender cada vez más de los recursos naturales entregados por el medio, debido al crecimiento demográfico quebrando la relación entre la cantidad de habitantes y la cantidad recursos entregados. Es en el siglo XIX, con la revolución industrial y gracias a las nuevas tecnologías, en donde el crecimiento demográfico se dispara, la utilización de combustibles fósiles, las emisiones de gases al medio por la quema de los combustibles, etc. marcan el punto de inicio de una serie de problemas que afectan directamente al medio ambiente, afectando a los suelos, aguas y atmosfera, y en donde el crecimiento acelerado de la población acelera este proceso cada vez más.



5\_ Extraído de la Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, Suecia Estocolmo, 1972.

## 2.0 PROBLEMÁTICA

Los principales problemas que están afectando a nuestro planeta son:

- **Crecimiento Demográfico**, desproporción entre la relación Materias primas/ habitantes en la tierra.
- **Perdida de la Capa de ozono**, mas que un problema es un resultado de las emisiones descontroladas de clorofluorocarbonos (CFC) usados para refrigeración, aire acondicionados, productos de limpieza y aerosoles.
- **Acidificación del medio**, Producida por la emisión de dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno producidos por centrales termoeléctricas y por el humo de los vehículos motorizados
- **Emisiones de CO2**, Principalmente por el uso de combustibles fósiles.
- **Perdidas de Tierra y Erosión**, la búsqueda de combustibles, el crecimiento demográfico desmedido, las expansiones de espacios urbanos y la necesidad de tierras para el cultivo han hecho que el hombre busque mas allá y llegue a tierras de un gran valor ecológico que nunca han sido tocadas por el hombre, afectando a ecosistemas propios y al equilibrio natural del planeta.
- **Radiación Nuclear**, el principal problema radica en un posible accidente nuclear, el cual liberaría grandes cantidades de radiación al medio ambiente, como lo fue el accidente en Chernóbil, Ucrania en 1986, y en la planta nuclear de Fukushima, Japón 2011
- **Escases de Agua y Aire Limpio**, El crecimiento demográfico y el crecimiento urbano han llevado la necesidad de lograr abastecer a los asentamientos humanos con agua potable, extraída de fuentes de agua dulce mediante procesos químicos para la extracción de sales.

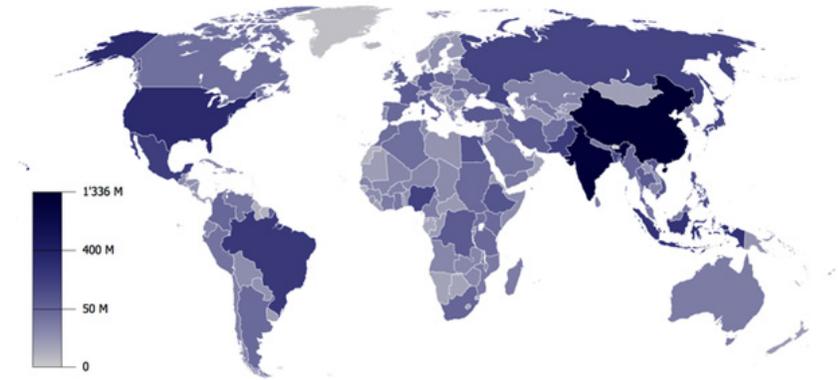


Figura 1. Poblacion mundial por paises en millones. Fuente: Basa en el estimado de GEOHIVE, obtenido en Marzo del 2009.

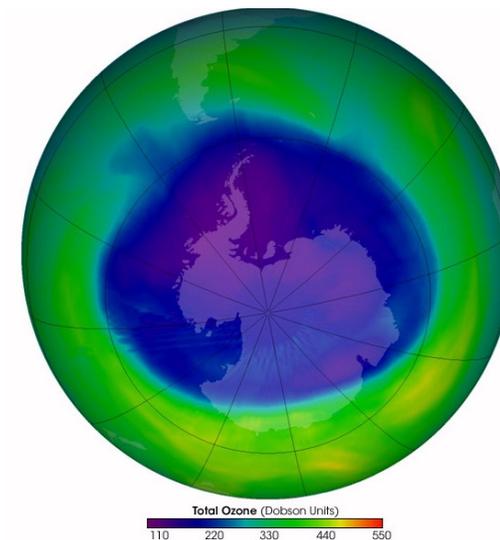


Figura 2. Situacion Actual de la Capa de Ozono, cantidad de ozono medida en unidades Dobson.

## 2.0 PROBLEMÁTICA

### 2.3 CRISIS ENERGÉTICA

*“Chile enfrenta un horizonte oscuro en el campo de los combustibles fósiles. El país vive bajo el peligro permanente de tener que asumir alzas drásticas y repentinas en los precios de sus suministros petroleros. Peor aun, un conflicto bélico en el Medio Oriente podría reducir en forma radical el abastecimiento”*<sup>6</sup>

La **ausencia de una política energética clara** y por sobretodo la **falta de una política ambientalmente eficiente** nos tiene inmersos en una crisis energética de la cual no sabemos como salir, nuestro sistema depende de otros, tanto a nivel de materias primas y fuentes energéticas como de agentes económicos, es un sistema sucio, un gran porcentaje de la matriz utiliza combustibles fósiles, necesitamos ampliar la potencia de la matriz y no sabemos como, cuando ni donde.

#### 2.3.1 Matriz Energética Chilena

La base de **nuestra matriz energética** se caracteriza por ser altamente **dependiente** de los países exportadores de combustibles, **contaminante**, debido a los tipos de combustibles que se utilizan, y **altamente costosa**.

Algunos datos expuestos en el libro Chile a Ciegas, la triste realidad de nuestro modelo energético, de Raúl Sohr, dicen que :

- *Los consumidores chilenos pagan el doble por la electricidad que sus pares en países vecinos.*
- *Las mayores empresas generadoras eléctricas producen energía con agua, pero cobran como si lo hicieran con petróleo.*
- *Chile va camino a ocupar el segundo lugar a nivel mundial, después de China, en la velocidad con que aumenta sus emisiones de dióxido de carbono, principal gas causante del calentamiento global.*
- *Los combustibles fósiles, que representan el 72% del consumo energético en Chile y el 62% de la matriz eléctrica, son importados: el 98% del petróleo que se usa en Chile proviene de afuera, así como el 78% del gas y el 84% del carbón.*
- *Una interrupción del flujo del crudo, como ocurrió con el gas argentino desde 2004, amenazaría con paralizar el transporte y desatar una crisis económica y social.*
- *La inseguridad del abastecimiento energético es la mayor vulnerabilidad del país en el plano de su seguridad nacional.*<sup>7</sup>

Nuestra matriz consta de 4 sistemas de generación eléctrica (aislados entre si )para entregar energía al país, Estos sistemas:

- SING, Sistema Interconectado del Norte Grande. Cubre desde la Región de Arica y Parinacota hasta Antofagasta, cubriendo a un 6,24% de la población del país. Las Características principales de este Sistema son la alta utilización de combustibles fósiles y que el principal consumidor corresponde al sector minero. La potencia instalada del SING es de 4.581 MW(1) (potencia bruta, no se descuentan consumos propios de las centrales).

- SIC, Sistema interconectado Central. Cubre desde la Región de atacama hasta la Región de los Lagos. Es el sistema mas grande de los 4 participantes, cubriendo a un 92,23% de la población. La potencia instalada del SIC es de 13.545 MW(1) (potencia bruta, no se descuentan consumos propios de las centrales).

- SEA, Sistema Eléctrico de Aysén. Cubre a la Región de Aysén. Cubriendo un 0,61% de la población. La potencia instalada del SEA es de 50 MW(2) (potencia bruta, no se descuentan consumos propios de las centrales).

- SEM, Sistema Eléctrico de Magallanes. Esta ubicado en la Región de Magallanes y se compone por 3 subsistemas, que son: Pta. Arenas, Pto. Natales y Pto. Porvenir. Cubriendo un 0,92% de la población. La potencia instalada del SEM es de 101 MW(2) (potencia bruta, no se descuentan consumos propios de las centrales).

El SING y el SIC son los sistemas mas grandes y son administrados por el CDEC (Centro de Despacho Económico de Carga) el cual “es el organismo encargado de coordinar la operación de las instalaciones eléctricas que funcionan interconectadas entre sí en dicho sistema, cumpliendo el rol de preservar la seguridad de los tres segmentos que lo conforman: generación, transmisión y distribución. (Definición extraída de pagina oficial CDEC SING)”

Según los datos extraídos de CDEC-SING y CDEC-SIC, la matriz eléctrica cuenta con una potencia instalada de 18.277 MW (potencia bruta, no se descuentan consumos propios de las centrales).

6\_ Raúl Sohr, Chile a Ciegas, la triste realidad de nuestro modelo energético.

7\_ Raúl Sohr, Chile a Ciegas, la triste realidad de nuestro modelo energético.

## 2.0 PROBLEMÁTICA

El siguiente cuadro muestra los porcentajes, tipos de combustibles y aportes de los distintos participantes de nuestra matriz energética.

Sistema	Petróleo/Derivado del Petróleo	Potencia en MW	Carbón	Potencia en MW	Gas	Potencia en MW	Hidráulica	Potencia en MW	Solar	Potencia en MW	Eólica	Potencia en MW	Biomasa	Potencia en MW	Totales MW
SING	8%	358	45%	2.066	46%	2.112	0%	15	0%	1,44	0%	0	0%	0	4.552,44
SIC	15%	1.908	11%	1.401	24%	3.082	46%	5.920	0%	0	2%	194	3%	372	12.876,50
SEA	55%	28	0%	0	0%	0	41%	21	0%	0	4%	2	0%	0	51,00
SEM	14%	14	0%	0	83%	84	0%	0	0%	0	3%	3	0%	0	101,00
		2.308		3.467		5.278		5.956		1,44		199		372	17.580,94
		13,13%		19,72%		30,02%		33,87%		0,01%		1,13%		2,12%	100%

Figura 3. Porcentajes, tipos de combustible y aportes de las fuentes energéticas de nuestra matriz eléctrica.

Un gran porcentaje del sistema interconectado central se basa en energía hidráulica, energía limpia y “renovable”, escenario que ha ido en aumento pero debido al cambio climático actual el agua es y será un bien cada vez más escaso debido a la escasez del agua resultado del cambio climático actual. A pesar de lo anterior nuestra base energética siguen siendo los combustibles fósiles.

Chile es energética y ambientalmente ineficiente, revertir esa situación no es tarea fácil, pero debemos disminuir la dependencia de combustibles fósiles, estableciéndonos como meta aumentar el aporte de las ERNC, fuentes nacionales, limpias y renovables.



Figura 4. Sistemas Interconectados, Fuente Edelmag, Grupo CGE, en internet [www.edelmag.cl](http://www.edelmag.cl)

## 2.0 PROBLEMÁTICA

### 2.4 ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES\_ERNC

Según la Asociación de Energías Renovables de Texas, la definición de Energía Renovable “cualquier energía que es regenerada en un corto periodo de tiempo y obtenida directamente del Sol (como termal, fotoquímica o fotoeléctrica), indirectamente del Sol (como el viento, hidroeléctrica, energía fotosintética obtenida de la biomasa) o por algún otro movimiento natural y mecanismos del ambiente (como geotérmica o de mareas). Las energías renovables no incluyen las derivadas de combustibles fósiles, de desechos de combustibles fósiles o de desechos de origen inorgánico.” La principal característica de las energías renovables es que para lograr la transformación en energía, la fuente es inagotable.

Podemos reconocer dos tipos de energías renovables, las Convencionales y las No Convencionales (ERNC). Convencional renovable corresponde a la fuente hídrica de gran potencia, por sobre los 20 o 40 MW. Las ERNC corresponden a las energías antes definidas ya que son poco utilizadas, en donde también se suman las fuentes hídricas que generan menos de 20 MW.

El uso de ERNC entrega beneficios a nivel ambiental y socioeconómico derivados de su beneficio principal el que es la generación de energía eléctrica.

#### *Beneficios ambientales*

- Las Energías Renovables no incrementan el contenido de CO<sub>2</sub> y otros gases contaminantes de la atmósfera;
- No generan residuos de difícil tratamiento;
- Se consideran inagotables a escala humana;
- Sus instalaciones no producen impacto ambiental significativo.

#### *Beneficios socioeconómicos*

- Las energías renovables crean cinco veces más puestos de trabajo que las convencionales;
- Contribuyen decisivamente al equilibrio interterritorial porque suelen instalarse en zonas rurales;
- En los países donde se utilizan han permitido desarrollar tecnologías propias.
- Utilizan recursos autóctonos, incentivando las economías locales.<sup>8</sup>

El Centro de Energías Renovables, del Ministerio de Energía (CER) establece como fuentes de ERNC a:

- Energía Solar
- Energía Geotérmica
- Energía Biomásica
- Energía Eólica
- Energía Marina
- Energía Hidroeléctrica.

El CER las define como:

#### ***Energía Solar:***

*La fuente de energía más constante con la que cuenta nuestro planeta es la proveniente del sol, que alcanza en promedio 1.360 W/m<sup>2</sup> [Arenas René, Nudo Solar] en la capa exterior de la atmósfera. La energía recibida en la superficie de la tierra se conoce como irradiancia, energía que depende, principalmente, de la hora del día, la inclinación de los rayos del sol y la cobertura de las nubes.*

*La energía solar es el recurso energético más abundante en la tierra. La energía solar que recibe la superficie del planeta en una hora es equivalente al total de energía consumida por todos los humanos en un año.*

*Esta puede ser aprovechada de diversas maneras, tanto para generar electricidad (energía eléctrica) como calor (energía térmica), pero tiene el inconveniente de que sólo se recibe durante el día, por lo que se requiere la combinación con otras fuentes de energía o bien la inclusión de sistemas de almacenamiento.*

*La energía solar puede ser transformada directamente en energía eléctrica mediante sistemas fotovoltaicos, aprovechada como calor para generación eléctrica indirectamente, mediante sistemas de concentración solar de potencia o, utilizada para calentar agua a través de colectores solares.*

*Tanto la tecnología fotovoltaica, como los colectores, solares son modulares y escalables, desde pequeños sistemas para uso domiciliario hasta grandes instalaciones para fines industriales. Mientras que los sistemas de concentración solar de potencia (CSP), en general, requieren instalaciones de gran escala para ser viables, excepto tecnologías basadas en discos Stirling que también gozan de modularidad.*

## 2.0 PROBLEMÁTICA

### **Energía Geotérmica:**

*Este tipo de sistemas generan energía, eléctrica y/o térmica, a partir del calor contenido en el interior de la tierra. Esta fuente de energía es un recurso renovable existente principalmente, en zonas de alta actividad volcánica y fallas geológicas. La disponibilidad de este recurso no presenta variación estacional, tampoco está afecto a impactos climáticos, es compatible con otros sistemas de generación, y puede aprovecharse para aplicaciones como calefacción de espacios, calentamiento de agua, procesos industriales, generación de electricidad, entre otros.*

*Se han desarrollado diversas tecnologías para el aprovechamiento de la energía geotérmica, obteniendo tanto energía térmica como electricidad. La energía térmica se obtiene mediante sistemas de captación de calor, tanto horizontales como verticales, consistentes en tuberías dispuestas bajo tierra para calentar fluidos. La electricidad, a su vez, se obtiene por medio de sistemas de vapor o de aire caliente, sistemas flash, rocas calientes secas, entre otros. Estos sistemas consisten básicamente en la obtención de agua, vapor o aire caliente a través de afloramientos de agua a altas presiones y temperaturas, como los géiseres, o la inyección de agua fría en cámaras perforadas sobre focos caloríficos subterráneos. En general, la energía geotérmica posee una alta eficiencia en la conversión.*



Figura 5. Paneles Solares Fotovoltaicos  
Fuente: [www.peusso.com.ar](http://www.peusso.com.ar)



Figura 6. Central Electrica Geotermica de Nesjavellir, Islandia.  
Fuente: Gretar Ívarsson, Geologista en Nesjavellir.



Figura 7. Central Electrica Biomasa Lakeview, EEUU.  
Fuente: Iberdrola Renovables.

### **Energía Biomásica:**

*La biomasa, definida como la materia orgánica renovable de origen vegetal, animal o procedente de la transformación natural o artificial de la misma, es una fuente muy variada de energía. Entre los métodos de aprovechamiento existentes se pueden mencionar la combustión directa de la biomasa, el tratamiento de residuos orgánicos y el cultivo de algunas plantas y granos, a partir de las cuales se obtiene biogás y biocombustibles, usados como sustitutos de compuestos petroquímicos.*

*La bioenergía es obtenida mediante diversos procesos, como son los termoquímicos, que consisten en la combustión directa de biomasa, y los bioquímicos, que se basan en procesos de transformación biológica de la biomasa. La obtención de energía a partir de la biomasa es un proceso considerado carbono neutral, pues las emisiones del proceso son equilibradas con el CO<sub>2</sub> absorbido previamente por las plantas.*

## 2.0 PROBLEMÁTICA

### **Energía Eólica:**

*Es producto de la transformación de la energía cinética contenida en el viento, en energía utilizable. El viento se produce por diferencias de temperatura entre distintas masas de aire en la atmósfera terrestre, la que es calentada por el sol. Por ello, se considera al viento como una forma indirecta de energía solar.*

*Las tecnologías que se han desarrollado para la utilización de este recurso como fuente energética, producen nulas emisiones durante su operación y consisten, principalmente, en turbinas que transforman la energía cinética del viento, en energía mecánica. Esta, a su vez, se convierte en energía eléctrica por medio de un generador. Los sistemas eólicos tienen una vida útil cercana a los 25 años [IEA, 2008] y pueden ser clasificados, según el lugar donde son instalados, en on shore (ubicados en tierra firme) y offshore (ubicados en mar abierto). La eficiencia de conversión teórica máxima de estos sistemas es de 60% (límite Betz), pero en la realidad, la eficiencia siempre será menor a este límite. Sin perjuicio de lo anterior, la eficiencia del proceso cobra menor relevancia si se considera que el recurso es gratuito [BWEA].*



Figura 8. Central Electrica Biomasa Lakeview, EEUU.  
Elaboración Propia.

### **Energía Marina:**

*La superficie del planeta Tierra está cubierta en cerca de un 80%, por agua, donde la mayor parte de ésta corresponde a océanos. El mar posee una serie de características que lo transforman en una alternativa de utilización como fuente de energía, dentro de las cuales se encuentran principalmente: el movimiento de las olas, la oscilación de las mareas, el flujo de corrientes marinas, los flujos de los estuarios y las variaciones de salinidad y temperatura.*

*En línea con aquellas características, es que se han desarrollado diversos sistemas para aprovechar la energía de las olas (undimotriz), de la variación de altura de las mareas (mareomotriz), de corrientes marinas y de las variaciones de temperatura y salinidad del agua. La mayoría de estas tecnologías se encuentran en etapa temprana de desarrollo, por lo cual aún presentan bajas eficiencias y altos costos, aunque variables de un sitio a otro, dependiendo de la tecnología específica y las características del lugar. La tendencia, y de acuerdo a la experiencia obtenida del desarrollo de otros sistemas de generación, indica que la masificación en el aprovechamiento del recurso, produciría mayor conocimiento, confiabilidad y menores costos de desarrollo.*

*Las tecnologías de las olas y corrientes de las mareas están en un estado de desarrollo similar a los de la industria eólica en 1980, los cuales podrían estar disponibles comercialmente, entre el 2015 y 2025 [SEI, 2005]. Según un reporte publicado por Bharatbook1 el año 2009 sobre el crecimiento de la industria a nivel mundial en energía marina, la capacidad instalada de esta energía al año 2009 fue de 270 MW y con un futuro esperado de 46.206 MW al año 2020.*



Figura 9. Central Electrica Mareomotriz, Rio Rance, Francia  
Fuente: internet [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rance\\_tidal\\_power\\_plant.JPG](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rance_tidal_power_plant.JPG)

## 2.0 PROBLEMÁTICA

### **Energía Hidroeléctrica:**

*Es la energía obtenida a partir de flujos superficiales de agua. El agua es un recurso renovable cuyo aprovechamiento es considerado como un proceso limpio, eficiente, confiable y durable, que incurre en bajos costos de mantención y operación. Además, presenta una larga vida útil y tiene un bajo impacto ambiental.*

*El aprovechamiento de este tipo de energía se realiza mediante la utilización de centrales hidroeléctricas, las cuales canalizan el agua para operar turbinas, que a su vez alimentan a equipos generadores que producen electricidad. Existen centrales hidroeléctricas de dos tipos: centrales de pasada, que aprovechan la energía cinética del agua, y centrales de embalse, que almacenan agua y cuya energía primaria es la potencial.*

En el caso de la energía hidroeléctrica, su consideración como ERNC es relativa, ya que en algunos países se fija como ERNC si se genera un máximo de 20 MW y en otros países un máximo de 40 MW por central generadora.

*"Las energías renovables no convencionales (ERNC) ya no son una utopía."... "Las energías renovables –que excluyen los grandes proyectos hidroeléctricos- aportaron 194 GW. Solo como referencia, cabe destacar que todo Chile genera 16,3 GW de electricidad anualmente. En 2010, las ERNC totalizaban una producción eléctrica a nivel mundial de 1.320 GW" <sup>9</sup>*

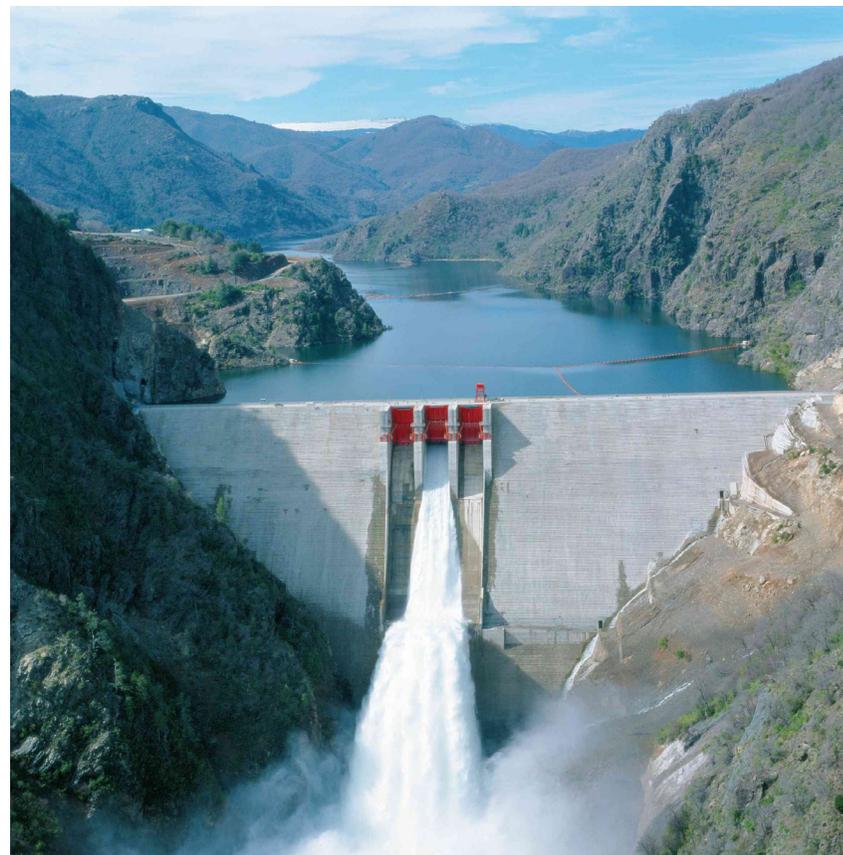


Figura 10. Central Hidroeléctrica Ralco, Santa Bárbara VIII Región del BioBio  
Fuente: CDEC-SIC.

## 2.0 PROBLEMÁTICA

### 2.5 ESCENARIO INTERNACIONAL

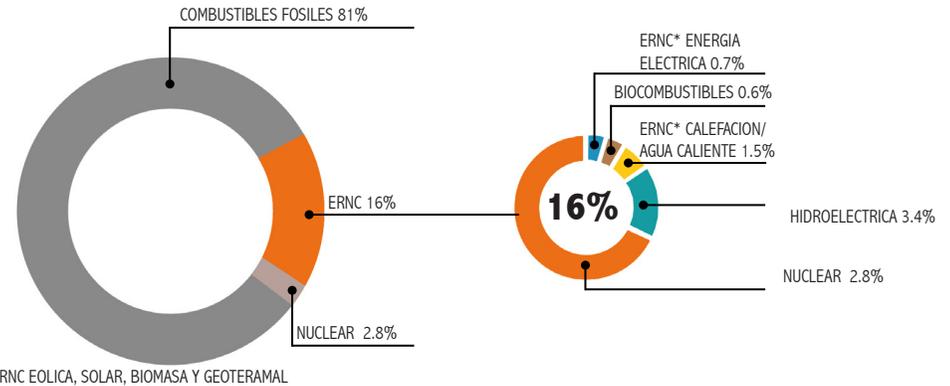
Como se cito anteriormente, las **ERNC**, considerando a la energía hidroeléctrica, **aportaron con 1.320 GW**, lo que corresponde alrededor del **20% del consumo eléctrico total a nivel mundial**, de este 20% el 90% corresponden a los proyectos hidroeléctricos, el 10% restante se divide entre biomasa, geotermia, eólica y solar.

*“La tendencia en ERNC de los últimos 10 años está marcada por un crecimiento sostenido de la participación de las ERNC en la matriz energética mundial, donde el aumento en los precios de los combustibles fósiles y la toma de conciencia por parte de la ciudadanía sobre el cambio climático ha permitido que se superen las expectativas y que se desarrollen y expandan de manera masiva” <sup>10</sup>*

Muchos países están tomando las **ERNC**, como una **necesidad**, para responder a los altos costos y escasos de los combustibles fósiles, y como un **deber con el medio ambiente** para así reducir las emisiones de CO2 y poder aportar a la descontaminación del planeta.

Países como China y EEUU han optado por **aumentar las inversiones** con respecto a las **ERNC** en conjunto con la **investigación y el desarrollo** de las tecnologías necesarias para disminuir los costos y aumentar la eficiencia de estas energías. Actualmente aparecen como los países potencia en cuanto a ERNC.

España y Alemania han optado por fuentes de ERNC para no ser tan dependientes de los combustibles fósiles. Alemania, líder en la aplicación de energía solar fotovoltaica, a optado por un plan de reducir sus emisiones de CO2 y su dependencia de los escasos y caros combustibles fósiles. *Dentro de los objetivos del país está reducir las emisiones de efecto invernadero a 2020 en un 40% respecto de los niveles de 1990; lograr que la producción eléctrica desde fuentes ERNC corresponda al 25%-30% a 2020 (la generación eléctrica ERNC alcanzó a 16,1% en 2009) y lograr que el 14% de la calefacción sea renovable en 2020 (en 2009 correspondió a 8,4%). Las iniciativas legales han sido claves en este sentido. <sup>11</sup>*



\*ERNC EOLICA, SOLAR, BIOMASA Y GEOTERMAL

Figura 11. Porcentaje de Energías Renovables en el Consumo Eléctrico Mundial 2009\_ Fuente: Renewables 2011 Global Status Report.

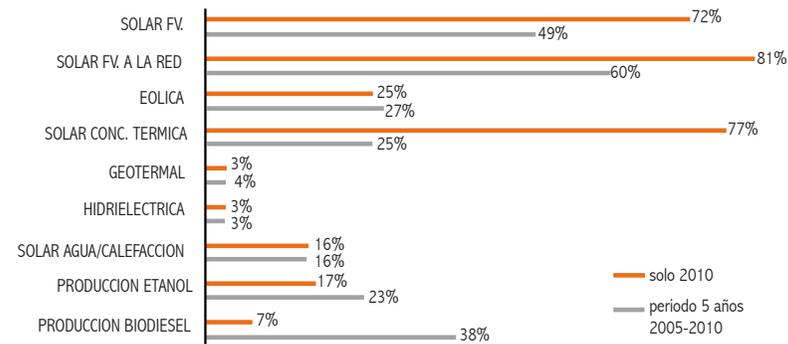


Figura 12. Promedio de Crecimiento de la Capacidad Instalada de ERNC y Producción de Biocombustible\_ Fuente: Renewables 2011 Global Status Report.

10\_ Entrevista a Carla Galleguillos, ex directora ejecutiva CER, Javiera Alcayaga www.extend.cl 22/oct/2010.

11\_ Artículo Revista Electricidad, en internet www.revistaei.cl

## 2.0 PROBLEMÁTICA

Además de lo anterior, Alemania se propone estar limpio de energía nuclear al año 2022, para darle paso a las nuevas formas de generar electricidad.

En el ámbito local sudamericano, Brasil encabeza la lista de inversiones realizadas a ERNC y a la capacidad eléctrica instalada en base a ERNC. El mejor ejemplo esta en que Brasil es uno de los principales productores de biocombustible, en conjunto con EEUU fabrican mas del 70% del etanol del mundo.

Las siguientes tablas muestran a los principales países en el ámbito de las ERNC, en cuanto a la inversión para aumentar la capacidad de las distintas fuentes y en cuanto a la capacidad instalada.

Nuevas Inversiones	Eólica	Solar FV.	Solar Calefacción/Agua Caliente	Producción de Etanol	Producción de Biodiesel
China	China	Alemania	China	EEUU.	Alemania
Alemania	EEUU.	Italia	Alemania	Brasil	Brasil
EEUU.	India	Rep. Checa	Turquía	China	Argentina
Italia	España	Italia	India	Canadá	Francia
Brasil	Alemania	EEUU.	Australia	Francia	EEUU

Figura 13. Principales Países en Aumentar Capacidad Instalada ERNC 2010\_ Fuente: Renewables 2011 Global Status Report.

Capacidad de ERNC Instalada (sin Hidro)	Capacidad de ERNC Instalada (con Hidro)	Eólica	Biomasa	Geotérmica	Solar FV.	Solar Calefacción/Agua Caliente.
EEUU.	China	China	EEUU.	EEUU.	Alemania	China
China	EEUU.	EEUU.	Brasil	Filipinas	España	Turquía
Alemania	Canadá	Alemania	Alemania	Indonesia	Japón	Alemania
España	Brasil	España	China	México	Italia	Japón
India	Alemania/India	India	Suecia	Italia	EEUU	Grecia

Figura 14. Principales Países Según Capacidad Instalada ERNC finales 2010\_ Fuente: Renewables 2011 Global Status Report.

## 2.0 PROBLEMÁTICA

### 2.6 ERNC EN CHILE.

Como vimos anteriormente, la matriz eléctrica chilena esta basada en combustibles fósiles, por lo tanto es una matriz actualmente dependiente, sucia y costosa. A partir de esto es necesario un cambio que permita disminuir la dependencia, disminuir los costos y disminuir la huella en el medio ambiente.

*“Porque Chile fue un país pobre en las energías del pasado, combustibles fósiles, gas, petróleo, carbón, pero es un país inmensamente rico en las energías del futuro, y eso lo sabemos todos, y la tecnología viene, ya esta golpeando nuestras puertas”<sup>12</sup>*

De los tipos de ERNC antes definidos contamos con todas ellas, y no en bajas cantidades, Chile es un país muy rico en ERNC.

El siguiente cuadro muestra el potencial bruto en MW de las ERNC disponibles en el país según el CER.



Figura 15. Potencial Bruto de ERNC en Chile\_ Fuente: Chile a Ciegas. La triste realidad de nuestro modelo energetico\_ Raúl Sohr.

**Las ERNC son una realidad en nuestro país**, están disponibles para poder explotarlas a gran escala, por lo cual pueden y deben ser parte importante de la matriz energética del país, tanto ahora como en el futuro.

A partir de esto, y para contextualizar el estado de las **ERNC** en nuestro país y su participación en el sistema eléctrico chileno, el CER establece en su reporte, correspondiente al año 2012, la **capacidad instalada de ERNC instalada a la red**. *“Actualmente la capacidad instalada ERNC conectada a los cuatro principales sistemas eléctricos del país corresponde a un **4,88%**, equivalente a un total de **873 MW**, siendo biomasa la tecnología con mayor presencia, con un 2,21%. En cuanto a cada sistema mayor, la capacidad instalada ERNC en el SIC equivale a un 6,3% de su total. Sin embargo, para el SING solo el 0,3% de lo instalado corresponde a ERNC.”<sup>13</sup>*

Los datos recién entregados acerca del potencial de ERNC en nuestro país mas los datos de participación en el sistema eléctrico demuestran la realidad de nuestra matriz energética y la poca importancia que se le da como una solución real a la diversificación de la matriz, la responsabilidad ambiental, la independencia de combustibles fósiles y a la reducción de costos para los usuarios.

## 2.0 PROBLEMÁTICA

La capacidad instalada en nuestro sistema corresponde a 18.277 MW (generación bruta) y el potencial bruto de la energía solar en nuestro país corresponde a 226.000 MW, solo a modo de comparación, con esta fuente de ERNC tenemos aproximadamente, 12,4 veces mas de capacidad instalada actual.

Debido al gran potencial en ERNC y a la falta de ellas en la matriz energética es que en el año 2008 se redacta la Ley 20.257 *LA LEY GENERAL DE SERVICIOS ELÉCTRICOS RESPECTO DE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON FUENTES DE ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES*.

Esta Ley define a las ERNC las que cumplan con las siguientes características:

*“aa) Medios de generación renovables no convencionales: los que presentan cualquiera de las siguientes características:*

*1) Aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía de la biomasa, correspondiente a la obtenida de materia orgánica y biodegradable, la que puede ser usada directamente como combustible o convertida en otros biocombustibles líquidos, sólidos o gaseosos. Se entenderá incluida la fracción biodegradable de los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios.*

*2) Aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía hidráulica y cuya potencia máxima sea inferior a 20.000 kilowatts.*

*3) Aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía geotérmica, entendiéndose por tal la que se obtiene del calor natural del interior de la tierra.*

*4) Aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía solar, obtenida de la radiación solar.*

*5) Aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía eólica, correspondiente a la energía cinética del viento.*

*6) Aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía de los mares, correspondiente a toda forma de energía mecánica producida por el movimiento de las mareas, de las olas y de las corrientes, así como la obtenida del gradiente térmico de los mares.*

*7) Otros medios de generación determinados fundadamente por la Comisión, que utilicen energías renovables para la generación de electricidad, contribuyan a diversificar las fuentes de abastecimiento de energía en los sistemas eléctricos y causen un bajo impacto ambiental, conforme a los procedimientos que establezca el reglamento.*

*ab) Energía renovable no convencional: aquella energía eléctrica generada por medios de generación renovables no convencionales.*

*ac) Instalación de cogeneración eficiente: instalación en la que se genera energía eléctrica y calor en un solo proceso de elevado rendimiento energético cuya potencia máxima suministrada al sistema sea inferior a 20.000 kilowatts y que cumpla los requisitos establecidos en el reglamento.”<sup>14</sup>*

Esta ley busca, entre otras cosas:

- *Obligación para los generadores en que al menos un 5% de la energía que se retira del sistema debe ser provista por fuentes renovables no convencionales (2010), A partir de esa fecha, este porcentaje se incrementará gradualmente en 0,5% anual, hasta llegar al 10% en el año 2024. Y se fija una multa de 0,4 UTM por cada mega watt-hora de déficit respecto de su obligación.*
- *Fondos concursables de fomento.*
- *Liberación de peajes para las generadoras de menos de 9 MW. al sistema troncal*
- *Asegurar la compra de energías provenientes de fuentes renovables.*<sup>15</sup>

Esta ley establece los parámetros y lineamientos generales para la generación de energía en base a ERNC y las responsabilidades de las empresas en esta área, pero no

14\_ Definición ERNC según LEY 20.257.

15\_ En internet <http://ecodesarrollo.cl/portal1/content/view/84/2/>, en base a la ley de fomento de ERNC.

## 2.0 PROBLEMÁTICA

establece ni menciona la responsabilidad del gobierno en este ámbito. Solo aparece como regulador y no como una entidad responsable del fomento, investigación y desarrollo de estas energías.

Ahora, debido a la **gran cantidad de ERNC con la que se dispone el país**, el actual gobierno al comienzo de su mandato, propone la ley 20/20 la cual fue aprobada por el senado en enero de este año modificando a la actual Ley 20.257 de fomento a las Ernc antes mencionada.

La Ley 20/20 busca:

- Incorpora una meta obligatoria de ERNC de 20% en la matriz al año 2020
- Incorpora la gradualidad de 2% anual entre 2014 y 2020, en el cumplimiento de esta obligación conforme el siguiente cuadro:

Obligación	% Ley 20257	% Proyecto Ley 20/20
2011	5,0%	5,0%
2012	5,0%	5,0%
2013	5,0%	5,0%
2014	5,0%	7,0%
2015	5,5%	9,0%
2016	6,0%	11,0%
2017	6,5%	13,0%
2018	7,0%	15,0%
2019	7,5%	17,0%
2020	8,0%	20,0%

Figura 16. Comparación Ley 20257 y Propuesta 20/20\_ Fuente: Sara Larrain, para portal web [www.elpost.cl](http://www.elpost.cl).

-Se incorporan los sistemas medianos a la obligación de cumplir la meta (Aysén, Magallanes)

-Establece que al menos 50% de la obligación debe realizarse en los sistemas interconectados SIC y SING.

-Establece que las multas por no cumplimiento no liberan del cumplimiento de la meta ERNC (hoy el pago de la multa libera el incumplimiento de la cuota)

-Establece que todos los contratos quedan afectos a la obligación de inyectar ERNC al año 2020.-Establece una facultad para que el Ministerio de Energía pueda efectuar procesos de licitación bianual para proyectos ERNC. <sup>16</sup>

## 2.0 PROBLEMÁTICA

### 2.7 PROYECTOS DE ERNC EN EL PAÍS.

Hay proyectos de ERNC construidos en funcionamiento, aprobados sin construir y en calificación.

El cuadro 1.7 muestra los proyectos construidos de ERNC en funcionamiento. Incluyendo los proyectos hídricos de más de 40MW.

El Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) es la entidad del gobierno encargada de entregar la autorización y de evaluar el impacto ambiental de los proyectos de generación de energía. *“Todo proyecto de generación eléctrica que supere los 3 MW de potencia, así como líneas y subestaciones de alta tensión (más de 23 kV), debe obtener los permisos ambientales que certifican que cumple con la regulación ambiental vigente, para lo que se debe someter al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)”*

*“El proyecto se puede ingresar al sistema utilizando el formato de DIA (Declaración de Impacto Ambiental) o EIA (Evaluación de Impacto Ambiental), dependiendo de las características del proyecto a desarrollar. Una DIA consiste en una declaración jurada en la que se declara que se cumple con la legislación ambiental vigente, acompañada de los antecedentes que sean procedentes, mientras que el EIA requiere de la presentación de estudios acabados, los que pueden tener bastante profundidad. Por lo general, proyectos pequeños y proyectos ERNC como minihidro y parques eólicos (aún de tamaño considerable) pueden acogerse al formato DIA, mientras que proyectos mayores deben ingresar con un EIA.”<sup>17</sup>*

El CER en su reporte anual recopila la información acerca la cantidad de MW totales de los proyectos construidos en operación, aprobados, en construcción y en calificación. Figura



Cuadro 17. Proyectos ERNC en Funcionamiento\_ Fuente: En Internet, [www.chilenerenuevaenergias.cl](http://www.chilenerenuevaenergias.cl).

Estado	Operación MW	Construcción MW	RCA aprobada, sin construir MW	En calificación
<b>Mini-Hidro</b>	278	110	187	121
<b>Eólica</b>	205	100	2853	2174
<b>Biomasa</b>	394	51	38	7
<b>Solar</b>	1	3,9	2050	1289
<b>Geotermia</b>	0	0	50	70
<b>Total</b>	878	264	5177	3660

Figura 18 Potencia ERNC Proyectos Actuales y futuros\_ Fuente: Reporte CER Octubre 2012.

RCA: Resolución de Calificación Ambiental.

17\_ Evaluación ambiental publicado por portal web [www.centralenergia.cl](http://www.centralenergia.cl)

## 2.0 PROBLEMÁTICA

### 2.7.1. ERNC, parte de una solución.

*“Llama la atención que haya varios miles de MW de ERNC con sus aprobaciones para ser construidos o en proceso de calificación, pero pocas iniciativas que estén generando energía. La razón de esto es simplemente por la carencia de un marco regulatorio adecuado para que se desarrollen las ERNC en Chile”.<sup>18</sup>*

A la problemática base de la matriz eléctrica chilena se suma la constante necesidad de aumentar la capacidad instalada, la meta de cumplir con el 20% de ERNC de aquí al año 2020 y el costo de la tecnología para lograrlo, y la falta de interés para apoyar, investigar y desarrollar las ERNC.

A comienzos de este año, en la cena anual de la energía, el presidente enfatizaba las riquezas de nuestro país en energías del futuro, pero en el pasado septiembre, el gobierno decide postergar las medidas para alcanzar la meta al año 2020, quitándole el apoyo a la ley 20/20 considerándola poco factible. Además, se llama a la aprobación de las centrales termoeléctricas para lograr responder de manera rápida y eficiente al aumento de nuestra matriz.

Las razones por las cuales se realiza el anuncio no han sido publicadas y tampoco se ha evidenciado el por qué se quita el apoyo a un proyecto, que estaba fundamentado y que era 100% viable al momento que se planteo.

La directora del programa Chile Sustentable, Sara Larraín, se refiere a la falta de compromiso con el proyecto 20/20:

*¿Por qué al gobierno, los sectores que representa y las autoridades energéticas (venidas directamente de las empresas energéticas) no les conviene, ni patrocinan el proyecto? La respuesta es evidente: porque desplaza casi 900 MW de proyectos termoeléctricos a carbón ya informados por las empresas generadoras al gobierno, y porque además las nuevas tecnologías ERNC implican la entrada de nuevas empresas a la competencia del mercado eléctrico, lo que no le conviene a las tres que hoy dominan el sector. Es decir asistimos a un bloqueo de mercado para limpiar y diversificar nuestra matriz, y el Presidente Piñera sigue escuchando a quienes desean mantener sus ganancias a costa del interés público que clama por cambios estructurales el desarrollo energético.<sup>19</sup>*

Más allá de los problemas antes indicados para la mejora de la matriz eléctrica, están las trancas políticas y sobre todo los conflictos de intereses por parte de las empresas dominantes en el sector eléctrico, los mismos que establecen que la tecnología no está disponible, que es necesario duplicar la capacidad instalada y que agregar ERNC al sistema generaría un problema, ya que no está construido para eso. Más allá de los problemas técnicos y económicos que dicen existir, esto es un problema político y falta un gobierno comprometido que se haga parte de la solución.

Una investigación realizada por Bloomberg New Energy Finance (BNEF) encomendada por el Consejo para la Defensa de los Recursos Naturales (Natural Resources Defense Council, NRDC) para la evaluación de datos acerca del costo nivelado de la energía (Levelised Cost of Energy, LCOE)\*

El análisis realizado entrega datos importantes acerca de la competitividad de las ERNC en el sistema chileno, los costos de la tecnología necesaria para su aplicación y la realidad acerca del crecimiento de la matriz eléctrica, buscando desmentir los “mitos” que no permiten aumentar el porcentaje de participación de las ERNC en la matriz y que respaldan el hecho de que Chile puede y debe inclinarse por las ERNC.

A modo de resumen, los resultados indican que:

- *La demanda eléctrica se duplica cada 10 años:*

*o Propuesta: Para que esto suceda, la demanda debe crecer al 7% al año.*

*o Realidad: Para el SIC y el SING, el aumento de demanda estará en torno al 4,0% anual o menos. Es consecuencia de mayor eficiencia y cambios tecnológicos que están ocurriendo en el mundo y Chile. Esto implica que para duplicar la demanda deben pasar al menos 15 a 17 años.*

- *ERNC es demasiado cara:*

*o En general, las ERNC se harán cada vez más competitivas con las fuentes convencionales de energía.*

\*\_ Representa un costo constante por unidad de generación que se calcula para comparar el costo de generación de diferentes tecnologías.

18\_ Alfredo Solar Pinedo, Presidente ACERA, Asociación Chilena de Energías Renovables a.g.

19\_ Publicación de Sara Larraín para portal web [www.elpost.cl](http://www.elpost.cl)

*o Las nuevas fuentes de biogás, pequeñas hidroeléctricas, biomasa, energía eólica terrestre y energía geotérmica ya compiten con los costos de las principales tecnologías de Chile de grandes hidroeléctricas y termoeléctricas de gas natural. Muy pronto, la energía solar también podrá competir.*

*o La volatilidad de los combustibles fósiles aumentan la competitividad de la ERNC.*

*o Aunque el análisis no lo considera, determinados factores externos como la huella de carbono, la contaminación del aire y el agua y los efectos en el ecosistema, aumentan la competitividad de la ERNC.*

*- NO existen otras alternativas económicas a Hidroaysén salvo mas carbón y mas combustibles fósiles:*

*o En el Área del SIC existen recursos que permiten hasta triplicar la generación eléctrica de aquí al 2030.*

*o Integración segura de la ERNC, energía eólica e hidroeléctrica. La energía eólica e hidroeléctrica se han utilizado de manera conjunta en todo el mundo.*

*o Cuando la energía eólica desplaza a la hidroeléctrica, se conserva el agua en las represas.*

*o Cuando la energía eólica reemplaza a la energía térmica, se evita el costo de combustible.*

*o Las fuentes de energía hidroeléctricas flexibles y el enorme potencial de Chile en ERNC implican que el costo adicional generado por la variabilidad (denominado "costo de integración") es muy bajo.*

*"Las Energías Renovables No Convencionales redujeron un 11% los costos del SIC en 2011. Esta cifra es mucho mayor al ahorro de US\$ 129 millones que generaron en el 2010, según el estudio realizado para la ACERA"... otro efecto que la generación con ERNC produjo en 2011 según el mismo reporte fue evitar la emisión de 500.000 toneladas de CO2." <sup>20</sup>*

Las ERNC Chile ya son una realidad, son parte de una solución, ahorran dinero, son limpias y deben ser parte del futuro energético. Los medios e interesados en invertir están, solo falta que exista una autoridad que se haga parte de esto y que así las ERNC sean una solución real a la problemática energética del país.

*"Teniendo en cuenta los recursos renovables de alta calidad de Chile, la caída de los precios de tecnología de ERNC y el aumento de los precios de combustible fósil, importantes fuentes de generación de ERNC ya son competitivas en Chile. Todas las tecnologías de ERNC estudiadas se volverán cada vez más competitivas durante las próximas décadas. Para captar todo el potencial a fin de mejorar el rendimiento y de reducir los costos, se deben implementar políticas que amplíen el sector y que incluyan la estimulación de los mercados de ERNC y el aumento de oportunidades para los generadores de ERNC. De esta manera, Chile puede garantizar los beneficios de una mayor seguridad e independencia energética, así como una menor degradación ambiental a partir de la integración, a gran escala, de tecnologías de ERNC en la cartera de generación energética de Chile." <sup>21</sup>*

20\_ El Mercurio jueves 3 de mayo 2012.

21\_ Por Douglass Sims, NRDC, abogado y experto en financiamiento de proyectos energéticos.

## 2.0 PROBLEMÁTICA

### 2.8 ENERGÍA SOLAR, ENERGÍA EN DESARROLLO Y POTENCIA EN CHILE

*“La energía solar que recibe a diario la Tierra supera inmensamente el consumo humano. Al expresarla en términos de potencia, estimaciones sitúan esta cantidad entre 89.0000 TW y 122.000 TW” .... “Este potencial supera en 5.800 veces los 15,2 TW de potencia que constituyeron el consumo de toda la humanidad el año 2005”.<sup>22</sup>*

Para entender el por qué de la **elección de la energía solar** es necesario conocer como se da esta energía en Chile, el gran potencial que estamos desaprovechando, y porqué se destaca por sobre las otras ERNC que, como vimos anteriormente, están presentes a lo largo de todo Chile y a gran escala.

La elección de la energía solar como la ERNC que busca desarrollar mi proyecto de título, se basa en el gran potencial que tiene Chile para producir electricidad en base a la energía solar, el rápido avance de esta tecnología, en cuanto a precios y eficiencia, a la fácil predicción y control de la energía a generar debido a las condiciones climáticas de las zonas aptas para la generación eléctrica solar y por el aumento de proyectos que buscan sumar potencia al sistema en base a esta energía.

**Chile cuenta con los mejores índices de radiación solar a nivel mundial,** *“en el norte de Chile, hay alrededor de 80.000 km<sup>2</sup> de área con más de 5,5 horas de radiación solar directa por día, la que recibe del orden de  $1,32 \times 10^7$  GWh de energía solar al mes, 226 veces el consumo eléctrico total de Chile en 2009”<sup>23</sup>.* La energía solar en Chile se presenta desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de Los Lagos, siendo una constante de Arica hasta La Serena, en el resto de las regiones y sobre todo en las zonas costeras la energía solar se ve interrumpida por la nubosidad, pero de todas formas se cuentan con índices aceptables hasta Pto. Montt.

**La energía disponible a generar entre Arica y La Serena va desde 3,661 kWh/m<sup>2</sup> día hasta los 4,500 kWh/m<sup>2</sup> día** aproximadamente del promedio anual. Los valores disminuyen ya que la radiación solar en la zona costera disminuye debido a la nubosidad, por lo que la radiación solar en las zonas cordilleranas aumentarían de forma considerable.

La siguiente tabla entrega el promedio anual de radiación solar a lo largo de todo el país establecidos por el ingeniero Pedro Sarmiento al año 2006.

Región	Radiación Solar (kcal/m <sup>2</sup> .día)	Radiación Solar (kWh/m <sup>2</sup> .día)
I	4,554	3,916
II	4,828	4,151
III	4,346	3,737
IV	4,258	3,661
V	3,520	3,027
VI	3,676	3,161
VII	3,672	3,157
VIII	3,475	2,988
IX	3,076	2,645
X	2,626	2,258
XI	2,603	2,238
XII	2,107	1,812
RM	3,570	3,070
Antártica	1,563	1,344

Figura19. Promedio Anual Radiación Solar por Región\_Fuente: Pedro Sarmiento, 2006.

22\_ ENERGY AT THE CROSSROADS, VACLAV SMIL, Global Science Forum Conference on Scientific Challenges for Energy Research Paris, May 17-18, 2006.

23\_ Thomas D. Gray ingeniero, con experiencia en energía solar in situ, Publicación portal web centralenergia.cl.

## 2.0 PROBLEMÁTICA

Un Publicación realizada por el Ingeniero Civil Joaquin Barañao, cofundador del portal web centralenergia.cl, establece una comparación de los principales puntos de generación eléctrica a partir de un esquema de radiación solar mundial.

*“Las zonas rojizas muestran aquellas áreas de mayor radiación, destacando entre ellas el desierto de Atacama. Los 5 círculos en su conjunto representan la superficie requerida para generar 15 TW de energía suponiendo un 8% de eficiencia. Esta cantidad de energía representa casi la totalidad de los 15,2 TW de energía primaria consumidos por la humanidad el año 2005.*”

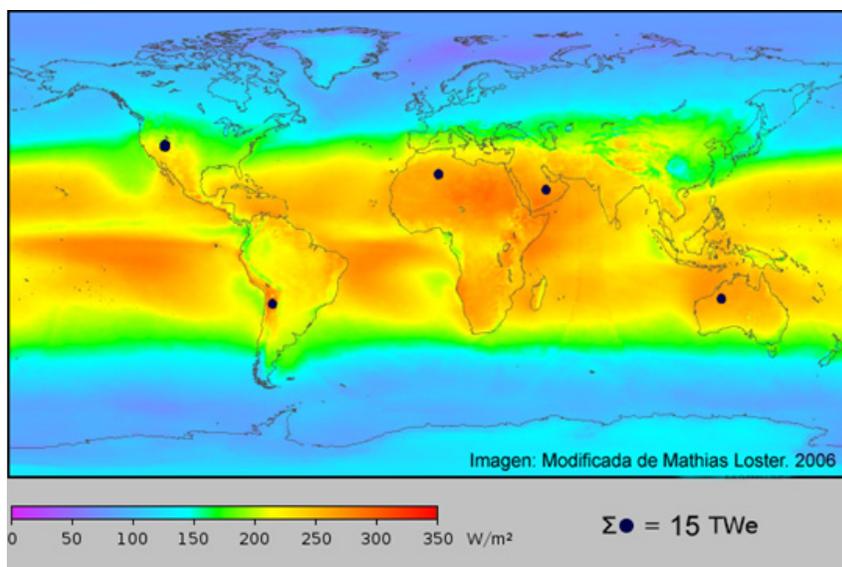


Figura 20. Radiación Superficie Terrestre\_Fuente: Mathias Loster, 2006.

*La tabla siguiente muestra la superficie requerida en los 5 desiertos seleccionados entre los lugares de mayor radiación del mundo. En ellos, destaca el desierto de Atacama como el lugar de mayor radiación en el mundo. Es, por lo tanto, el lugar del mundo donde menor superficie e inversión se requiere para generar una unidad de energía.”<sup>24</sup>*

Ubicación/Desierto	Radiación (W/m <sup>2</sup> )	Km <sup>2</sup> para generar 3 TW.
África, Sahara	260	144,2
Australia, Great Sandy	265	141,5
Medio Oriente, Árabe	270	138,9
Chile, Atacama	275	136,4
EE.UU, Great Basin	220	170,5

Figura 21. Radiación Superficie Terrestre Sobre Ciertos Lugares\_Fuente: Fuente: J. Bishop y W. Rossow, Spatial and temporal variability of global surface solar irradiance, J. Geophys. Res. 96, 1683916858 (1991). International Satellite Cloud Climatology Project (ISCCP).

## 2.0 PROBLEMÁTICA

Dentro de esta publicación se hace un ejercicio, cuantos km<sup>2</sup> se necesitarían para satisfacer el 100% de las necesidades energéticas del país. Se toma como referencia la demanda energética del año 2007, la cual fue de 56,5 TWh y se supone un rendimiento equivalente a una de las plantas solares mas grandes del mundo, la española de Beneixama, con 1.934 kwh/m<sup>2</sup> año calculado con la radiación propia del desierto de atacama. Para lograrlo se calculó que es necesario una planta fotovoltaica de 27,5 km x 27,5 km.



Figura 22. Superficie necesaria para abastecer la necesidad energética del país.

**Según el informe del CER para el estado global de las ERNC en Chile**, se coloca en segundo lugar a la energía solar en donde, después de la energía eólica, los proyectos en construcción, aprobados y en vías de calificación **aportarían 3.342,9 MW de potencia que serían agregados al sistema eléctrico.**

**La Energía solar en Chile tiene un gran potencial**, la cantidad de proyectos que se irán sumando al sistema aportarán un importante porcentaje tanto en el total de ERNC como en el total generado por los 4 sistemas participantes en el país.

El hecho de tener los mejores índices de radiación en el mundo, nos permitiría ser uno de los principales países en cuanto al uso de energía solar. Las tecnologías necesarias en esta área avanzan día a día, a través de la investigación, desarrollo y la innovación en el uso de la energía solar.

La falta de interés por parte del estado chileno para avanzar en esta tecnología deja un vacío en esta área, adicional al vacío de las ERNC en general. Si tenemos las mejores condiciones para producir energía eléctrica en base a energía solar, por que no aprovechar estas condiciones para investigar, desarrollar nuevas técnicas y formas de utilizar la energía entregada por el sol. Chile podría ser un referente en energía solar y nos estamos quedando atrás.

## 2.0 PROBLEMÁTICA

### 2.8 USOS DE LA ENERGÍA SOLAR

La energía solar es una sola, pero hay distintas formas de aprovecharlas. Además de conocer el gran potencial de la energía solar en nuestro país, es importante saber como funciona y que aplicaciones tiene.

Esta energía se relaciona con dos tipos de usos, los cuales se pueden desarrollar de distintas formas, estos son el aprovechamiento térmico y la generación eléctrica.

#### APROVECHAMIENTO TÉRMICO

Es aprovechar el calor del sol a través de colectores diseñados para capturar el calor, para luego utilizarlo para modificar la temperatura a través de la energía térmica generada.

Los colectores se dividen en 2 grupos, colectores de Baja Temperatura y colectores de Alta Temperatura.

#### COLECTORES DE BAJA TEMPERATURA

Corresponden a los colectores que captan calor a bajas temperaturas utilizado, a un nivel domiciliario con usos en calefacción, agua caliente sanitaria y climatización de piscinas. Por otra parte estas las cocinas solares, que apuntan a la concentración del calor para cocinar alimentos.



Figura 23. Colector Solar Plano.



Figura 24. Colector Solar de Tubos.



Figura 25. Tubo doble de vidrio con fluido portante de calor.

#### Colectores Solares

Existen dos tipos de colectores solares.

- Colector solar plano: funciona a través de la circulación de un fluido que aumenta su temperatura al pasar por el panel, el cual funciona como una caja, con una cara vidriada orientada al sol para captar el calor. El resto de caras deben estar aisladas para impedir las pérdidas de calor.

- Colector solar de tubos de vacío: este tipo de panel está compuesto por tubos de vidrio doble aislados del exterior, creando una cámara de vacío entre sus paredes. Existen 2 formas para utilizar este sistema.

o Colectores de Flujo directo, en donde el funcionamiento es similar al colector solar plano ya que el fluido circula por el tubo expuesto al sol calentando el fluido a lo largo del recorrido.

o Colectores Heat-Pipe: es similar al colector de flujo directo, la diferencia es que el fluido portador de calor se evapora al calentarse, realizando el intercambio de calor en el extremo superior del tubo. Luego de realizar el intercambio de calor hacia el fluido principal, el fluido portador de calor se enfría y se condensa otra vez. Este sistema permite disminuir el deterioro de los tubos, ya que una vez que todo el fluido se evapora el tubo absorbe menos calor.

## 2.0 PROBLEMÁTICA

### Cocinas Solares:

Son dispositivos que concentran el calor para cocinar y calentar alimentos.

- Cocina Solar de Concentración: se basa en la concentración de la radiación solar en un punto a través de un reflector parabólico. Permite hervir agua y freír alimentos debido a que alcanza altas temperaturas.

- Cocina Solar de Horno o Caja: es similar a un horno de cocina convencional, la diferencia está en que se basa en la radiación solar para cocinar los alimentos. Este horno o caja solar esta térmicamente aislada, permitiendo el paso de la radiación y concentrándola en el interior.

### Otros usos:

Técnica Invernaderos: dejar pasar la radiación solar y, a partir de ella, aumentar o mantener la temperatura interior por sobre la exterior. El mismo efecto sucede en la tierra debido a los gases que conforman nuestra atmosfera. En este caso el efecto se produce a través de materiales de revestimiento anti reflectantes plásticos que permiten controlar la transmitancia y capacidades de aislamiento.

Desalinización del agua: A través de la radiación solar se puede destilar el agua salada, liberándola de la sal, minerales y metales pesados.

Figura 26. Cocina Solar de Concentración.



Figura 27. Cocina Solar de Horno.



### COLECTORES SOLARES DE ALTA TEMPERATURA

Horno Solar: El horno solar de Odeillo, Francia, es un centro de investigaciones dependiente del Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) y es el horno solar más grande del mundo.

*“Funciona por concentración de los rayos solares mediante espejos reflectantes. Una primera serie de filas de espejos orientables (63 en total) y situados sobre una ligera cuesta, recogen los rayos solares y los transmiten hacia una segunda serie de espejos “concentradores” que forman la enorme parábola en el edificio principal. Los rayos convergen a continuación hacia la zona superior del edificio central que los concentra sobre un objetivo, una superficie circular de 40 cm de diámetro, 18 metros delante de la parábola. Usando este método, la temperatura en el objetivo puede alcanzar los 3400°C.*

*Esta energía es usada para la investigación en muchas áreas incluyendo la ingeniería solar (sistemas de energía solar avanzados), la química solar y la física aplicada.”<sup>25</sup>*

El principal uso para los hornos y concentradores solares es la generación de energía eléctrica, aspecto que será descrito en los usos de energía solar para generar electricidad.

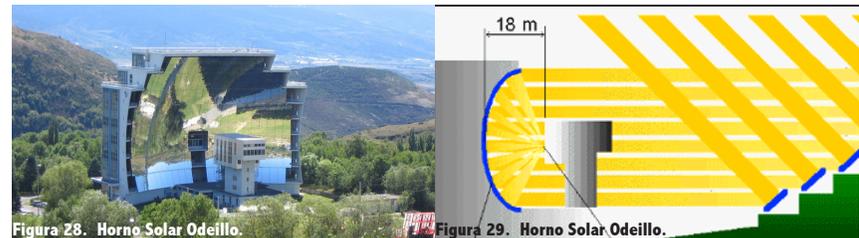


Figura 28. Horno Solar Odeillo.

Figura 29. Horno Solar Odeillo.



Figura 30. Horno Solar Odeillo.

25\_ En Internet <http://unabrevehistoria.blogspot.com/2008/01/el-horno-solar-de-odeillo.html>.

## 2.0 PROBLEMÁTICA

Arquitectura Solar Pasiva:

Estrategias de diseño arquitectónico y construcción que permitan la comodidad térmica de un espacio sin la necesidad de ocupar algún artefacto activo para la climatización de los espacios.

Algunas de estas estrategias son fachadas ventiladas, techos ventilados, ventilaciones cruzadas, revestimientos aislantes, cubiertas vegetales, muros trombe, etc.

### GENERACIÓN ELÉCTRICA.

Consiste en la utilización de la energía entregada por el sol para generar electricidad. Esto se puede lograr de dos maneras, a través de paneles fotovoltaicos y a través de centrales termo-solares

### ENERGÍA FOTOVOLTAICA.

Foto = Luz y Voltaica = Energía, Pertenciente o relativo a la generación de fuerza electromotriz por la acción de la luz (Def. RAE). Esta energía se aprovecha mediante paneles o módulos compuestos por placas conocidas como celdas fotovoltaicas, estas placas están compuestas de dos capas silicio, una con tensión negativa y otra con tensión positiva, material semiconductor capaz de generar electricidad cuando se expone a la radiación solar. La Luz esta compuesta por fotones, los cuales son capaces de transportar energía.

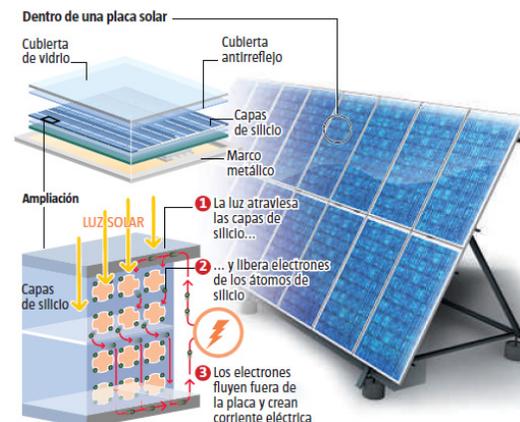


Figura 31. Funcionamiento celda fotovoltaica.

La celda fotovoltaica, al estar expuesta a la luz directa del sol absorbe el fotón, lo que libera un electrón y al mismo tiempo un protón, conocido como Hueco. *“El principio de una célula fotovoltaica es obligar a los electrones y a los huecos a avanzar hacia el lado opuesto del material en lugar de simplemente recombinarse en él; así, se producirá una diferencia de potencial y por lo tanto tensión entre las dos partes del material, como ocurre en una pila.”*<sup>26</sup>

Los módulos fotovoltaicos son muy utilizados a una escala domiciliaria, estos pueden estar conectados al sistema eléctrico local o simplemente funcionando de forma autónoma. Para la generación de electricidad a gran escala en base a los módulos fotovoltaicos, existen las plantas fotovoltaicas conectadas al sistema eléctrico local o entregando la energía directamente a un recinto, comunidad, ciudad, etc.

El proceso de generación eléctrica, tanto para sistemas fotovoltaicos aislados en vivienda, como las plantas fotovoltaicas, es el mismo. La única variación (además de la superficie que ocupan los paneles) es la cantidad de electricidad que se genera y por lo tanto los equipos deben estar capacitados para esa cantidad.

El siguiente esquema muestra el funcionamiento de los paneles fotovoltaicos en una instalación aislada para una vivienda

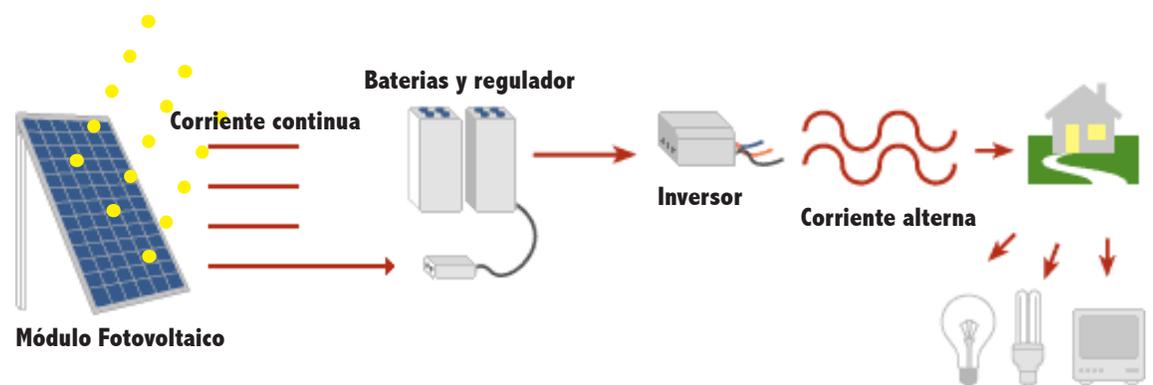


Figura 32. Sistema fotovoltaico aislado.

26\_ En internet [http://www.esco-tel.com/Paneles\\_solares\\_como\\_funcionan.html](http://www.esco-tel.com/Paneles_solares_como_funcionan.html)

## 2.0 PROBLEMÁTICA

### ENERGÍA TERMOSOLAR.

Este tipo de generación eléctrica es de escala industrial, así como las plantas fotovoltaicas, una planta termosolar necesita un área considerable para las instalaciones propias de la planta.

A diferencia de las plantas fotovoltaicas, las plantas termosolares utilizan el calor entregado por el sol y el proceso para generar energía es similar a las plantas termoeléctricas que abundan en nuestro país, pero sin combustibles fósiles, utilizando una fuente de energía limpia y renovable. El funcionamiento de estas plantas es a través de espejos, los cuales concentran los rayos solares hacia un punto receptor alcanzando los  $1000^{\circ}\text{C}$ , con el fin de calentar un fluido utilizado para la generación de vapor. El vapor generado mueve una turbina generando electricidad.

Existen distintos tipos de generación eléctrica termosolar, todas ellas en base a espejos. Estas son:

- Central de Torre: Consiste en un una serie de espejos concéntricos orientados a una torre en donde se concentra el calor, el calor calienta un fluido el cual se usa para elevar la temperatura del agua y generar vapor, este mueve una turbina haciendo girar al mismo tiempo un generador. La energía generada se inyecta directamente al sistema eléctrico local.

- Central de Disco Parabólico: Utiliza un espejo parabólico como un motor ubicado en el foco en donde el calor acumulado aumenta la temperatura del aire activando el motor la que a su vez mueve una turbina para generar la electricidad.

- Central de Cilindro Parabólico: En este sistema se utilizan espejos cilíndricos que por el eje de cada cilindro corre un fluido, los espejos apuntan a este fluido el cual se calienta para generar vapor, fuente que permite mover el generador eléctrico.

- Fresnell: Este sistema consiste en un campo de espejos primarios que apuntan a un tubo absorbente. Los espejos reflejan la luz hacia el tubo, por encima de este tubo hay otro espejo que capta la luz sobrante de los espejos inferiores, re direccionándola nuevamente al tubo. Por el tubo absorbente circula un fluido el cual se utiliza para generar vapor, el cual impulsa una turbina activando un generador para producir la electricidad.



Figura 33. Central Termosolar de Torre, Central PS10, Sevilla.

Fuente: En internet <http://centrales termosolares.50webs.com/DOCUMENTOS/Torre.html>

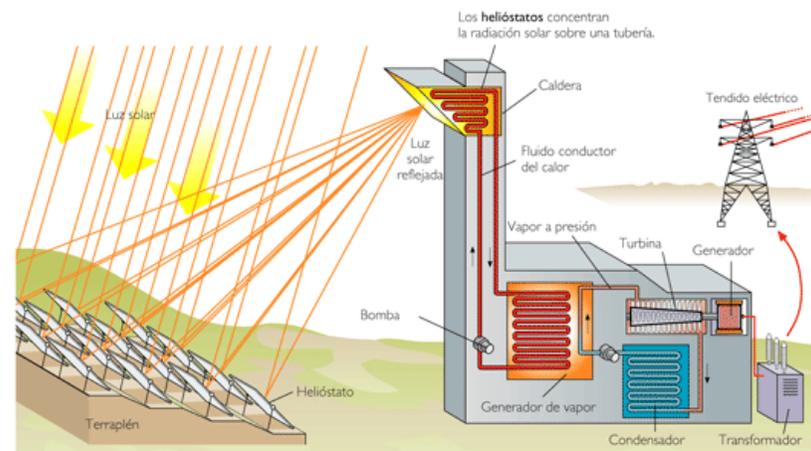


Figura 34. Esquema funcionamiento Central termosolar de torre.

Fuente: En internet <http://centrales termosolares.50webs.com/DOCUMENTOS/Torre.html>

# 2.0 PROBLEMÁTICA

Figura 35.  
Ejemplo Central  
Discos Parabolicos.



Figura 37.  
Ejemplo  
Central Cilindros  
Parabolicos.

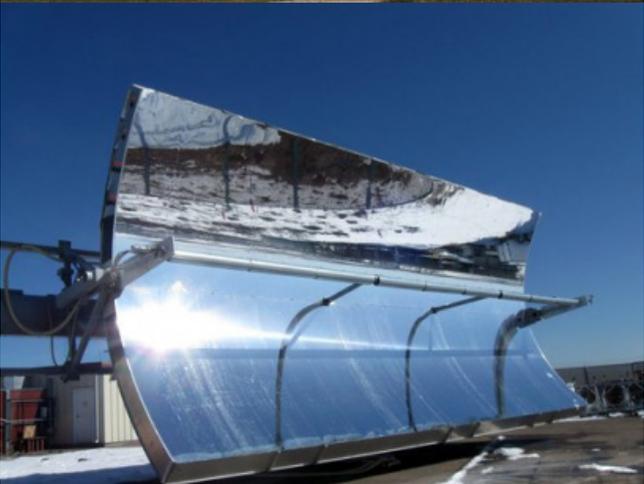


Figura 39.  
Ejemplo Central  
Fresnell.



Copyright Ferrosaal / Hauke Dressler

Figura 36.  
Funcionamiento  
Central Discos  
Parabolicos.

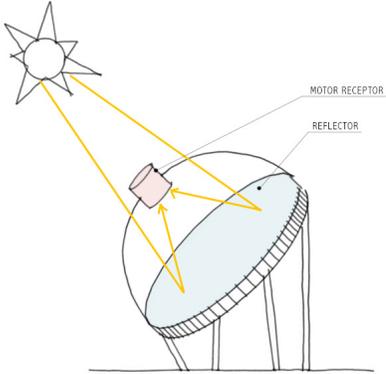


Figura 38.  
Funcionamiento  
Central Cilindros  
Parabolicos.

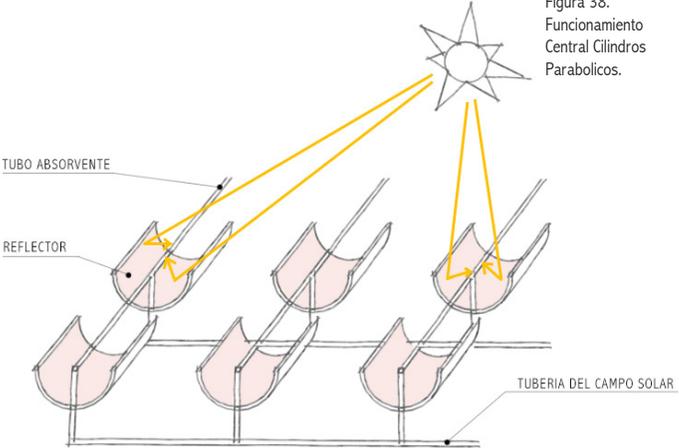
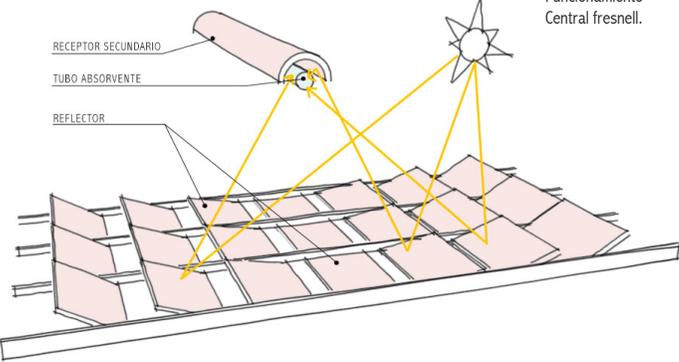


Figura 40.  
Funcionamiento  
Central fresnell.



## 2.0 PROBLEMÁTICA

### 2.10 INICIATIVAS SOLARES EN CHILE

Si bien no existen proyectos fotovoltaicos ni termosolares que entreguen grandes cantidades de electricidad al sistema (1 MW según reporte CER), existen ciertas iniciativas aisladas del sistema eléctrico que aportan al consumo de ciertos establecimientos. Además de estas iniciativas ya construidas están los proyectos en construcción, los proyectos aprobados, los proyectos en vía de certificación e ideas de inversionistas extranjeros que buscan explotar el potencial del norte grande de nuestro país.

Algunas de iniciativas son:

#### FRANQUICIA TRIBUTARIA PARA LA INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE AGUA CALIENTE SANITARIA:

Busca facilitar la implementación de paneles solares térmicos en las viviendas nuevas lo que podría facilitar el acceso masivo a fuentes de energías renovables. *“La iniciativa apunta a impulsar el desarrollo de la energía solar, al subvencionar la instalación de paneles solares para el calentamiento de agua sanitaria. Los montos subvencionados varían de acuerdo al valor de la vivienda y podrían alcanzar un ahorro promedio anual de casi el 75 por ciento.*

*La ley 20.365, que sólo espera su reglamento para entrar en vigencia, es un mecanismo mediante el cual el gobierno pretende impulsar la implementación de esta tecnología en el país. De acuerdo con el sistema, los porcentajes subvencionados van desde el 20 por ciento para las viviendas más caras (entre 3.500 y 4.500 UF) hasta el 100 por ciento en las viviendas de menos de 2 mil UF.”<sup>27</sup>*

En el artículo publicado por plataforma urbana, también se comentan algunas desventajas de la franquicia, las cuales afectarían directamente a los consumidores. *“Igualmente, quedan ciertas dudas sobre el traspaso del beneficio al consumidor. Las empresas constructoras pueden llegar a elevar el valor de las viviendas, ya que la instalación de los paneles conlleva un fuerte atractivo, generando que la subvención sea más una ficción que una realidad. En esta medida, los únicos que sacarían utilidades de la estrategia serían las empresas constructoras, pues por un lado aumentarían la calidad de sus viviendas a la vez que traspasarían esos costos al consumidor. Entonces, en lugar de que el subsidio suponga una transferencia del fisco al usuario de la vivienda, las utilidades podrían ser capturadas por el agente inmobiliario.”<sup>28</sup>*

Además de las críticas realizadas por el artículo, las cuales comparto plenamente, no existe una entidad certificadora en cuanto a la calidad de los paneles y su instalación. La calidad de fabricación puede variar según el fabricante o incluso el país de importación, y para poder aplicarlos como una mejora a las viviendas es necesario que sea una mejora real, en donde los paneles funcionen como se planea y para lograrlo debe existir una entidad calificadora y certificadora de los elementos solares a instalar en las viviendas futuras. Una institución como ésta debe estar en un lugar con las condiciones óptimas para probar y aprobar la tecnología solar.

Costo Vivienda (UF)	Cubre
0 - 2.000	100%
2.000 – 3.000	40%
3.000 – 4.500	20%

Figura 41. Subsidio Franquicia Tributaria.



Figura 42. Viviendas sociales con instalación de colectores solares.

27\_ Plataforma Urbana, [www.plataformaurbana.cl](http://www.plataformaurbana.cl)

28\_ Plataforma Urbana, [www.plataformaurbana.cl](http://www.plataformaurbana.cl)

## 2.0 PROBLEMÁTICA

### AEROPUERTO CHACALLUCA, ARICA:

Sistema eléctrico compuesto de 152 módulos fotovoltaicos generando 30Kw/h, aportando al 60% de la demanda del aeropuerto.

### UNIVERSIDAD ADOLFO IBÁÑEZ:

Sistema compuesto por 36 paneles fotovoltaicos, con una capacidad de 12KW de potencia. El ministro Bunster declaró en la inauguración, *“En los últimos años la demanda por energía en Chile se ha elevado a un ritmo acelerado. El aumento de la población y el crecimiento de la economía nos ponen frente a un desafío clave: aumentar nuestra capacidad de generación, lo que va estrechamente ligado a mejorar y robustecer nuestras vías de transmisión. . . Chile se encuentra en un momento clave, en que potenciar políticas energéticas en torno a la implementación y difusión de energías renovables no convencionales es imperativo”*<sup>29</sup>

### UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLO:

Sistema fotovoltaico con una potencia instalada de 18 KW, a partir de 90 paneles solares fotovoltaicos permiten un ahorro del 40% del consumo total de la facultad de humanidades y educación en Casona de las Condes.

### PLANTA FOTOVOLTAICA CALAMA SOLAR 3:

Planta ubicada en el Desierto de Atacama. Está construida para suministrar energía a la mina de Chuquicamata, CODELCO. Tiene una potencia instalada de 1 MW y genera 2,69 GWh/año de energía.

### PLANTA FOTOVOLTAICA SUBSOLE

Esta planta se ubica en la Región de Atacama y su función principal es abastecer de energía eléctrica al sistema de bombeo de aguas subterráneas para los cultivos de uva de mesa de la empresa Subsole S.A. La planta tiene una potencia instalada de 330 Kw y genera 626 MWh/año de energía.



Figura 43. Paneles Solares aeropuerto Chacalluta, Arica.



Figura 44. Paneles Solares UNAB



Figura 45. Paneles Solares UAI.



Figura 46. Planta Fotovoltaica en Calama, Codefco.



Figura 47. Planta Fotovoltaica Subsole, Región de Atacama.

29\_ Declaración Ministro Bunster inauguración paneles solares UAI.

## 3.0 PROYECTO

LUGAR

A partir de los antecedentes de nuestra matriz energética, los problemas de escases de combustibles, altos niveles de contaminación de la matriz, alta dependencia de los combustibles fósiles, poca diversidad en cuanto a tipos de fuentes energéticas participantes y el potencial en energía solar con el que disponemos es que propongo un **Centro de Investigación y Desarrollo de Energía Solar.**

La falta de instancias para investigar, desarrollar, entender, probar, enseñar y demostrar como funciona esta tecnología son un hecho en nuestro país. Si bien existen instancias de investigación como el laboratorio solar de la USACH, de la UTFSM, el nuevo laboratorio fotovoltaico de la Universidad Adolfo Ibáñez en conjunto con la empresa EOSOL New Energy y las iniciativas de la Universidad de Chile en la facultad de ingeniería, ninguna de estas son realizadas en zonas del país en donde se puede aprovechar el potencial solar que tenemos.

Así como se estableció en los objetivos el CIDES buscar establecer un centro a nivel país, con las condiciones optimas para la investigación, para la certificación tanto de la tecnología solar como de los profesionales. Al mismo tiempo, fomentar y difundir la energía solar a través del turismo y la relación con la comunidad en donde el emplazamiento juega un rol fundamental.

## 3.0 PROYECTO

LUGAR

## 3.0 PROYECTO | LUGAR

### 3.1 PROYECTO PLANTA FOTOVOLTAICA + UNIVERSIDAD DE CHILE.

La decisión para ubicar el proyecto se toma a partir de la iniciativa de un Ingeniero de la Universidad de Chile, Roberto C. Soto, quien es dueño de un terreno en el Valle del Elqui. Su intención es donar los terrenos para el proyecto a la Universidad de Chile con el fin de que la Universidad gestione un proyecto fotovoltaico para así poder “*ayudar a que la Universidad de Chile mejore su financiamiento porque vive momentos difíciles dado que el aporte estatal ha ido disminuyendo hasta llegar a un 10% en la actualidad*”.<sup>30</sup>

### 3.2 CONTEXTO MACRO.

El terreno donado para el proyecto fotovoltaico se ubica en la 4ta Región de Coquimbo, provincia del Elqui, comuna de Vicuña, específicamente en el Valle del Elqui.

La comuna de Vicuña tiene una superficie de 7.694 km<sup>2</sup>, ocupa parte importante de la sección media y superior del río Elqui, siendo la cuenca del río Elqui parte importante de la comuna. Vicuña es la segunda comuna mas grande del país y concentra cerca del 12% de la población de la provincia del Elqui. Su distancia a la comuna de La Serena es de 62 km y se unen a través de la Ruta 41, la cual conecta La Serena con la cuenca del Elqui hasta el límite con Argentina.

Vicuña limita al norte con la comuna de Alto del Carmen, al este con la Cordillera de los Andes y el límite con Argentina, al sur con las comunas de Paihuano y Río Hurtado y al Oeste con las comunas de La Higuera, La Serena y Andacollo.

El Valle del Elqui es una cuenca producida por el curso del Río Elqui. Esta cuenca nace en la Cordillera de los Andes de sus principales afluentes, el río Turbio desde el Oriente y el río Claro o Derecho desde el Sur, aportando aguas al Río Elqui en el Periodo de deshielos.

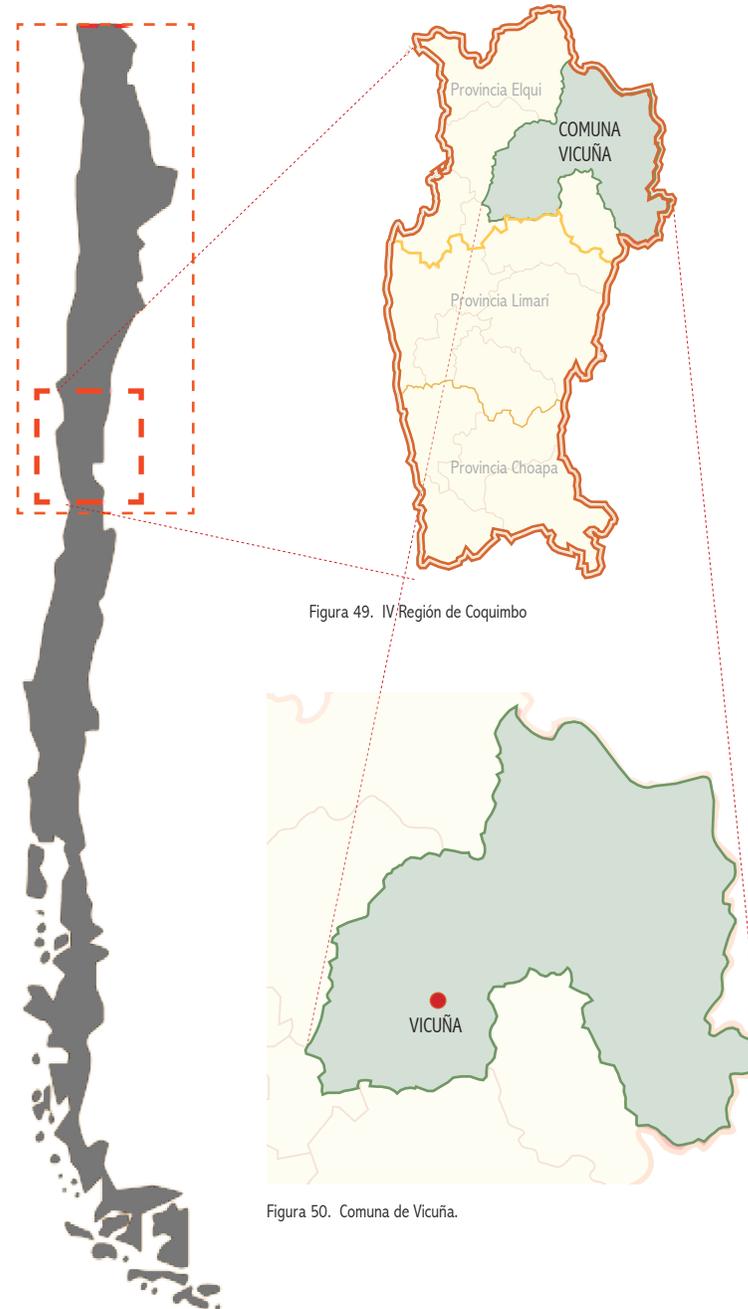


Figura 49. IV Región de Coquimbo

Figura 50. Comuna de Vicuña.

Figura 48. Esquema Chile Continental.

# 3.0 PROYECTO | LUGAR

En cuanto a los asentamientos humanos, la comuna de Vicuña esta compuesta por la ciudad de Vicuña y por varias aldeas y caseríos ubicados a lo largo del valle. Según el Censo del año 2002, en la comuna de vicuña habitan un total de 24.010 habitantes, de los cuales 12.910 corresponden a la ciudad de Vicuña y 11.100 a zonas rurales.

En el informe del INE, Chile Ciudades, Pueblos, Aldeas y Caseríos, se detallan las ciudades, pueblos, aldeas y caseríos de cada región.

Las definiciones de cada categoría son:

- Ciudad (cd):** Entidad Urbana que posee mas de 5.000 habitantes.
- Pueblo (pb):** Entidad urbana con una población que fluctúa entre 2.001 y 5.000 habitantes, o entre 1.001 y 2.000 habitantes y cumple el requisito de actividad económica.
- Aldea (Al):** Asentamiento humano, concentrado con una población que fluctúa entre 301 y 1.000 habitantes; excepcionalmente se asimilan a Aldeas, los centros de turismo y recreación entre 75 y 250 viviendas concentradas, que no alcanzan el requisito para ser considerados como pueblo.
- Caserío (Cs):** Asentamiento humano con nombre propio que posee 3 viviendas o más cercanas entre sí, con menos de 301 habitantes y que no forma parte de otra entidad.

Estos Caseríos y aldeas son:

<b>Aldeas:</b>	<b>Caseríos:</b>	EMBALSE PUCLARO	TOTORALILLO
DIAGUITAS	LA CORTADERA	PUNTA AZUL	GUANTA
PERALILLO	LA VIÑITA	VILLA EL ARRAYÁN	QUEBRADA GUANTA
LOURDES VILLASECA	MAITENCILLO BAJO	PLANTA ALMENDRAL	LOS LINDEROS
ANDACOLLITO	EL ARENAL	POLLA ALTA	
EL TAMBO	LA TOTORITA	EL MOLLE	
LA COMPAÑÍA	EL PERAL	DOS PINOS	
LA CALERA	MAMALLUCA	EL SAUCE	
MARQUESA	EL CALICHE	LA ARBOLEDA	
NUEVA TALCUNA	PULLAYE	TALCUNA ALTA	
RIVADAVIA	LA CAMPANA	VIÑITA	
	INIA	VIÑITA ALTA	
	LAS ARENAS	LAS MERCEDES	
	SAN CARLOS	RÍO CLARO	
	EL ALMENDRAL	CHAPILCA	

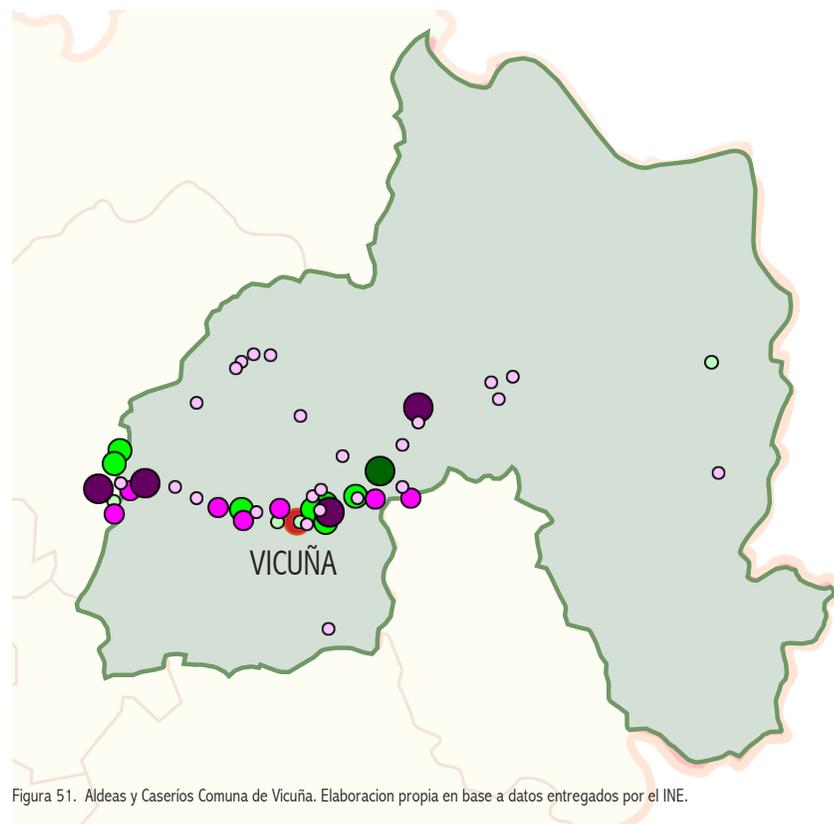
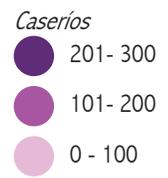


Figura 51. Aldeas y Caseríos Comuna de Vicuña. Elaboracion propia en base a datos entregados por el INE.



Figura 52. Comuna de Vicuña y Comunas colindantes. Elaboracion propia según datos geográficos de la comuna.

## 3.0 PROYECTO | LUGAR

Vicuña y la zona del Valle del Elqui se caracterizan por su clima, sus cielos despejados, la vegetación y su geomorfología, propiedades del lugar que la han potenciado como un punto turístico tanto a nivel regional como a nivel país.

### CLIMA Y VEGETACIÓN

La zona del Valle del Elqui se caracteriza principalmente por su condición climática, gran sequedad atmosférica y cielos limpios. Con una oscilación térmica de 10 ° promedio en verano y 8° promedio en invierno.

El clima de la zona corresponde a un Clima de Estepa con Gran Sequedad Atmosférica. *“Se presenta hacia el interior de la región, desde donde no se percibe influencia oceánica y donde las precipitaciones invernales son suficientes para eliminar los rasgos desérticos y se extiende por toda la extensión transversal hasta la frontera con Argentina. Su principal característica son los cielos predominantemente despejados, baja humedad relativa, temperaturas elevadas durante el día debido a que ocupa una zona dentro o sobre la capa de inversión térmicas, aunque en la noches las temperaturas descienden bastante.”*<sup>31</sup>

Debido al tipo de clima que se presenta en la zona el “mal tiempo” es poco frecuente en la zona no cordillerana del Valle del Elqui y las precipitaciones se presentan de forma irregular ascendiendo a 90-100 mm al año lo cual deriva en el rasgo semiárido del paisaje.

Según la clasificación entregada por la norma chilena nch – 1079 Zonificación climático habitacional para Chile y recomendaciones para el diseño arquitectónico, en donde se divide el país en 9 zonas climáticas, la clasificación correspondiente a la zona del Valle del Elqui en la comuna de Vicuña corresponde a *“Norte Valle Transversal(NVT): ocupa la región de los cordones y valles transversales al oriente de la zona NL (Norte Litoral), excluida la Cordillera de los Andes por sobre 400 m y desde pueblo hundido hasta el valle del río Aconcagua, excluido. Las ciudades que la constituyen son: Pueblo Hundido, Copiapó, Vallenar, Vicuña, Ovalle, Combarbalá e Illapel.”*<sup>32</sup>

Esta zona se caracteriza por:

- Zona desértica, sin lluvias, calurosa.
- Atmósfera limpia con fuerte radiación solar.
- Noches frías.

31\_ Definición climática [www.mapasdechile.com](http://www.mapasdechile.com)

32\_ Norma chilena Nch-1079 Zonificación Climático habitacional para Chile.

- Fuerte oscilación diaria de temperaturas.
- Ambiente seco.
- Vegetación casi nula.

Las condiciones climáticas que se presentan en esta zona definen la vegetación característica del valle, la que forma parte importante en la caracterización y definición del paisaje tan característico de la zona.



Figura 53. Cactus Valle del Elqui\_Elaboración Propia.



Figura 54. Vista a cultivos, Valle del Elqui\_Elaboración Propia

## 3.0 PROYECTO | LUGAR

La vegetación de la cuenca del Elqui se caracteriza por la predominancia de las cactáceas típicas de las zonas áridas, sobre todo en laderas norte. En la flora típica encontramos algunas especies de Cactus, como los Quiscos y Quisquitos, también Algarrobos, Aromos. En las quebradas y otras zonas se encuentra Quillay, Litre, Guayacán, Colliguay, Maitén. A esto se suman los arboles frutales, paltos y cítricos, y el fuerte desarrollo de Vid, utilizado para la elaboración de pisco y vinos, siendo esta última parte importante del desarrollo económico de la zona.

### PAISAJE

El paisaje se construye a partir del clima, la vegetación y la morfología del lugar. A nivel geomorfológica encontramos los elementos que componen la geografía de nuestro país Cordillera de los Andes, Valles Transversales característicos del norte chico, Cordillera de la Costa y Planicies Litorales.

El paisaje característico del valle se ve marcado por la longitudinalidad del valle transversal acentuada por el Río Elqui, las quebradas y marcadas pendientes que intersecan el recorrido del valle. Al mismo tiempo, la vegetación se va haciendo parte de este paisaje y comienza una transición entre el valle fértil y la aridez del los cerros.



Figura 55. Vista a cultivos, Valle del Elqui. Fuente [www.Astrol.cl](http://www.Astrol.cl)

Figura 56. Croquis corte esquemático cuenca Río Elqui. Elaboración propia.

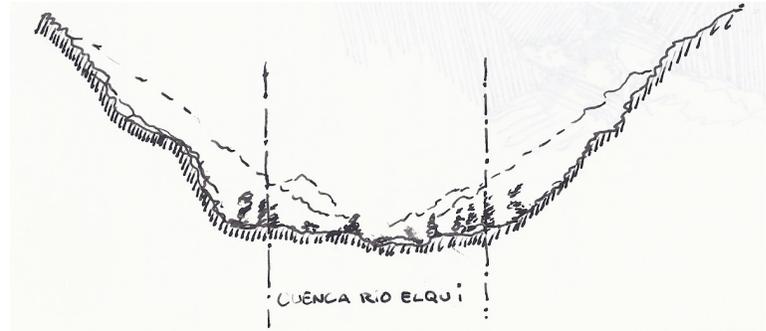


Figura 57. Croquis cuenca Río Elqui. Elaboración propia.



Cordones montañosos interrumpen el recorrido y vistas del valle. Sucesión de capas y alturas, que generan distintas vistas y espacios.

La llegada de las quebradas al valle generan espacios protegidos, permitiendo la extensión de terrenos de cultivos hacia la cordillera.

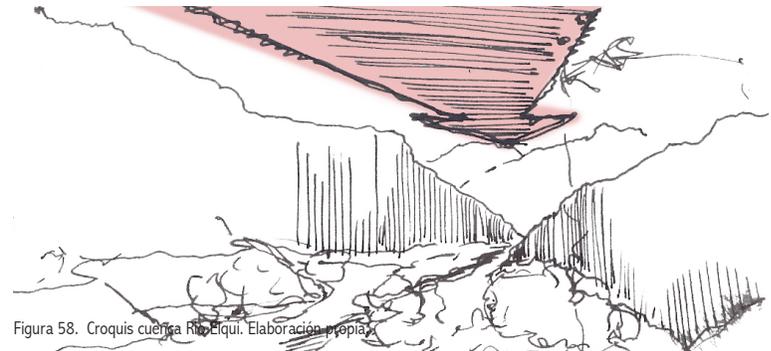


Figura 58. Croquis cuenca Río Elqui. Elaboración propia.

Longitudinalidad propia del valle acentuada por el curso del Río Elqui y los cordones montañosos que enmarcan el valle.

## 3.0 PROYECTO | LUGAR

### ACTIVIDADES ECONÓMICAS

No solo la belleza del paisaje se ha transformado al valle del Elqui en lo que conocemos hoy, también, es gracias a sus actividades económicas y productivas las que han ayudado a potenciar el carácter de la zona, en donde las actividades agrícolas se presentan como la principal actividad de la zona, actividad que además se hace parte del turismo.

La agricultura es la mayor fuente de ocupación laboral (37,3% según Censo 2002) superando al resto de las actividades económicas de la comuna, comercio 14,5%, manufactura 8,0% y minería 4,0%, en donde el comercio, determinante del desarrollo urbano de la comuna, y la manufactura han adquirido un papel complementario a la agricultura. Este desarrollo ha marcado el carácter rural de la comuna con un 46,23% de la población y el resto es repartido en el espacio comunal en la ciudad de Vicuña, caseríos y aldeas a lo largo del valle.

Uno de los objetivos del CIDES apunta al fomento de la energía solar a través de la relación con la gente, los habitaciones de comunidades cercanas y el turismo. Gracias a las características del lugar, el Valle del Elqui es un atractivo turístico importante a nivel país.

Si bien el turismo no es una de las principales actividades económicas de la comuna, en cuanto a generación de empleo, es una actividad que va en constante crecimiento y tiene un papel muy importante en el funcionamiento económico del valle que además ha potenciado el carácter agrícola a través de la industria pisquera y vinícola.

Algunos focos turísticos son:



Figura 59. Ptos. de interés turístico a nivel macro.

## 3.0 PROYECTO | LUGAR

Según los datos del PLADECO de la Municipalidad de Vicuña, “la IV Región de Coquimbo, es visitada por más de 700.000 personas sólo en la temporada alta ( diciembre, enero y febrero ), de los cuales más de 400.000 personas visitan a Vicuña y el Valle de Elqui, en una suerte de “excursionismo por el día”, con baja pernoctación en la zona nuestra. En el contexto comunal el total de visitantes considera aproximadamente un 85 % de chilenos, y un 15% de extranjeros.”<sup>33</sup>

Vicuña es una zona turística que va creciendo y que si bien en su mayoría corresponde a visitas por el día, existe la intención por parte de las autoridades de potenciarla como un destino que permita pasar varios días, aumentando la capacidad alojamientos y servicios. “Para la actual demanda de servicios, la comuna posee establecimientos de alojamiento ( hoteles, hostales, cabañas y residenciales) que ofrecen una cifra cercana a las 900 camas. A esto se suman establecimientos gastronómicos que pueden atender en su conjunto a más de 1.000 personas.”<sup>34</sup>

Actividad	Numero de personas trabajando	%
<b>Agricultura, Ganadería, Silvícola.</b>	2.616	37,3
<b>Pesca.</b>	12	0,2
<b>Minas.</b>	284	4,0
<b>Industria Manufacturera.</b>	562	8,0
<b>Electricidad, Gas, Agua.</b>	49	0,7
<b>Construcción.</b>	526	7,5
<b>Comercio.</b>	1.017	14,5
<b>Hoteles, Restaurantes.</b>	166	2,4
<b>Comunicaciones, Transporte.</b>	368	5,2
<b>Intercambio Financiero.</b>	21	0,3
<b>Inmobiliaria, Empresas.</b>	274	3,9
<b>Administración Publica.</b>	220	3,1
<b>Enseñanza.</b>	381	5,4
<b>Servicios Sociales, Salud.</b>	129	1,8
<b>Otras actividades Comunidad.</b>	142	2,0
<b>Servicios Domésticos.</b>	238	3,4
<b>Organismos extraterritoriales.</b>	17	0,2
<b>Total.</b>	7.022	100

Figura 60. Cuadro con actividades económicas Comuna de Vicuña.

33\_ PLADECO Vicuña

34\_ PLADECO Vicuña

## 3.0 PROYECTO | LUGAR

### 3.3 TERRENO PROYECTO FOTOVOLTAICO

El terreno se ubica en el Valle del Elqui, entre las ciudades de La Serena y Vicuña, casi equidistante entre ellas.

Consta de unas 4.000 ha aproximadamente, de las cuales 2.000 estarían aptas para generar energía eléctrica fotovoltaica. La principal característica es que el terreno está compuesto por cerros, en donde se pueden alcanzar alturas desde 900 m hasta 1400 m sobre el nivel del mar. Su accidentada geografía no permite la utilización del terreno en un 100% para la generación de energía solar, por lo que los terrenos aptos serán las laderas norte y los que no se vean afectados por el cono de sombra producido por una cima más alta.



Figura 62. Terreno donación parque fotovoltaico.

Figura 61. Ubicación del terreno con respecto al Valle del Elqui.



En base a la información generada por el programa Google Earth, en cuanto al asoleamiento del terreno, los siguientes esquemas muestran las sombras proyectadas en los terrenos en las condiciones más críticas en cuanto a la proyección de sombra. Las imágenes se referenciaron a la fecha 21 de junio a las 10 am y a las 6 pm respectivamente.

Los datos aquí entregados son una aproximación, ya que al momento de planear la planta fotovoltaica será necesario realizar mediciones y análisis físicos en el terreno.

En invierno las condiciones son muy variables, debido a los distintos niveles en el terreno y a la inclinación del sol, que en esta periodo del año alcanza su punto más bajo en el solsticio de invierno.

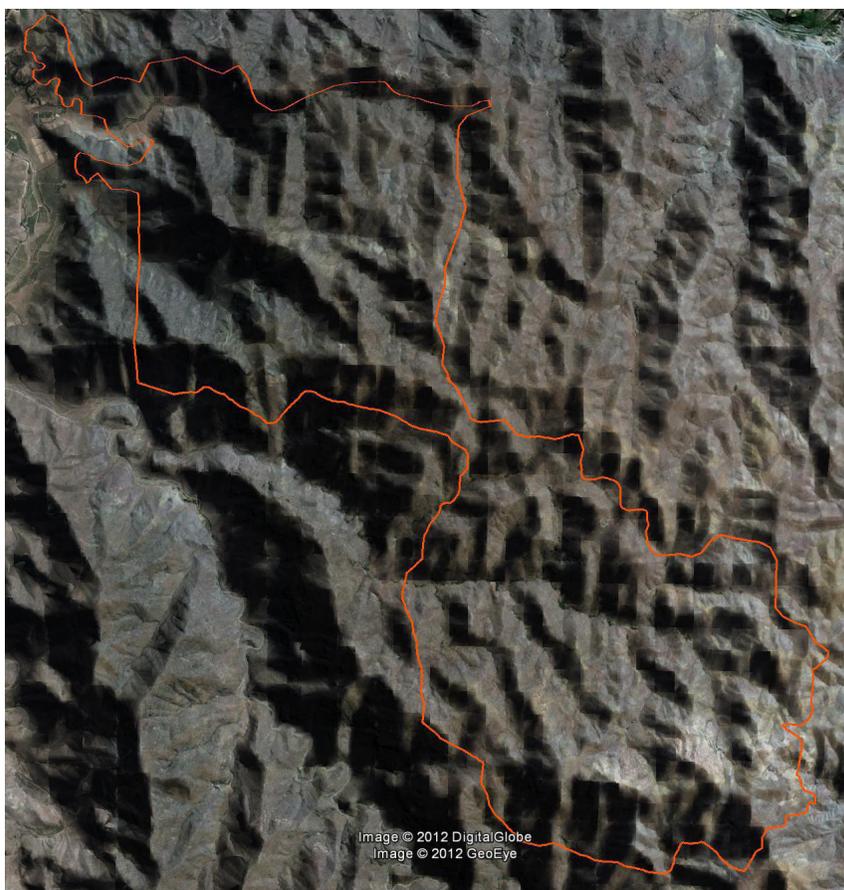


Figura 63. Proyección de sombras 10 am.

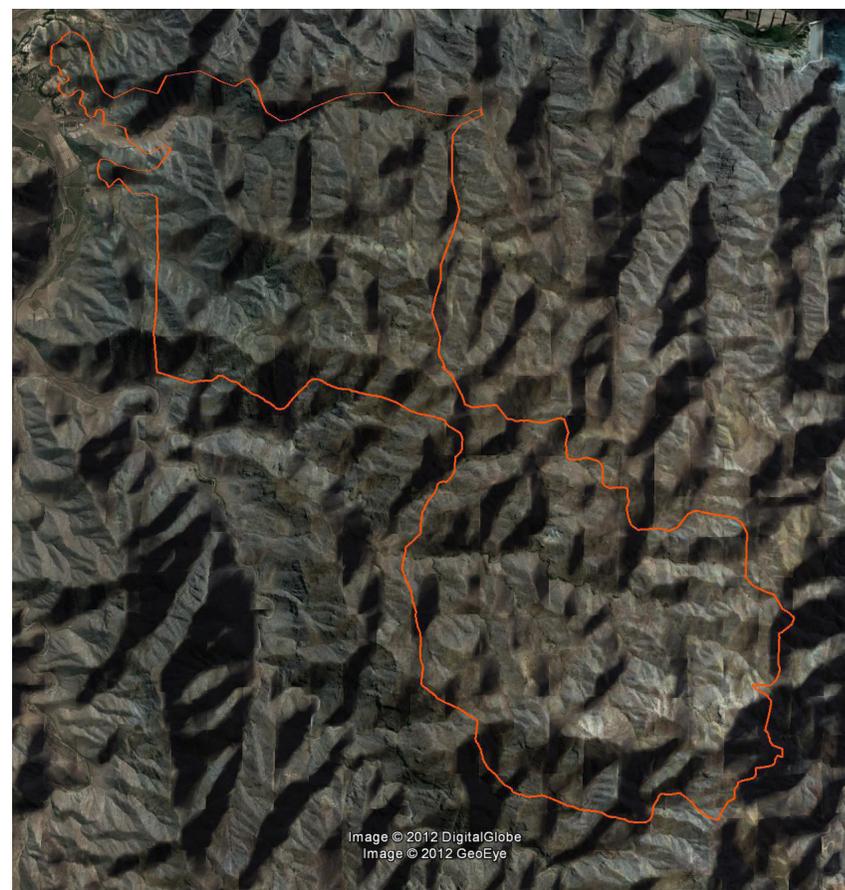


Figura 64. Proyección de sombras 6 pm.

En verano las condiciones son mucho más estables. Las imágenes a continuación se referenciaron el día 21 de Diciembre a las 10 am y a las 6 pm respectivamente.

Comparando con las imágenes anteriores, las condiciones de radiación solar son mucho más estables durante este periodo del año. La variación, con respecto a la exposición solar de los terrenos, es muy leve entre estas horas.

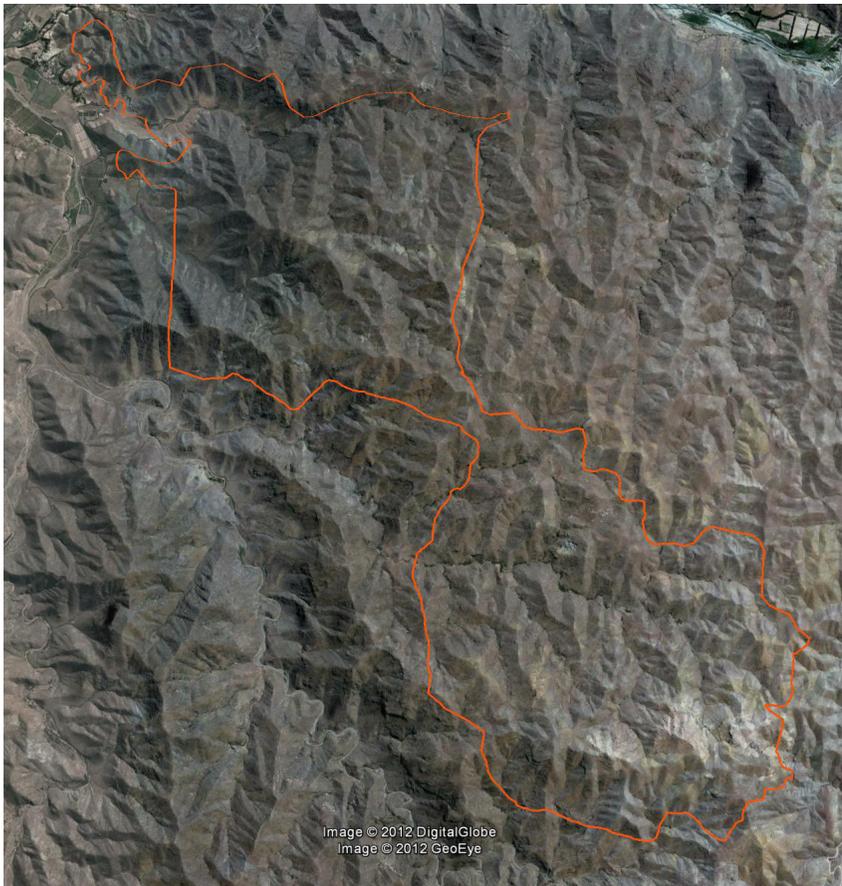


Figura 65. Proyección de sombras 10 am.

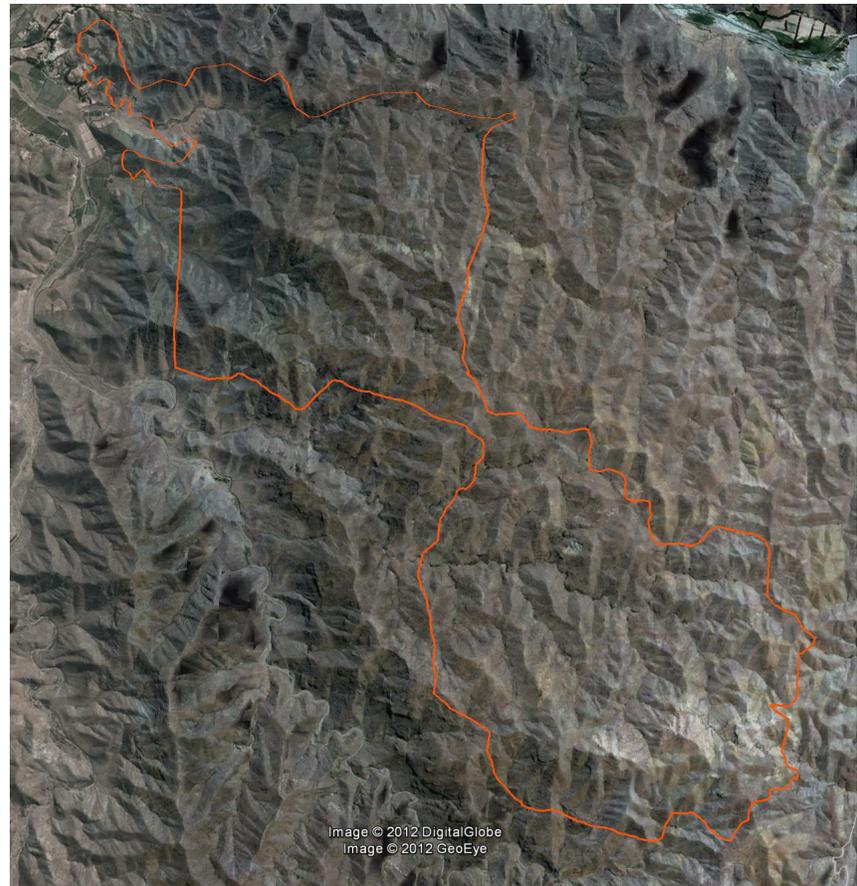


Figura 66. Proyección de sombras 6 pm.

A partir del observatorio Solar, proyecto realizado por la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile en conjunto con el Ministerio de Energía, se extraen los datos de irradiación recibida en el terreno.

Los datos entregados por el reporte generado, son a partir de un punto del terreno, estos establecen que *“La cantidad de radiación que recibe en un punto depende del Angulo de incidencia de los rayos con respecto a la superficie receptora. La irradiación global horizontal (GHI) es la radiación que se recibe en una superficie perpendicular al campo de gravedad de la Tierra y por lo tanto va recibiendo con distinto angula la radiación directa del sol a través del día. La GHI es la suma de las componentes directas y difusas de la radiación”.*

*“El valor de radiación presentado en la tabla es el valor promediado durante un año de la energía sumada sobre todas las horas del día. Este valor puede ser una sobreestimación de topografía abrupta que se encuentren encajonados y donde la duración del día sea menor a la duración del día en un sitio llano, a la latitud, longitud y elevación correspondientes.”<sup>35</sup>*

Año	MJ/m2	KWh/m2 día
2004	22,81	6,34
2005	22,61	6,28
2006	22,74	6,32
2007	22,66	6,3
2008	22,83	6,34
2009	22,7	6,31
2010	22,77	6,32
2011	22,63	6,28
<b>Promedio</b>	22,72	6,31

Figura 67. Promedio energía solar diaria sobre sitio seleccionado.

Mes	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Promedio
<b>Enero</b>	8,94	9,13	8,95	8,93	9,09	9	8,91	9,02	9
<b>Febrero</b>	8,29	8,07	8,21	8,26	8,34	8,27	8,3	8,04	8,22
<b>Marzo</b>	6,98	6,87	7,21	6,92	7,16	6,97	6,84	7,05	7
<b>Abril</b>	5,32	5,34	5,52	5,15	5,29	5,49	5,44	5,44	5,37
<b>Mayo</b>	4,08	3,78	3,9	3,89	3,83	3,84	3,78	4,13	3,9
<b>Junio</b>	3,43	3,12	3,1	3,12	3,28	3,36	3,3	3,15	3,23
<b>Julio</b>	5,53	3,48	3,2	3,59	3,45	3,56	3,71	3,26	3,47
<b>Agosto</b>	4,25	4,3	4,58	4,53	4,32	4,24	4,41	4,43	4,38
<b>Septiembre</b>	6,05	5,92	5,72	5,88	5,72	5,77	6,09	6,01	5,89
<b>Octubre</b>	7,54	7,71	7,37	7,55	7,72	7,08	7,57	7,27	7,48
<b>Noviembre</b>	8,41	8,49	8,81	8,56	8,7	8,81	8,4	8,61	8,6
<b>Diciembre</b>	9,23	9,16	9,21	9,16	9,19	9,27	9,16	9,02	9,17

Figura 68. El valor de radiación presentado en la tabla es el valor del promedio mensual de la energía sumada sobre todas las horas del día.

## 3.0 PROYECTO | LUGAR

### 3.3.1 LOCALIDADES CERCANAS.

Como vimos anteriormente, a lo largo del valle se emplazan distintas localidades, clasificadas en aldeas y caseríos. El terreno, al estar tan cercano a la cuenca del río Elqui esta muy relacionado a estas localidades, por lo que estas localidades estarán, también, muy ligadas al proyecto fotovoltaico.

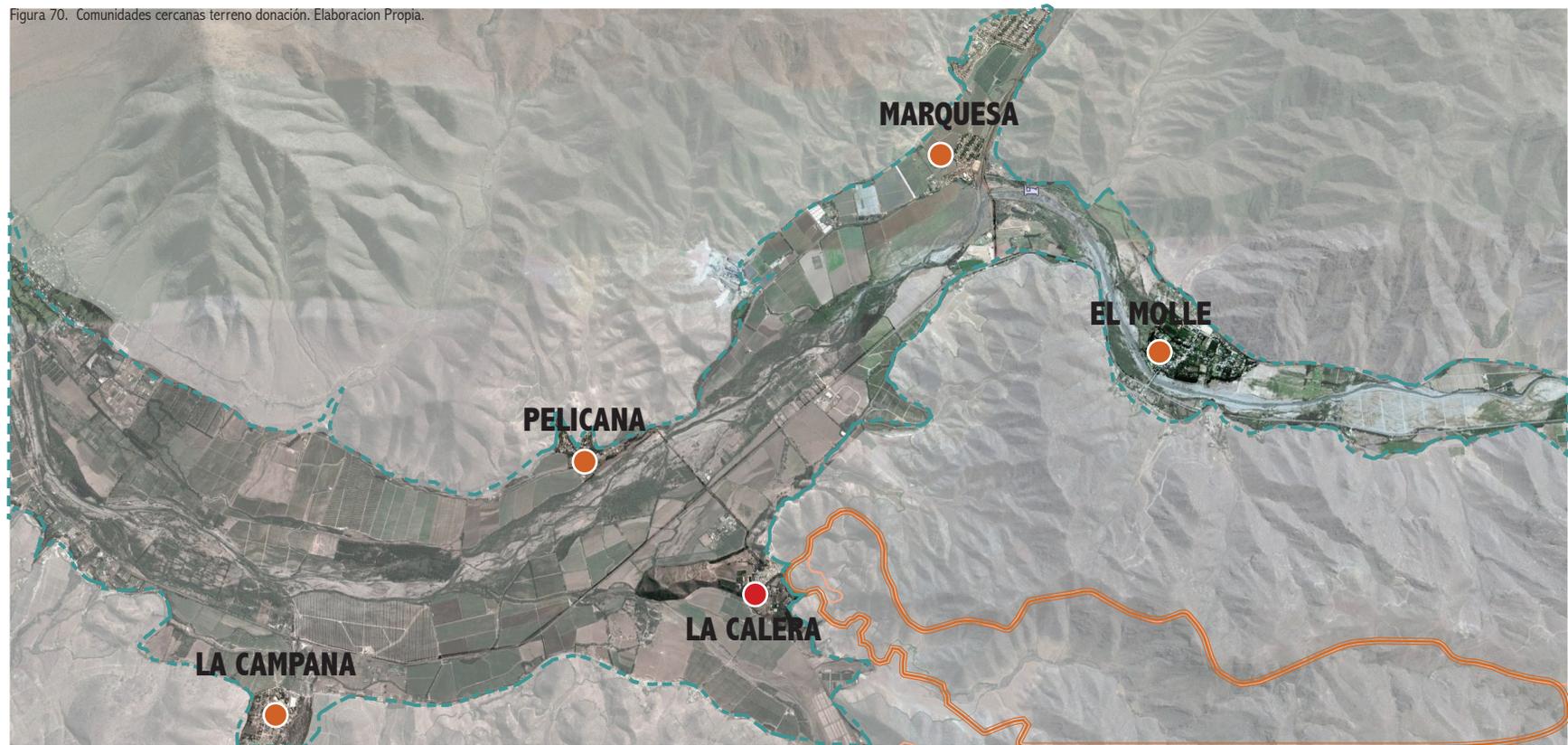
Las localidades mas cercanas son

- El Molle (cs)
- La Campana (cs)
- Pelicana (cs)
- Marquesa (al)
- La Calera (al)

La relación con las comunidades cercanas es parte importante para fomentar el uso de la energía solar. A partir de la ubicación del terreno y las localidades ubicadas a lo largo del valle cercanas a el, se destaca La Calera.

El criterio principal para seleccionar a la localidad de la Calera es su cercanía al terreno propuesto para proyecto fotovoltaico. Al mismo tiempo, la ubicación de La Calera con respecto a la Ruta principal del valle le da un carácter de acceso al terreno, como lugar de transición entre el valle y el proyecto.

Figura 70. Comunidades cercanas terreno donación. Elaboración Propia.



## 3.0 PROYECTO | LUGAR

### 3.3.2 LA CALERA

La Calera se ubica en el valle del Elqui, en la comuna de Vicuña, a los pies de la Quebrada de La Calera. Se encuentra a 30 km del centro de la Serena y a 33 km del centro de Vicuña aproximadamente.

Según a definición del INE, La Calera es una Aldea de 387 habitantes y 95 viviendas de las cuales se destacan los proyectos del SERVIU, Población La Calera en el año 97 y Villa San José el año 2005.

Reseña histórica.

La localidad de La Calera toma su nombre de la Hacienda La Calera. Hacienda agrícola explotada por Juan Ernesto Peñafiel Illanes, quien fue Regidor por La Serena en 1949 y luego fue electo diputado desde 1949 hasta 1965.

Debido a la reforma agraria iniciada en 1962 Juan Ernesto Peñafiel decidió entregar parte de su tierras a sus trabajadores, en donde construyeron sus casas. Con el tiempo algunos terrenos fueron loteados y vendidos, dentro de esos terrenos el SERVIU adquirió los terrenos para la construcción de la Población La Calera y posteriormente la Villa San Jose.

Figura 71. Relación La Calera/Pelicana. Elaboración Propia.



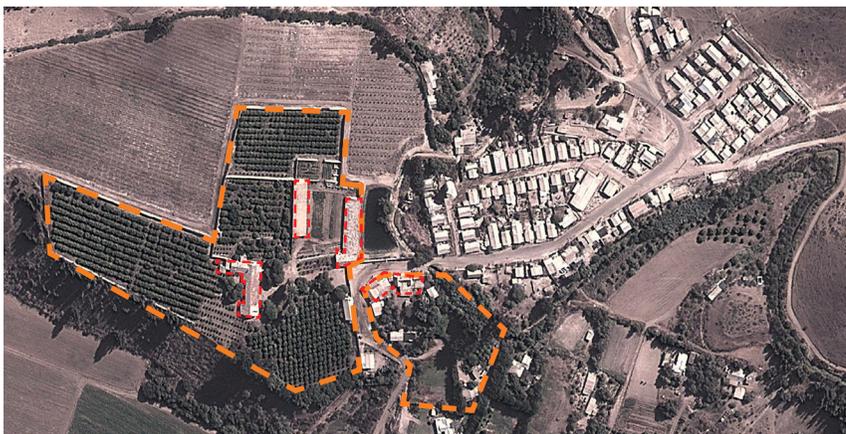


Figura 72. Vestigios terrenos Hacienda La Calera. Elaboración Propia.



Figura 73. Construcciones antigua Hacienda La Calera. Elaboración Propia.



Figura 74. Construcciones antigua Hacienda La Calera. Elaboración Propia.

Además de lo anterior. A partir de un proyecto propuesto para la “Modificación del Sistema de Alcantarillado, Tratamiento y Disposición Final de Aguas Servidas de Marquesa y Nueva Talcuna” el SEIA solicita, para su aprobación ambiental, *“incluir un análisis de los antecedentes arqueológicos prehispánicos e históricos del área a través de la revisión bibliográfica especializada. Este aspecto no es menor, ya que el desconocimiento de los antecedentes existentes para zonas aledañas a las ya estudiadas puede significar la no identificación de determinados tipos de sitios o su inadecuado registro. Se debe señalar que la inspección visual arqueológica debió ser implementada antes del inicio de cualquier obra (p.e. excavaciones), ya que estas podrían haber alterado de forma irreversible sitios con valor patrimonial.”*<sup>36</sup>

A partir de lo solicitado por el SEIA se entrega un mapa realizado por Francisco Cornely entre 1944 y 1952-1956, publicado en la Revista Chilena de Historia Natural (LI-LIII, 1952), en una publicación llamada *“Mapa Arqueológico del Valle de Elqui y Adyacentes”*.

Con respecto a este mapa y la relación con La Calera, en el informe se establece que: *“Sector Pelicana- Hacienda La Calera: en la margen Sur del río Elqui, existen varios cementerios en el lado oriente y poniente del callejón que conduce a la hacienda. En total se presume la existencia de + - 75 tumbas de la época II o clásica y otras dispuestas en tierra, por ejemplo en el cerro la Poya, ubicado frente a la Estación Pelicana, en su faldeo ya próximo a la base del cerro estarían parte de las 70 tumbas mencionadas, pero en su cúspide habrían 9 sepulturas tumulares o de túmulos. Gran parte saqueadas – destruidas la casi totalidad de las tumbas, encontrándose hoy en día, solamente fragmentos cerámicos diaguitas.”*<sup>36</sup>

El material arqueológico encontrado se ve más relacionado al sector de La Pelicana y al margen sur del río, alejándose de la ubicación actual de La Calera y, de cómo veremos posteriormente, del emplazamiento del proyecto.

A pesar de que los descubrimientos arqueológicos se alejan del emplazamiento del proyecto, es importante mencionar y evidenciar su existencia tanto en los lugares cercanos al proyecto como a lo largo del valle.

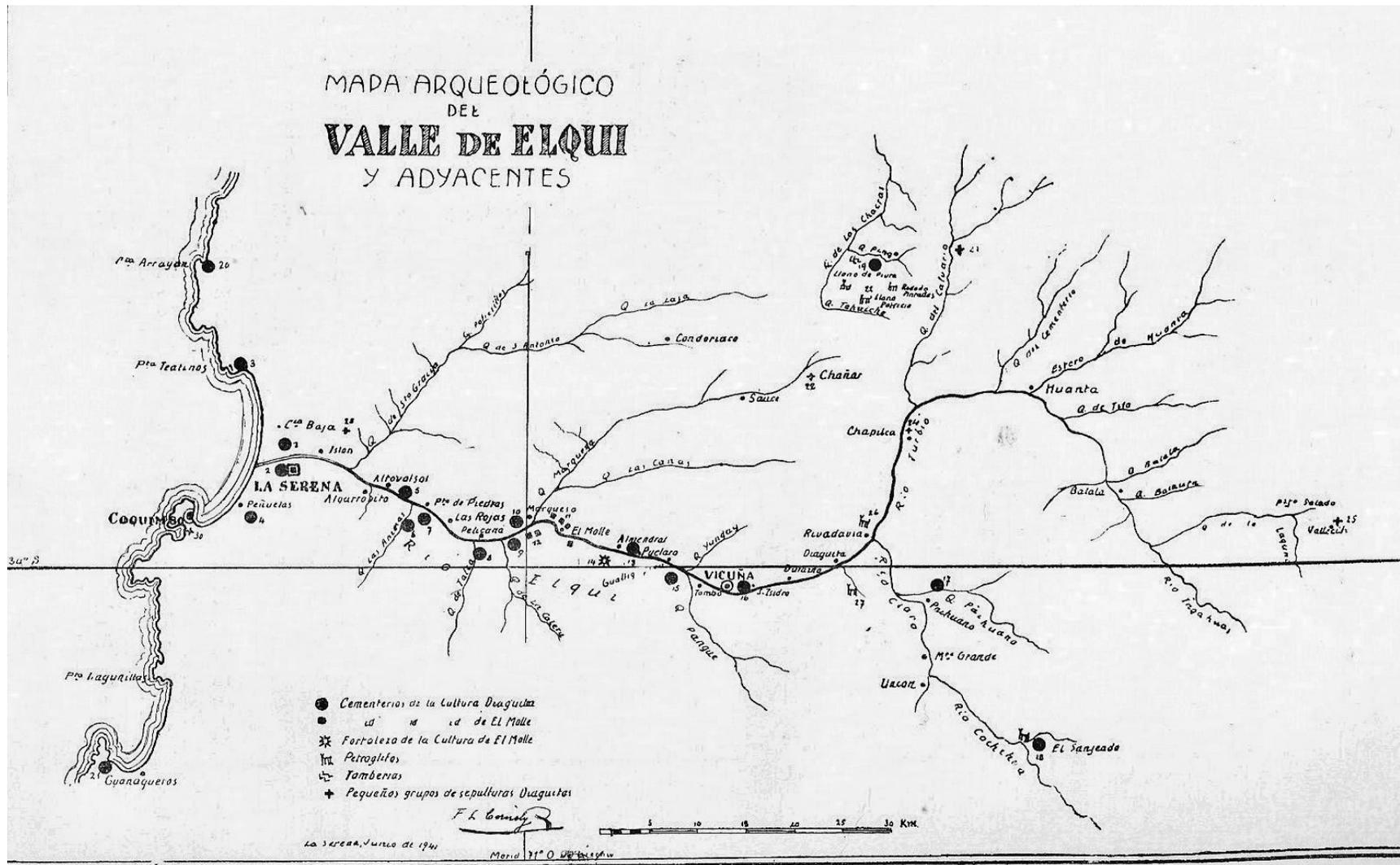


Figura 75. Mapa Arqueológico del Valle de Elqui y Adyacentes.

## 3.0 PROYECTO | LUGAR

La Ruta R-41 es la que conecta todos los poblados a lo largo del valle. Una vez dentro de esta localidad la Vía Local Principal, Camino la Calera, conecta los predios y las dos poblaciones pertenecientes a esta localidad. El Acceso principal a esta localidad se da por la ruta R-41, en el cruce entre esta ruta y la vía local principal. Luego existe otro acceso que marca el inicio de las dos poblaciones.

La Calera no responde a ningún planeamiento. Los proyectos SERVIU emplazados en la localidad no responden mas que a la necesidad de entregar viviendas, dejando de lado las condiciones del terreno y del lugar mismo. La trama urbana irregular, definida por la construcción de 2 poblaciones, relacionadas directamente con la vía principal que recorre esta localidad.



Figura 76. Población La Calera. Elaboración Propia.



Figura 77. Villa San José. Elaboración Propia.

Figura 78. Rutas y acceso a La Calera,

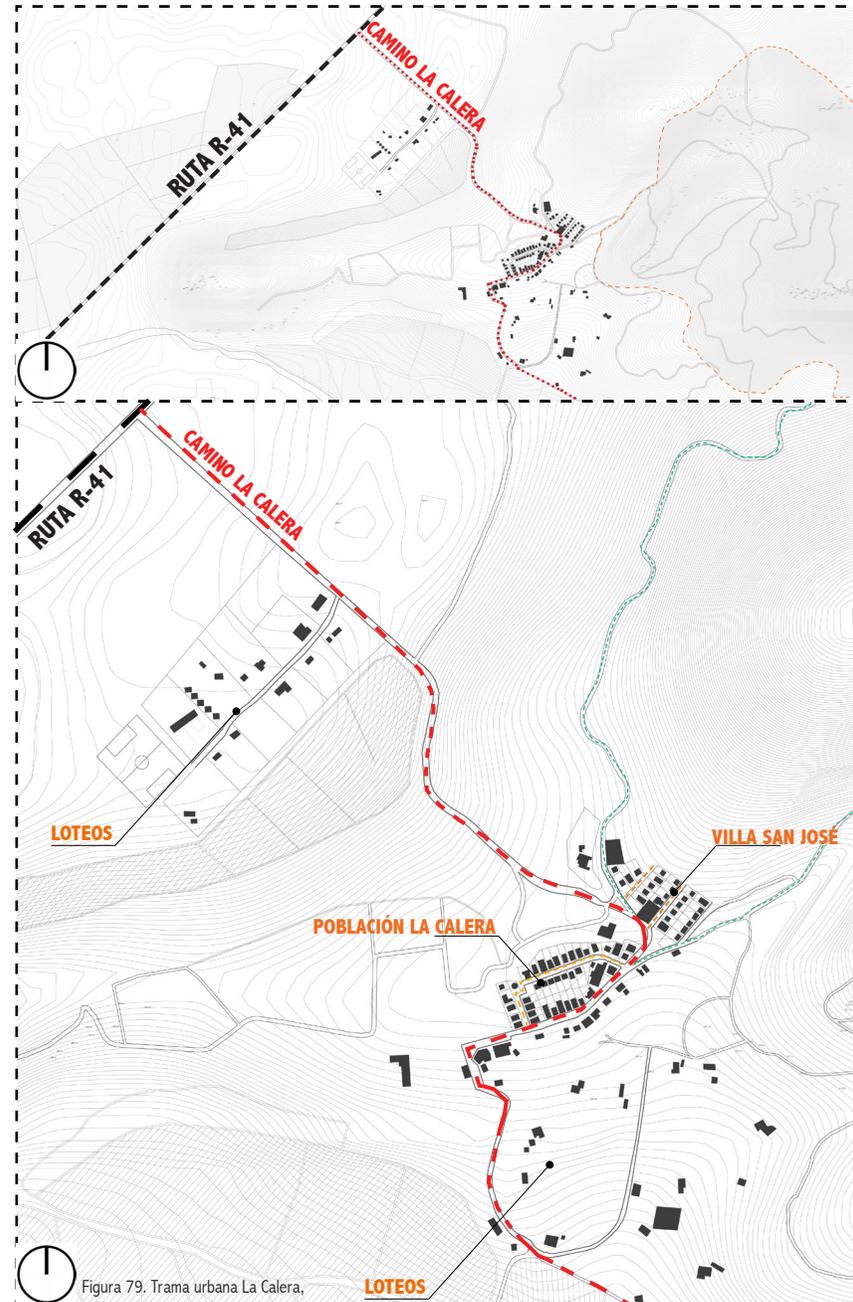


Figura 79. Trama urbana La Calera,

La Calera cuenta con un equipamiento social básico con Escuela, Estación Medica Rural y sede social para las juntas de vecinos. Por otra parte, la falta de espacio público en esta zona es muy notoria, existe 1 cancha de tierra, la cual pertenece a la escuela.

Los hitos del lugar corresponden a ciertos elementos que formaron parte de la antigua hacienda la calera, principalmente la casona y un silo, el cual se destaca en el paisaje, por sobre las viviendas, por su altura. Por otra parte se destacan el hito constante de todo el valle que es el paisaje.

La marcada relación de esta localidad con los cerros le da un atractivo espacial ya que desde las alturas y a medida que se recorren estos cerros, el paisaje del valle empieza a develarse y uno logra descubrir nuevas vistas y paisajes.

Esta relación también se da directamente con el terreno para el proyecto fotovoltaico por lo que se toma la decisión de emplazar el CIDES en el punto medio entre La Calera y los terrenos para proyecto fotovoltaico.

Figura 81. Equipamiento La Calera.

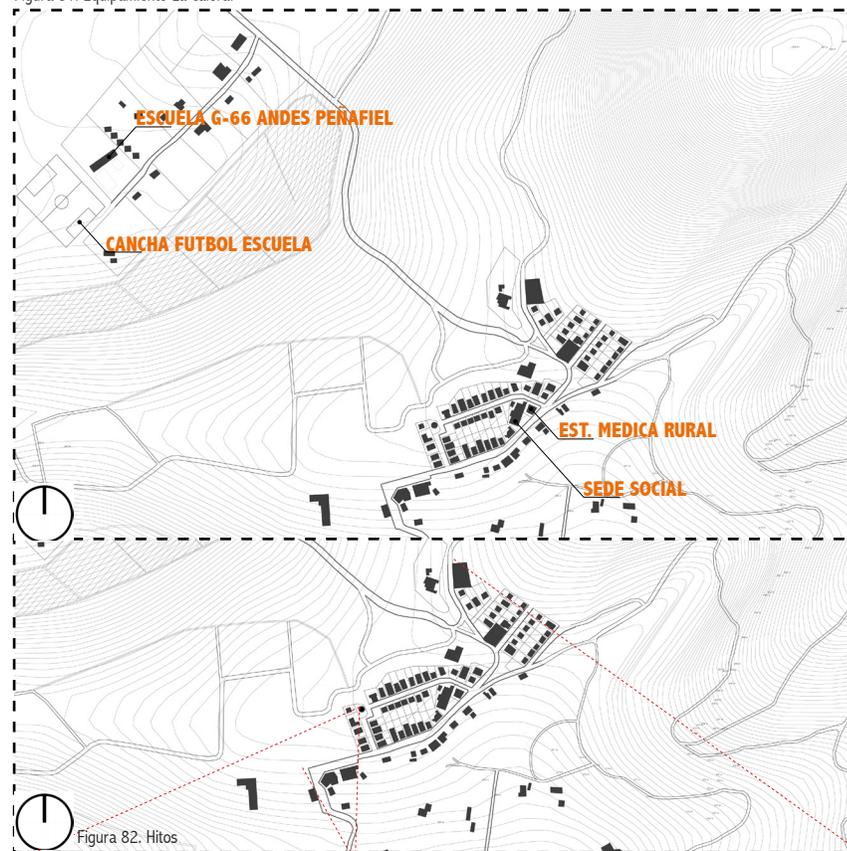


Figura 82. Hitos

Figura 80. Esquema relación Cordones montañosos/quebradas



Figura 83. Silo



Figura 84. Vista a La Calera.

## 3.0 PROYECTO

PROPUESTA CIDES

## 3.0 PROYECTO

PROPUESTA CIDES

## 3.0 PROYECTO | PROPUESTA CIDES

### 3.4 PROYECTO

Si bien el propietario de los terrenos pretende realizar la donación para que la Universidad gestione un proyecto fotovoltaico, existen dudas sobre la capacidad e interés real de la Universidad para hacerse de un proyecto de esta envergadura. Conversaciones con Mauricio Toledo y Guillermo Jiménez, ambos docentes de la Universidad de Chile del departamento de Ing. Civil y del departamento de Ing. Eléctrica respectivamente, expresaron que la universidad no puede hacerse cargo de un proyecto tan grande ni menos funcionar como agente productor de electricidad. Similar opinión expresa el vice decano de la FAU. Humberto Eliash, quien estima poco viable en este momento el desarrollo de un proyecto de este tipo.

#### 3.4.1 PROPUESTA CIDES

En vista de lo anterior, existen distintas fórmulas para enfrentar la oportunidad de esta donación. Desde el establecimiento de alianzas estratégicas con productores y/o demandantes de energía (ej. Minerías de la región) hasta proyectos de financiamiento público – privado, con distintas fórmulas de asociación posibles. Sin entrar en el detalle de cada una de ellas, y para el solo efecto de este proyecto de título, mi propuesta es que, a partir de la donación de este terreno, la Universidad no sea la encargada de generar la electricidad, si no que sea la entidad administradora de los terrenos, y que por medio de licitación pública puedan ser adjudicados a una o varias empresas productoras. Formando un parque fotovoltaico, entendiendo la definición de parque como “Conjunto de instalaciones, medios, instrumentos o materiales destinados a un servicio público”

Un proyecto de este tipo y que además esta totalmente ligado a una institución estatal, deja abierto el programa para instalar y trabajar en conjunto a un Centro de Investigación que permita avanzar en el ámbito de la tecnología solar. A partir de esta idea es que se proyecta el Centro de Investigación de Energía Solar, un centro que contara con las condiciones, tanto climáticas como espaciales, optimas para la experimentación, la investigación y el desarrollo de las tecnologías solares.

Por otra parte, darle un carácter turístico a un centro especializado en energía solar permitiría difundir y fomentar el uso de la energía solar no solo a un carácter local, si no que a nivel país. Al estar ubicado en el Valle del Elqui sería parte del circuito turístico del valle, sumándose a las atracciones como el embalse Puclaro, el observatorio Mamalluca, productoras de pisco, restaurantes, etc.

Según los datos del PLADECO de Vicuña, “la IV Región de Coquimbo, es visitada por más de 700.000 personas sólo en la temporada alta ( diciembre, enero y febrero ), de los cuales más de 400.000 personas visitan a Vicuña y el Valle de Elqui, en una suerte de “excursionismo por el día”, para tener una idea de cuantos visitantes podría tener el CIDES, se toma como referencia el la cantidad de visitantes que recibe el Observatorio Mamalluca considerando su programa y escala a nivel turístico. recibe a aproximadamente 60.000 visitantes al año, según los datos entregados por la Municipalidad de Vicuña, a través de visitas guiadas .

El proyecto está pensado bajo el concepto de desarrollo sustentable, en donde la interacción de los actores del sistema permite una retroalimentación entre ellos, con el medio ambiente, con el medio social y con el medio económico.



Figura 85. Esquema Desarrollo Sustentable.

### 3.4.2 USUARIO Y GESTIÓN

No se puede explicar la gestión sin antes plantear el grupo de usuarios propuesto para un proyecto como este.

Los usuarios se ordenan en 3 niveles:

- Turístico/social.
- Académico.
- Productivo.

Turístico/Social:

Fomentar, informar y enseñar los distintos usos de la energía solar aprovechando el carácter turístico de la zona.

- Turistas que visitan la zona a lo largo del año.
- Habitantes de comunidades cercanas, principalmente La Calera, como un soporte social de uso comunitario.
- Visitas guiadas de los colegios y escuelas de la zona en donde, mediante previa organización, se realizarían visitas explicativas e introductorias a la energía solar.

Académico:

Fomentar, Especializar, certificar y enseñar en energía solar.

- Profesionales en el área de la de eco-sustentabilidad. Ingeniería, arquitectura y construcción que quieran especializarse o profundizar en el tema solar.
- Instaladores sanitarios.
- Capacitación a comunidad para la aplicación de sistemas solares activos/pasivos en sus viviendas.

Productivo:

Investigar, desarrollar y certificar la energía solar.

- Ingenieros y técnicos que desarrollen y experimenten con los usos de las tecnologías solares.
- Profesionales de otros países que necesiten las condiciones apropiadas para estudiar la energía solar.
- Certificación de tecnología solar.
- Empresa o empresas productoras participantes en el Proyecto de Parque fotovoltaico.
- Arquitectos, constructores e ingenieros para aplicar en sus áreas tecnologías solares y técnicas eco-sustentables pasivas



Figura 85. Esquema Desarrollo Sustentable.

## 3.0 PROYECTO | PROPUESTA CIDES

El modelo de gestión se da a partir de la donación de terrenos a la Universidad de Chile, y se basa en una estrategia público – privada, en donde la Universidad de Chile es la encargada de administrar estos terrenos.

Existen 3 actores participantes para la gestión de este proyecto:

- Universidad de Chile.
- Gobierno.
- Sector Privado.

Universidad de Chile: Ya que la donación es realizada a la Universidad, la institución será la encargada de gestionar y administrar los procesos para la realización del proyecto. Además de administrar y gestionar el proyecto, la universidad entregará el respaldo académico y técnico en el área de investigación y desarrollo de la energía solar.

Una vez construido el proyecto, incluyendo parque fotovoltaico y CIDES, la Universidad será la encargada de administrar tanto los terrenos del parque fotovoltaico como las áreas académicas y de investigación del CIDES.

Gobierno: A pesar de que el gobierno ha quitado su apoyo al proyecto 20/20, el gobierno tiene el deber de potenciar el uso de las ERNC.

La participación del gobierno en este proyecto es mediante la participación de:

- Municipalidad de Vicuña, departamento de turismo.
- Servicio Nacional de Turismo.
- Ministerio de Energía.

La participación del departamento de turismo de la comuna de Vicuña y el SERNATUR apunta a potenciar el parque fotovoltaico como un atractivo turístico, tanto a nivel regional como a nivel país.

A nivel local, el depto. de turismo en conjunto con la administración del CIDES, gestionarán y administrarán el área turística. A nivel país el SERNATUR es el encargado de potenciar el proyecto como un punto turístico.

Un ejemplo de cómo se puede tomar un proyecto de este tipo y entregarle un carácter turístico es el Parque Eolio Canela, en donde se puede observar el funcionamiento de los generadores eólicos en un espacio mirador. En este espacio se entrega información acerca de cómo funciona y como participa del sistema eléctrico del país.

La participación del Ministerio de Energía apunta al apoyo económico para realizar investigaciones y desarrollar la energía solar. Además, permitiría el intercambio teórico-tecnológico con los principales desarrolladores de esta energía, como Alemania y España.

Sector privado: Ya que la Universidad no va a ser la encargada de generar electricidad, es el sector privado el encargado de ser los productores de energía, en donde a través de licitación, los terrenos serán entregados a una o más empresas productoras en base a paneles fotovoltaicos. Por otro lado, el sector privado podrá certificar la calidad de sus dispositivos solares a través de un proceso de certificación de la Universidad de Chile.

Para tener un estimado en cuanto a los costos el propietario del terreno ya ha realizado análisis acerca del potencial y la inversión necesaria para la realización de un parque fotovoltaico.

*“En términos generales, podemos afirmar que este tipo de proyecto de energía fotovoltaica requiere para su ejecución:*

- *Adecuada ubicación geográfica de alta radiación.*
- *Paneles fotovoltaicos de calidad que generen al menos entre 100 a 120 W/m<sup>2</sup>.*
- *Inversores que transformen corriente continua en corriente alterna.*
- *Transformadores.*
- *Red de conexión de la planta al SIC.*

*Hemos expresamente excluidos de los insumos las baterías de carga profunda, necesarias para almacenar la energía. Estas son de alto precio y en el proceso de generación desarrollado se considera que la energía se entrega directamente al SIC durante el periodo de generación.*

# 3.0 PROYECTO | PROPUESTA CIDES

*Dadas las experiencias medidas de radiación, podemos estimar que dada la generación de las placas en la zona, el proyecto requiere de 2 ha para generar 1mw. Para generar 500 MW se requieren 1.000 ha.*

*La inversión estimada para este proyecto fluctúa entre los US\$2,1 a US\$ 2,5 por watt.*

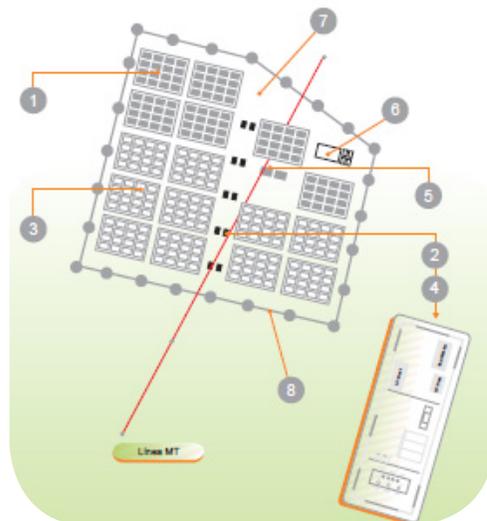
*La inversión para 500MW requiere una inversión de entre US\$ 1.050.000.000 a US\$ 1.250.000.000.*

*El precio de venta de la energía considerada es de US\$ 140 por MWh. ”<sup>37</sup>*

Los datos entregados por el propietario hablan en un escenario ideal, aprovechando al máximo el terreno, pero también existe la posibilidad de desarrollar proyectos de menor escala o la participación de distintas empresas productoras emplazadas en el extenso terreno.



Figura 86. Guía de soluciones fotovoltaicas.



1. GENERADORES FOTOVOLTAICOS.
2. INVERSORES DE CONEXIÓN A RED.
3. DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA BT/MT.
4. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN BT/MT
5. PUNTO DE ENTRONQUE.
6. CENTRAL DE SUPERVISIÓN Y CONTROL.
7. OBRA CIVIL (ACONDICIONAMIENTO DE TERRENO, VIALES INTERNOS, ETC.)
8. SISTEMA DE SEGURIDAD (VALLADO PERIMETRAL, CCTV, ETC.)<sup>38</sup>

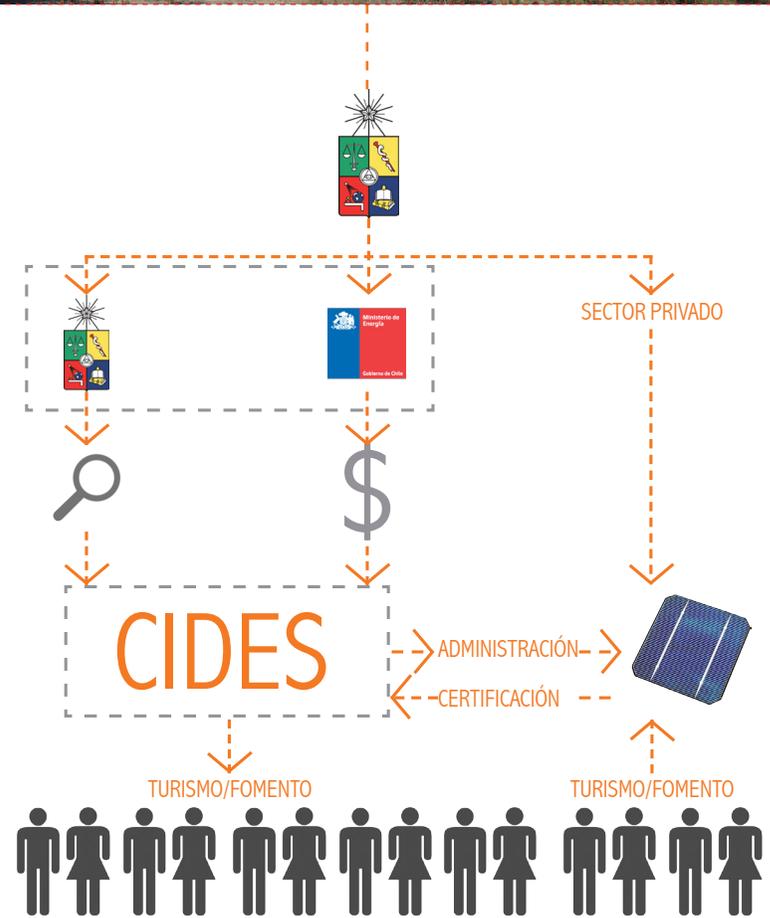


Figura 87. Cuadro Gestión.

37\_ Información entregada por Ricardo C. Soto. para su proyecto de energía fotovoltaica.

38\_ Guía de soluciones Parques Fotovoltaicos. Schneider Electric.

## 3.0 PROYECTO | PROPUESTA CIDES

### 3.5 EMPLAZAMIENTO



Figura 88. Plano contexto, emplazamiento terreno proyecto. Sin Escala.

## 3.0 PROYECTO | PROPUESTA CIDES

La decisión para elegir el emplazamiento del CIDES, se basa en la relación con La Calera y la cercanía de esta localidad con la ruta principal del valle que, por lo tanto, la hace parte del circuito turístico de la zona.

El proyecto se emplaza dentro del terreno donado, al límite con La Calera, conectándose a ella a través de una huella, extensión de la ruta principal. Este punto se caracteriza por estar en una quebrada, situación que acentúa el carácter de acceso tanto al CIDES como al Parque Fotovoltaico.

Por otra parte, la ubicación del CIDES en este terreno busca mejorar el entorno de este espacio rural. Actualmente, al interior de esta quebrada, se evidencia un gran descuido, en donde este punto es utilizado como botadero de desechos de todo tipo, lo que perjudica la seguridad de los habitantes de La Calera y el paisaje característico del Valle del Elqui.

La Calera no está considerada dentro del plan regulador comunal, por lo que la normativa propia del terreno se limita a la Ordenanza y Ley General de Urbanismo y Construcción.



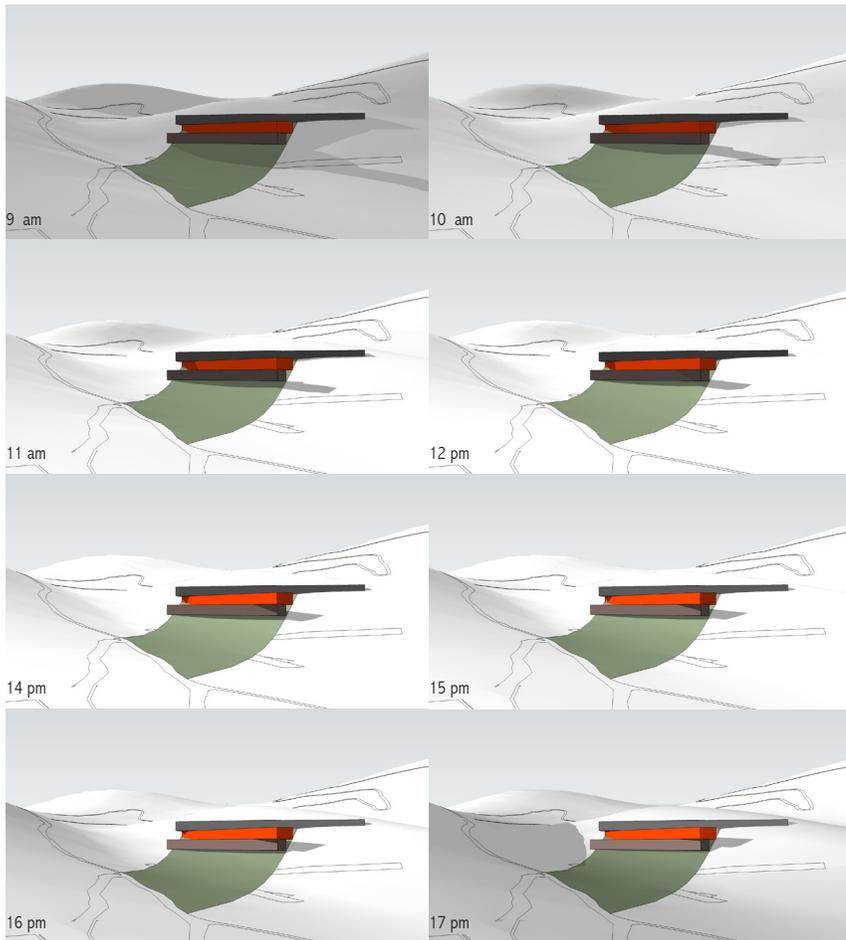
Figura 89. Imágenes estado actual emplazamiento proyecto.



## 3.0 PROYECTO | PROPUESTA CIDES

Con respecto a las condiciones de radiación solar, a pesar de estar en una quebrada, el cono de sombra del cerro ubicado al frente del emplazamiento seleccionado, no proyecta sombra sobre el terreno.

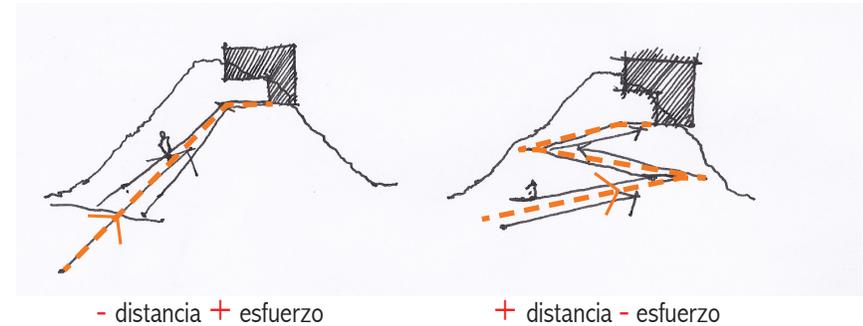
Las imágenes a continuación, están referenciadas a distintas horas el día 21 de Junio.



## 3.6 PROPUESTA ARQUITECTONICA

El partido general se desarrolla en base a un concepto extraído de: los objetivos definidos al comienzo de esta memoria, el tema a desarrollar y la ubicación en el espacio.

Para entender cómo se genera la electricidad es necesario entender el proceso. Un parque fotovoltaico es un recinto ajeno a la vida diaria de todos nosotros, por lo que el proyecto debe actuar como agente conector permitiendo el traspaso hacia el parque fotovoltaico. El proyecto busca articular la relación espacial desde el habitante hasta el proyecto fotovoltaico. No solo a través del espacio, si no que el programa debe acompañar el proceso de traspaso paulatino hacia el parque fotovoltaico.



## CONCEPTO

### ARTICULACIÓN + CARACTERISTICAS DEL TERRENO

### CIDES como ARTICULADOR ESPACIAL ENTRE HABITANTE Y PARQUE FOTOVOLTAICO



#### FACTORES PROCESO DE DISEÑO

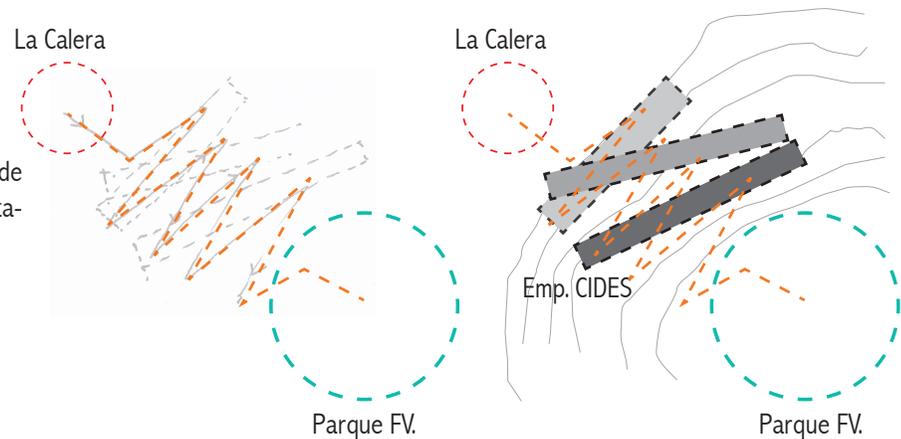
Los factores considerados corresponden a las condiciones propias del terreno, la de articulación y consideraciones necesarias relacionadas al espacio para la experimentación, prueba e investigación de la energía solar.

#### Condiciones del terreno:

- Quebrada, situación entre cerros.
- Pendiente, como habitar / recorrer la pendiente.

#### Concepto:

- Articulación, conexión entre dos situaciones.



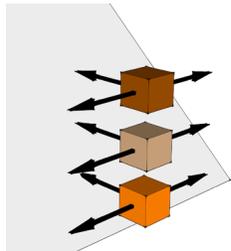
## 3.0 PROYECTO | PROPUESTA CIDES

### 3.6.1 PARTIDO GENERAL

Nace a partir del concepto, las condiciones del lugar y el carácter del proyecto. Entrega el primer acercamiento volumétrico el cual será desarrollado programática y espacialmente.

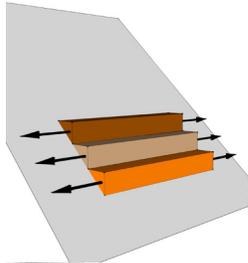
En base a lo anterior:

#### 3 NIVELES PROGRAMÁTICOS

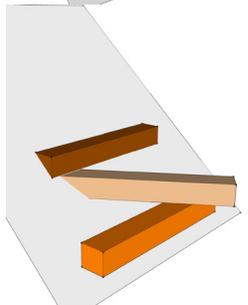


Posicionamiento de los volúmenes, en base al programa, en el terreno.

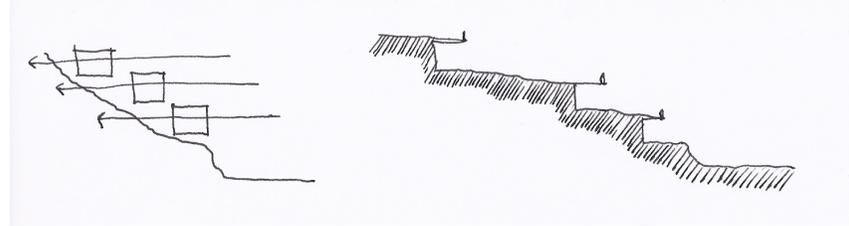
La pendiente del lugar modificará los volúmenes ajustándolos a la morfología del terreno.



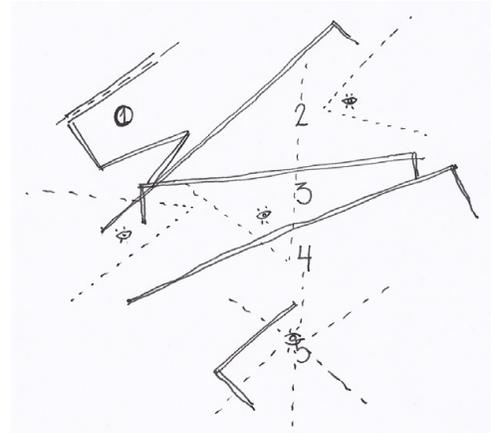
La longitudinalidad del lugar, la morfología del terreno y la necesidad de generar un espacio para la prueba y experimentación de la tecnología solar, hacen necesario el movimiento de los volúmenes.



Las inclinaciones con respecto a la pendiente responden a la morfología del cerro. Los espacios entre volúmenes corresponden a los espacios de prueba de dispositivos solares.



Los volúmenes se “entierran” dando mayor importancia al manejo del espacio exterior, a modo de terrazas, para la prueba de dispositivos solares. Terrazas por sobre los volúmenes construidos.



Por otro lado, la decisión de enterrar los volúmenes permite la protección de los espacios interiores debido a los altos índices de radiación solar del lugar. Permitiendo, también, un mejor control térmico al interior del proyecto.



## 3.0 PROYECTO | PROPUESTA CIDES

---

## 3.0 PROYECTO | PROPUESTA CIDES

### 3.6.3 PLANIMETRIA

Como vimos en los esquemas anteriores, el proyecto se acomoda a la morfología del terreno y se apoya paralelamente en los niveles correspondientes. Por otra parte, y a partir de como se recorre y se habita el cerro, se toma la decisión de que las circulaciones principales entre niveles es a través de rampas. El proyecto cuenta con escaleras ubicadas en los puntos de intersección entre los volúmenes y para acceder a las terrazas de prueba, pero estas aparecen de forma secundaria.

#### PLAZA DE ACCESO Y PRIMER PISO

El primer piso del CIDES corresponde al volumen turístico/social.

Debido a la falta de espacio público en La Calera, propongo una plaza de acceso al proyecto, aprovechando la condición plana en esa parte del terreno y como un soporte social a la comunidad.

El primer piso está compuesto por el hall de acceso, zona de exposición, sala multimedia, taller y zona administrativa.

Estos espacios, menos la zona administrativa, funcionan como soporte turístico /social, en donde la zona de exposición acerca la energía solar, es un espacio mutable que puede ser usado por los habitantes de La Calera, en situaciones especiales.

La sala multimedia apunta las visitas turísticas o vistas guiadas de colegios y escuelas de la zona, en donde podrán aprender y conocer acerca de la energía solar mediante información multimedia. Además entrega un espacio de trabajo que puede ser usado tanto por turistas como por los habitantes de la zona.

El taller busca enseñar y capacitar, a los habitantes de la zona o personas interesadas, en técnicas de arquitectura y construcción bioclimáticas aplicables a sus viviendas.

En el hall de acceso esta la rampa para acceder al segundo piso, el que corresponde al volumen académico.



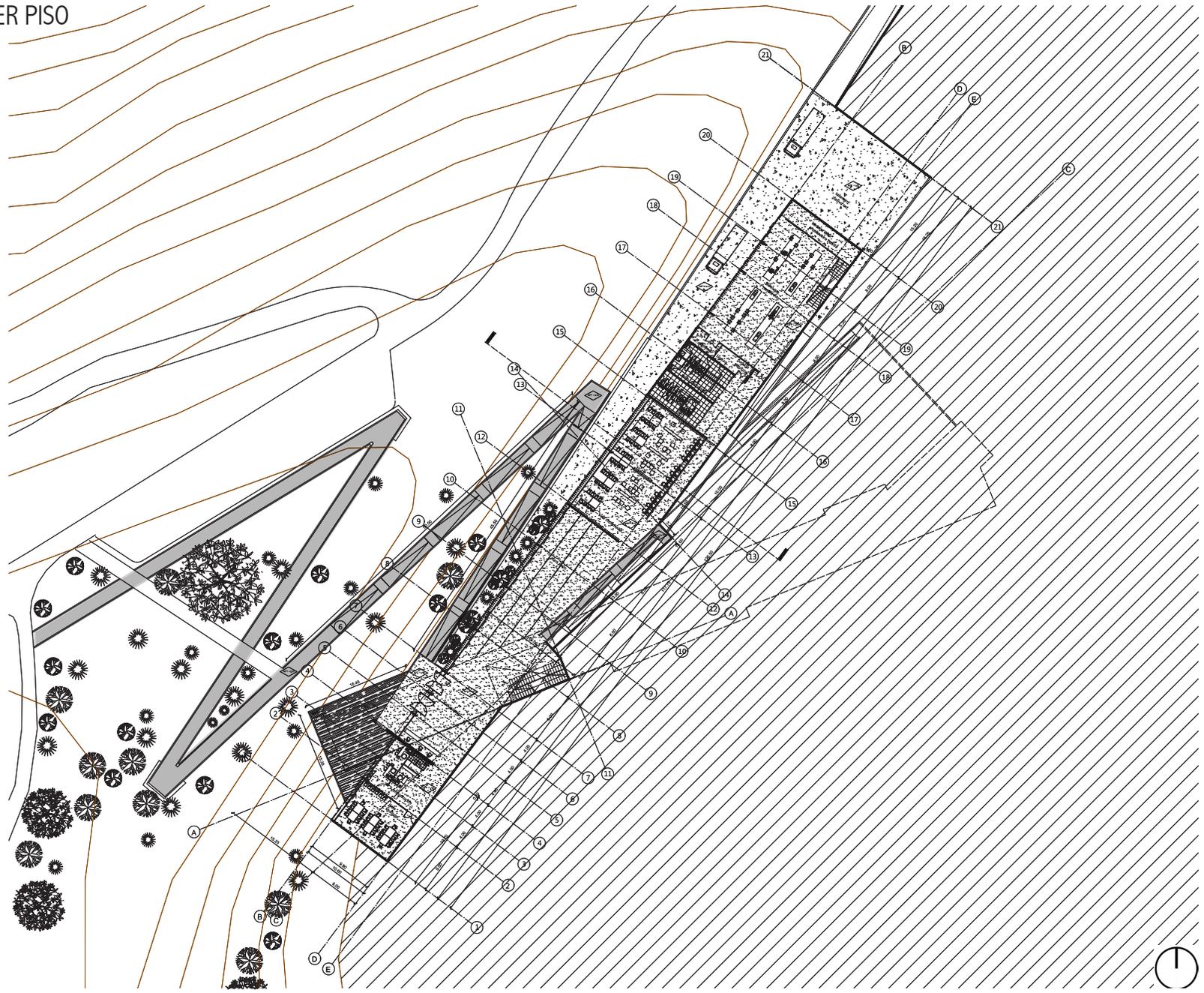
Figura 90. Vista Acceso\_Zona de Exposición.



Figura 91. Vista Sala Multimedia.

# 3.0 PROYECTO | PROPUESTA CIDES

PRIMER PISO



## 3.0 PROYECTO | PROPUESTA CIDES

### SEGUNDO PISO

El segundo piso del CIDES corresponde al volumen Académico.

Este volumen se conforma por dos salas de clases teóricas, un taller de prototipos y un laboratorio de mediciones para aprender a manejar los softwares necesarios para medir el rendimiento de los paneles.

En este piso aparecen las primeras terrazas, la primera de carácter turístico, que corresponde a la cubierta del primer piso y la segunda corresponde a la zona académica, en donde se probarán y construirán dispositivos solares con fines académicos. La terraza turística mirador de este nivel no tiene acceso a la terraza académica y para acceder a la zona académica hay que pasar por una recepción, por lo que el acceso controlado impide que ingresen personas que no corresponden a las salas, laboratorio y taller.

Existe un punto común entre la zona académica y la zona turística. El casino se encuentra en el punto de intersección de ambos volúmenes y permite abastecer, tanto como a los turistas a modo de cafetería como a los alumnos/docentes/investigadores del CIDES.

Como remate de este volumen, encontramos un auditorio el cual está pensado para realizar presentaciones de productos y resultados de investigaciones realizadas en el CIDES. En este punto también se encuentra la circulación vertical hacia el tercer nivel.

La circulación principal entre este nivel y el 3er nivel se da por la rampa, la cual conecta directamente la zona de oficinas con las salas y laboratorios de la zona académica.



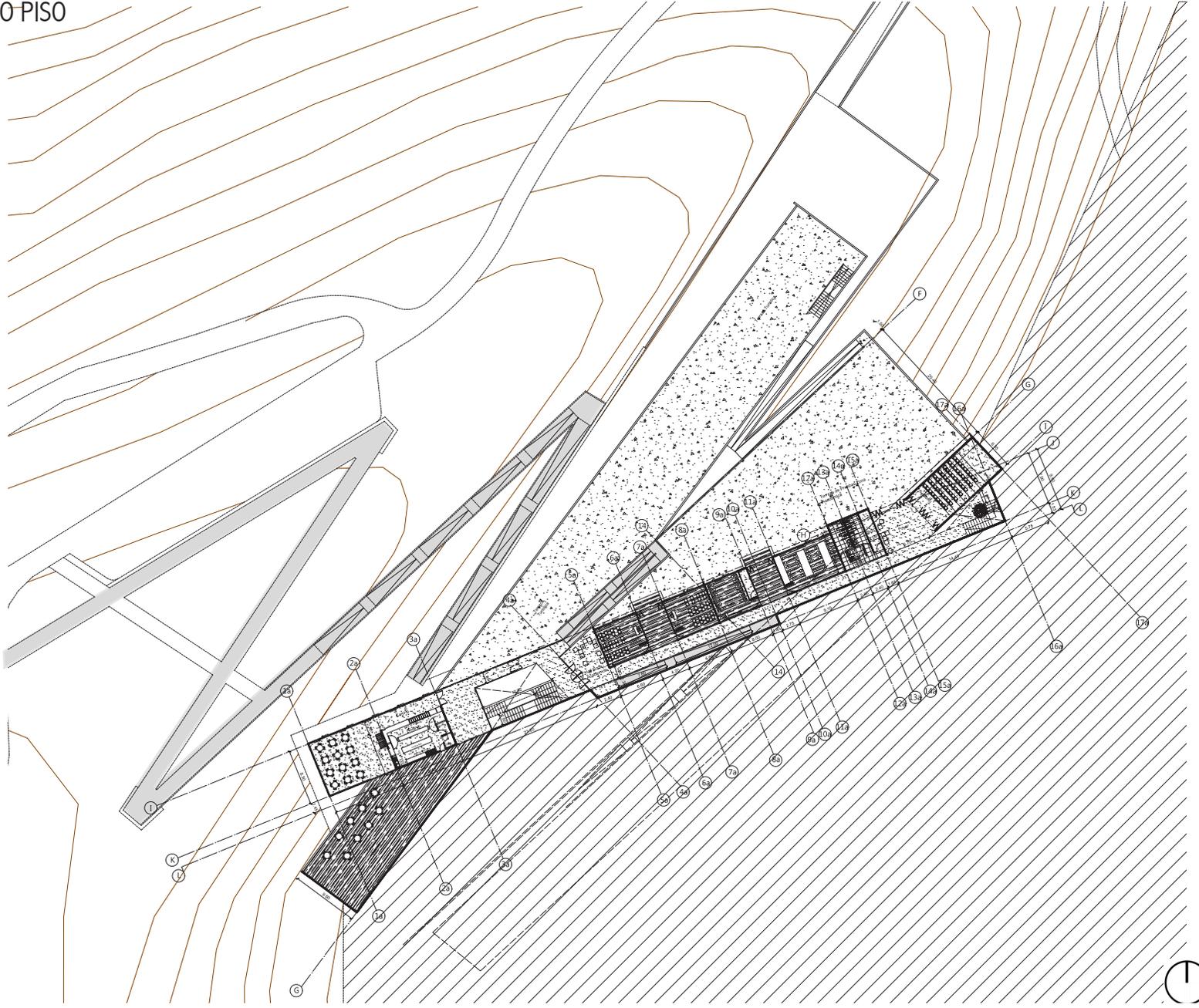
Figura 92. Vista Auditorio/Foyer.



Figura 93. Pasillo Zona Académica.

# 3.0 PROYECTO | PROPUESTA CIDES

SEGUNDO PISO



## 3.0 PROYECTO | PROPUESTA CIDES

### TERCER PISO

El tercer piso del CIDES corresponde al volumen Productivo.

En este piso se desarrolla el programa del área de investigación y desarrollo de la energía solar. La terraza de este nivel apunta a probar prototipos desarrollados en el CIDES y a monitorear y certificar los dispositivos solares de empresas.

Este volumen cuenta con un acceso superior, aparte al acceso principal en el primer nivel. Esto debe a la relación entre este volumen y el parque fotovoltaico, por lo que debe haber un acceso/salida hacia el parque.

La rampa principal, desde el segundo al tercer nivel, llega a la zona de oficinas. Este espacio de trabajo está pensado para el equipo investigadores, compuesto por Ingenieros, técnicos y arquitectos. En esta mismo espacio de trabajo están las oficinas de administración tanto del CIDES como de los terrenos del parque fotovoltaico.

Relacionado al área de investigación y desarrollo, se proyecta una sala de gestión de datos, para monitorear los dispositivos instalados en este nivel, un laboratorio de pruebas y materiales, y un taller, el cual está pensado en el caso de que exista la necesidad de reparar algún dispositivo.

Ahora, a partir del hall de acceso de este nivel, se proyectan estudios, salas de reunión y archivo.

Los estudios están pensados para recibir gente en un espacio más reducido, estudiar o como módulo de trabajo. Tomando en cuenta que el proyecto apunta a ser un referente a nivel país, es necesario contar con espacios de trabajo que puedan albergar a profesionales externos al CIDES, en donde puedan estudiar y trabajar durante el periodo que se encuentren de visita.



Figura 94. Oficinas CIDES.

# 3.0 PROYECTO | PROPUESTA CIDES

TERCER PISO

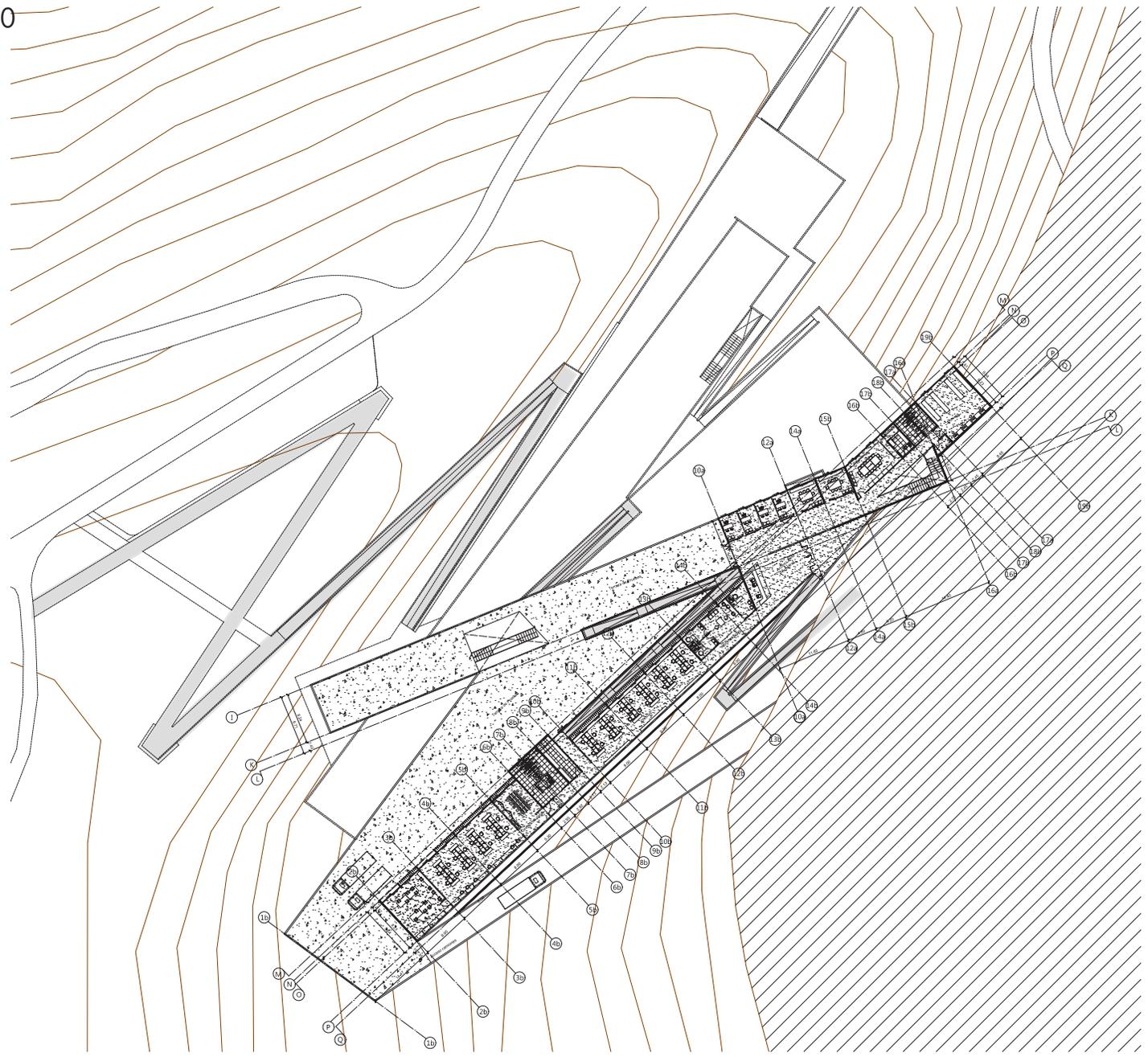


Figura 95. Vista Exterior.



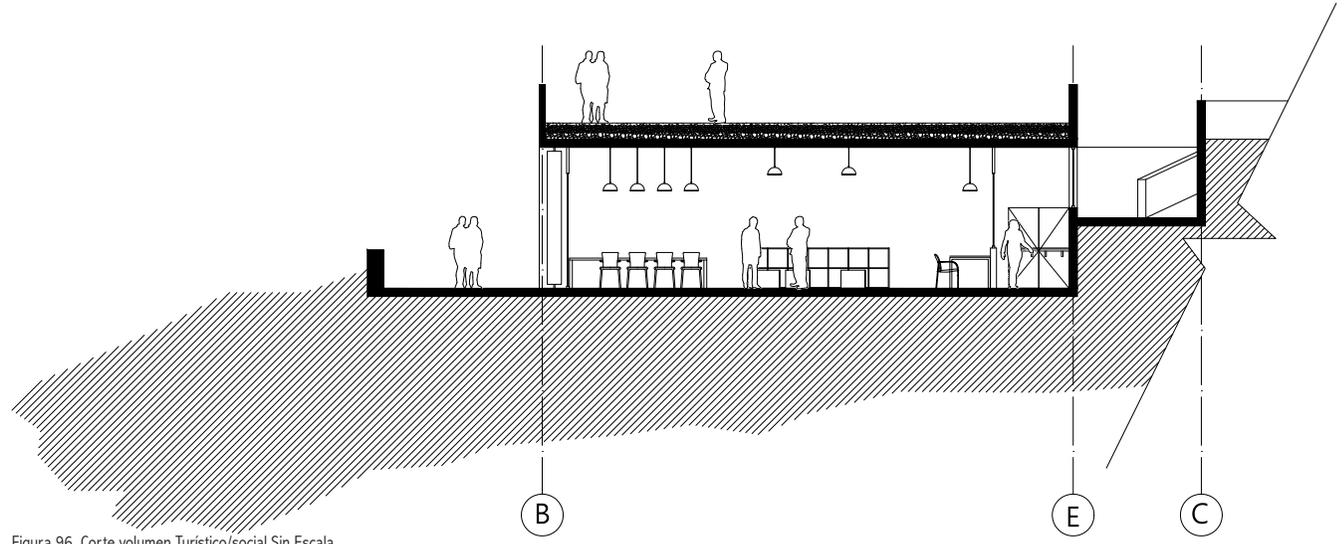


Figura 96. Corte volumen Turístico/social Sin Escala.

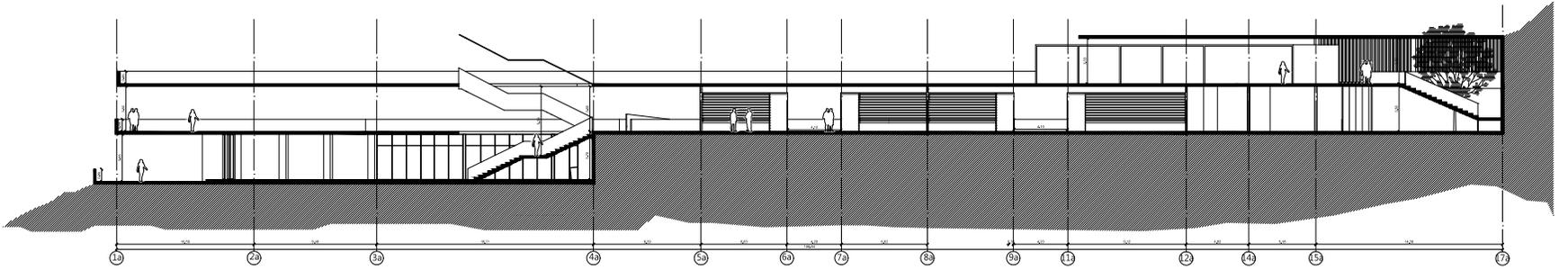


Figura 97. Corte Longitudinal CIDES Sin Escala.

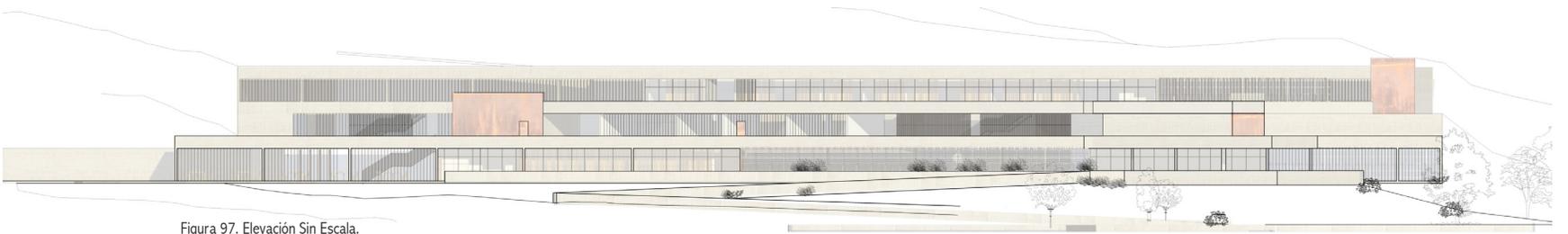


Figura 97. Elevación Sin Escala.

## 3.0 PROYECTO | PROPUESTA CIDES

### 3.6.4 PROGRAMA

Si bien junto con la planimetría se menciona el programa de cada nivel, a continuación se detalla el programa en cuanto a función, metros cuadrados y cantidad de usuarios por nivel.

#### TURÍSTICO / SOCIAL\_ PRIMER PISO

##### RECINTOS INTERIORES

Taller de Arquitectura y Construcción 263m<sup>2</sup>

Sala Multimedia 198 m<sup>2</sup>

Zona de Exposición 227 m<sup>2</sup>

Servicio de Administración y Mantenición 156 m<sup>2</sup>

Hall Acceso 126 m<sup>2</sup>

Servicios (baños, bodegas, aseo, camarines, etc) 74 m<sup>2</sup>

Circulaciones 260 m<sup>2</sup>

##### RECINTOS EXTERIORES

Terraza 860 m<sup>2</sup>

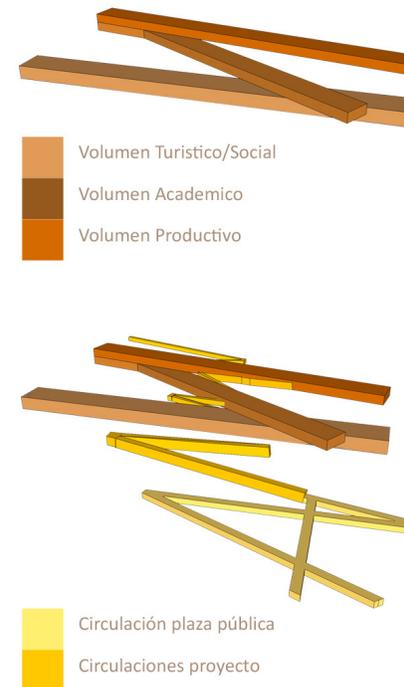
Área Construida 1304 m<sup>2</sup>

Área Exterior 860 m<sup>2</sup>

TOTAL 2164 m<sup>2</sup>

En este nivel se proyectan 3 Personas fijas como funcionarios administrativos. Además se consideran los servicios para los encargados de mantención del CIDES. Estos son 2 por nivel y 3 para el tercer nivel.

TOTAL PERSONAS PRIMER PISO \_10



## ACADÉMICO\_ SEGUNDO PISO

### RECINTOS INTERIORES

Sala de clases 76m<sup>2</sup>

Lab. Mediciones 38 m<sup>2</sup>

Talleres 164 m<sup>2</sup>

Auditorio 126 m<sup>2</sup>

Hall Acceso/Control 25 m<sup>2</sup>

Servicios (baños, bodegas, aseo, camarines, etc) 45 m<sup>2</sup>

Circulaciones 267 m<sup>2</sup>

### RECINTOS EXTERIORES

Área Cubierta Exterior 118 m<sup>2</sup>

Área Construida 894 m<sup>2</sup>

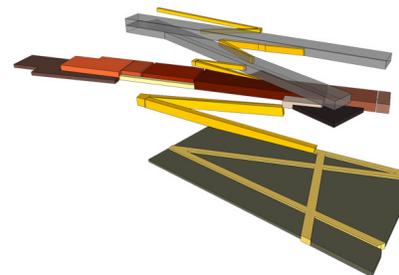
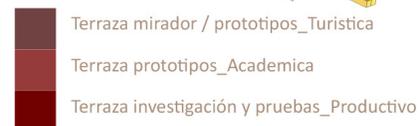
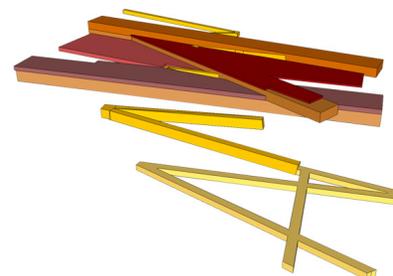
Área Exterior 741 m<sup>2</sup>

TOTAL 1635 m<sup>2</sup>

Este nivel considera 4 personas encargadas de la cocina y 1 persona en el acceso a zona académica. Con respecto a los docentes, estos serán los mismos profesionales que realizan la investigación. Si bien no se cuentan los alumnos, cada sala de clases tiene una capacidad de 24 personas, laboratorio de mediciones 12 y taller de prototipos 24. Capacidad en base a los puestos instalados. El auditorio tiene una capacidad de 63 butacas instaladas.

TOTAL PERSONAS FIJAS SEGUNDA PISO\_5

TOTAL PERSONAS FLOTANTE SEGUNDA PISO\_147



**PRODUCTIVO\_ TERCER PISO**

## RECINTOS INTERIORES

Administraciones 67m<sup>2</sup>  
 Gestión de Datos 69 m<sup>2</sup>  
 Lab. de Materiales y Prototipos 140 m<sup>2</sup>  
 Taller de Prototipos 156 m<sup>2</sup>  
 Archivo 64 m<sup>2</sup>  
 Estudios 66 m<sup>2</sup>  
 Espacio de Trabajo 175 m<sup>2</sup>  
 Salas de Reuniones 46,5 m<sup>2</sup>

Servicios (baños, bodegas, aseo, camarines, etc) 75,5 m<sup>2</sup>  
 Circulaciones 140 m<sup>2</sup>  
 Hall de Acceso 110 m<sup>2</sup>

## RECINTOS EXTERIORES

Terraza de Pruebas 1335 m<sup>2</sup>

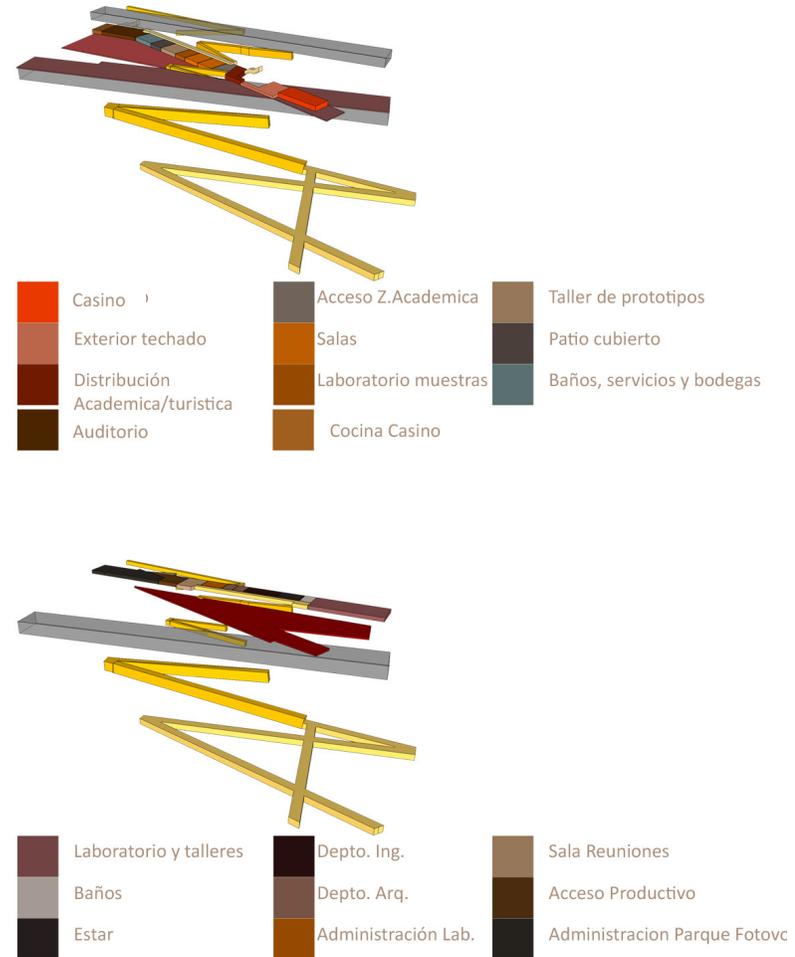
Área Construida 1091 m<sup>2</sup>  
 Área Exterior 1335 m<sup>2</sup>  
 TOTAL 2426 m<sup>2</sup>

## METRAJE TOTAL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE ENERGÍA SOLAR

ÁREA CONSTRUIDA 3289 m<sup>2</sup>  
 ÁREA EXTERIOR 2936 m<sup>2</sup>  
 TOTAL 6225 m<sup>2</sup>

Este nivel considera los espacios de trabajo e investigación del CIDES. En este nivel se consideran 3 personas en administración, 24 personas investigación CIDES, 5 personas funcionarios administración parque fotovoltaico, 5 personas zonas laboratorio, taller y gestión de datos, y 2 personas en recepción.

TOTAL PERSONAS FIJAS SEGUNDA PISO \_39



## 3.0 PROYECTO | PROPUESTA CIDES

### 3.6.5 ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS.

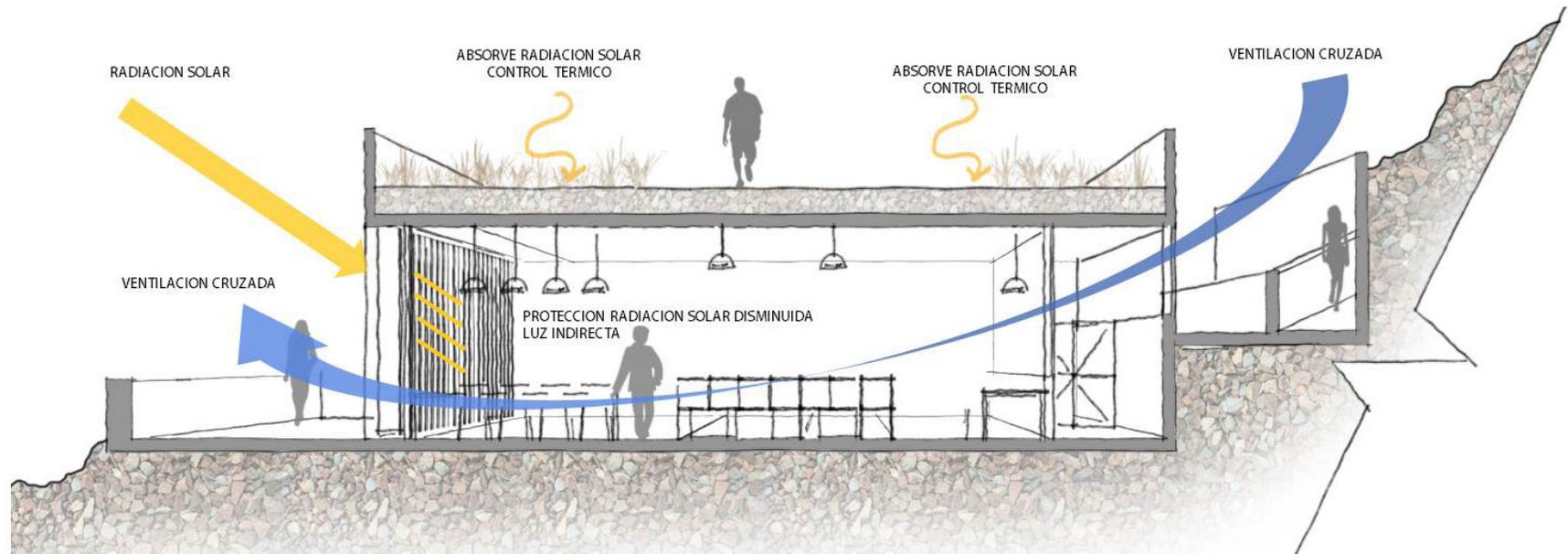
Los criterios bioclimaticos apuntan a aprovechar las condiciones climaticas de la zona.

**Celosias:** Debido a los altos indices de radiacion solar, es necesario el uso de celosias que absorban la radiacion solar y que al mismo tiempo permitan el paso de la luz mediante reflexion. Considerando que el proyecto tiene 3 volúmenes y cada volumen tiene una orientacion distinta, es necesario aplicar criterios distintas para cada uno. El primer nivel y el tercer nivel tienen orientacion poniente, mientras que el segundo nivel tiene una orientacion norte. En este caso el primer y tercer nivel corresponden celosias verticales, mientras que en el segundo nivel, corresponden celosias horizontales.

**Cubierta Vegetal:** Esta estrategia permite aislar termicamente el interior a traves de la cubierta, controlando el sobre calentamiento. En este caso la cubierta vegetal no considera pasto. Esta compuesta principalmente por tierra y vegetacion propia de la zona, principalmente cactus, y la altura va a depender de las raices de las especies vegetales.

**Ventilaciones Cruzadas:** permite la circulacion de aire en un recinto mediante el cruce de aire de un lado a otro, desde la fachada fria hacia la fachada caliente. aprovechando los vientos predominantes de la zona se pueden generar ventilaciones cruzadas. Estos vientos corresponden a vientos sur y sur poniente mientras que las fachadas frias del CIDES corresponden a fachadas sur y sur oriente, siendo factible aprovechar las corrientes naturales del lugar.

Figura 98. Esquema estrategias bioclimáticas.



## 3.0 PROYECTO | PROPUESTA CIDES

### 3.7 REFERENTES

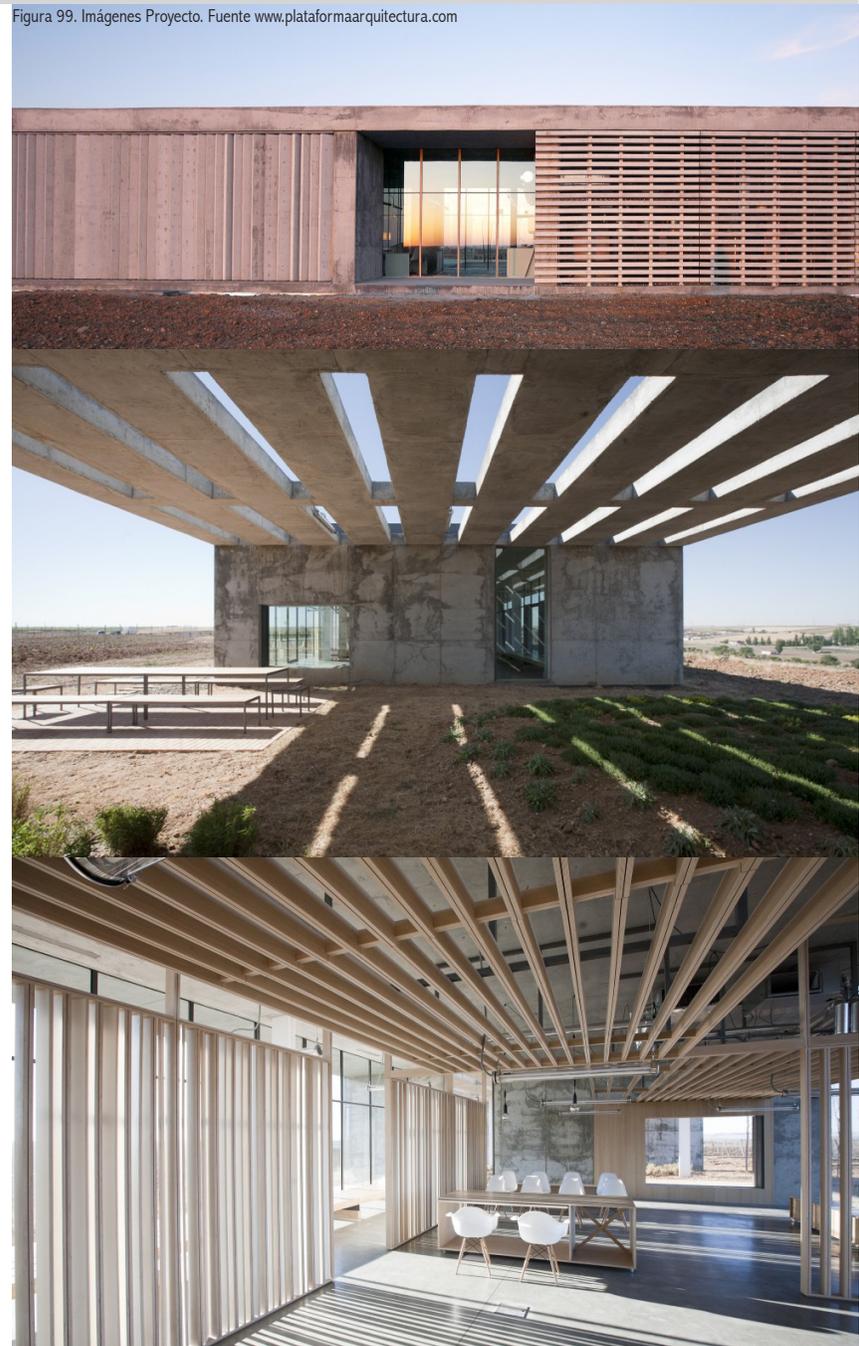
#### BODEGAS MONTEPEDROSO / 3.14GA ARQUITECTOS

*"Es una bodega de planta rectangular de 103×12 m y 1930 m<sup>2</sup> construidos, de los que 1,100 m<sup>2</sup> están destinados a la elaboración del vino blanco verdejo, embotellado, recepción y espacios auxiliares, y 445m<sup>2</sup> a oficinas, zonas sociales, sala de catas y tienda y 385 mas para instalaciones y porches y pérgolas exteriores cubiertas. Se construye parcialmente soterrado para evitar las alturas excesivas que nos exigen los depósitos de elaboración, para mejorar la inercia térmica del conjunto, para resolver con los taludes naturales y topografía, los accesos necesarios a diferentes cotas, para reducir al máximo el trasiego de la uva por la bodega, evitando roturas o aplastamiento de la misma y conseguir que la recepción, separación del raspón, encubado y prensado funcionen por gravedad, como es deseable en un proceso de producción de vinos de calidad, y todo ello para un objetivo esencial también, ser lo más respetuoso posible con el paisaje."*<sup>37</sup>

Es interesante la manera en que se relaciona con el entorno, a través de materiales simples y a la vista. La simpleza de los espacios interiores demuestra la simpleza de los materiales.

La expresión de la fachada responde a la necesidad de controlar la luz y la radiación social. Si bien no es un centro de investigación, su carácter industrial entrega un programa similar a mi propuesta.

Figura 99. Imágenes Proyecto. Fuente [www.plataformaarquitectura.com](http://www.plataformaarquitectura.com)



## 3.0 PROYECTO | PROPUESTA CIDES

### CEMENTERIO ISLÁMICO/ BERNARDO BADER ARQUITECTO

El Cementerio esta basado en las creencias y ritos funerales, lo que habla del entendimiento particular de la naturaleza y las relaciones sociales.

Es interesante la relación entre el interior / exterior a través de la luz. Además el tratamiento de la cubierta y los materiales hablan de relación a nivel espiritual y natural. Al igual que el proyecto anterior, es interesante la relación espacial, permitiendo un traspaso pausado entre el interior exterior.

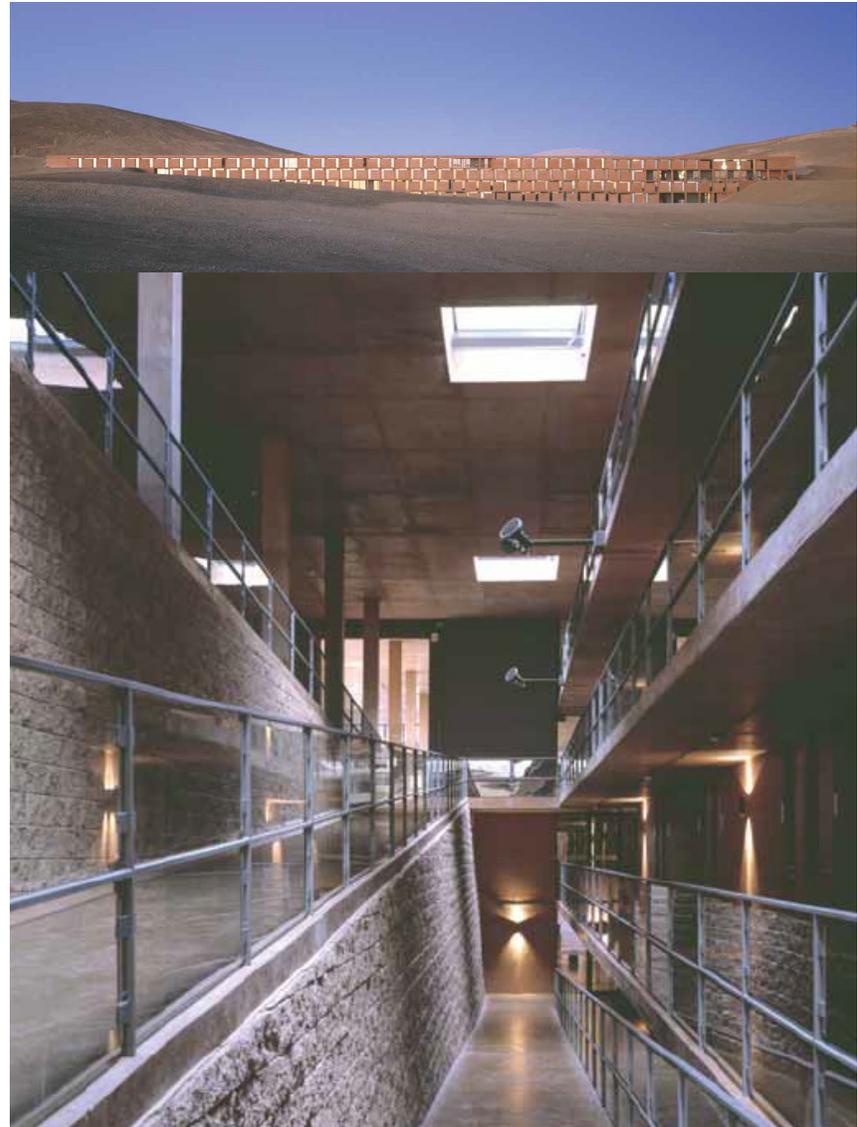


## 3.0 PROYECTO | PROPUESTA CIDES

### ESO HOTEL, CERRO PARANA/ AEUR+WEBER+ASSOZIIERTE

Este Proyecto alberga a los técnicos y científicos que trabajan en condiciones extremas en los observatorios.

Este proyecto se destaca por el uso rampas con circulación principal en donde, que al igual que CIDES, buscar realizar un recorrido pausado.

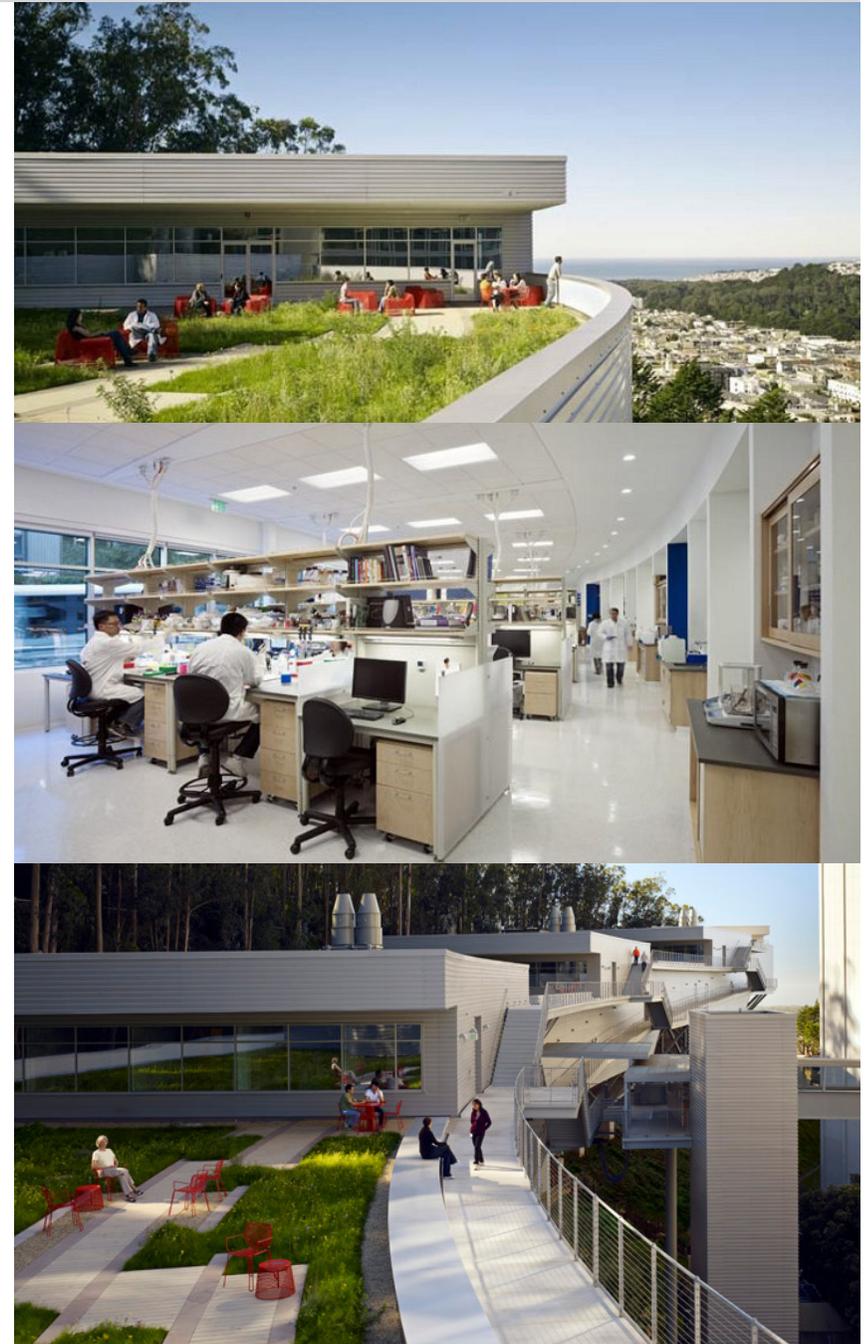


## 3.0 PROYECTO | PROPUESTA CIDES

### UCSF INSTITUTE FOR REGENERATION MEDICINE SAN FRANCISCO, CALIFORNIA/ RAFAEL VIÑOLY ARCHITECTS

La Universidad de California en San Francisco (UCSF), en 2005 llamó a concurso para la construcción de un nuevo laboratorio, el Institute for Regeneration Medicine Building (IRM), cuyo encargo fue adjudicado a Rafael Viñoly Architects. Dado que el edificio iba a estar ubicado en un sitio con fuerte pendiente a los pies del Monte Sutro, el cliente esperaba un edificio organizado en forma vertical, el cual no se hubiera adaptado a las necesidades de funcionamiento del instituto. Partiendo de la idea de que un sistema horizontal era el mejor para la su organización, RVA proyectó el edificio en forma horizontal, a pesar de las dificultades que planteaba el terreno. Las funciones de la planta baja se distribuyen como un laboratorio continuo dividido en cuatro niveles, cada uno de ellos separados por medios niveles a medida que la construcción desciende por la ladera de la boscosa montaña. A su vez, cada nivel está coronado por un grupo de oficinas y un techo verde. Las rampas y escaleras exteriores aprovechan el clima templado del lugar permitiendo una circulación continua entre todos los niveles y conectando el edificio con otro tres centros de investigación cercanos a través de un puente peatonal. La estructura del edificio está sostenida por columnas de acero en voladizo apoyadas sobre pilares de hormigón, lo que minimizó la excavación del sitio y permitió incorporar el aislamiento de base para absorber las fuerzas sísmicas.

Lo interesante de este proyecto, y que lo que me gusta para tomarlo como referente, es la solución de los espacios de trabajo como es el caso del laboratorio, en donde a partir del mobiliario ordena y define los espacios de trabajo. También me llama la atención el diseño de la cubierta, la que se hace parte de las circulaciones y permite la conexión entre volúmenes.





### DOCUMENTOS

- Sohr, Raúl. Chile a Ciegas, La triste realidad de nuestro modelo energético.
- Gore, Al. Our Choise.
- Reporte Octubre 2012, Centro de Energías Renovables.
- Letelier, Pablo. Huella de Carbono en la Vivienda Social de Reconstrucción post Terremoto.
- Hernandez, Adnres Cindes, Centro de Investigación y Difusión de la Energía Solar, Memoria de título 2009.
- Aguilera, Andrea. Centro de Investigación y difusión de la energía Solar. Prof. guía: Jorge Iglesias.
- Dulanto, María. Centro de Investigación y Difusión de la Eficiencia Energética. Prof. guía: Humberto Eliash.

### INTERNET

- [www.Centralenergia.cl](http://www.Centralenergia.cl)
- Ministerio de Energía, [www.minenergia.cl](http://www.minenergia.cl)
- [www.chilesustentable.cl](http://www.chilesustentable.cl)
- Centro de Energías Renovables CER, [cer.gob.cl](http://cer.gob.cl)
- Plataforma Urbana, [www.plataformaurbana.cl](http://www.plataformaurbana.cl)
- Plataforma Arquitectura, [www.plataforamarquitectura.cl](http://www.plataforamarquitectura.cl)
- Chile Renueva sus Energías, [www.chilerenuevaenergias.cl](http://www.chilerenuevaenergias.cl)
- Municipalidad de Vicuña. [www.Munivicuna.cl](http://www.Munivicuna.cl).
- Comisión Nacional de Energía, [www.cne.cl](http://www.cne.cl)
-