

**UNIVERSIDAD
ACADEMIA**
DE HUMANISMO CRISTIANO

REDUCCIONES DE EMISIONES DE CO₂ COMO OPCIÓN EN PROYECTOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA EL SECTOR INMOBILIARIO RESIDENCIAL

Alumno: **Germán Bergen Pape**
Profesor Guía: **Luis Costa Villegas**

Tesis para optar al grado académico de Magíster en Política y Gestión
Ambiental

Santiago, Chile
Agosto 2014

Agradecimientos:

La culminación de este largo proceso no ha sido en solitario, en todo momento conté con el apoyo incondicional de familia, Loreto, Matías y María José, a mi profesor guía Luis y a otros, que en su momento me alentaron a terminar este trabajo.

A todos ellos, muchas gracias.

Índice

CAPITULO I:

Planteamiento del Problema.....	2
1. Introducción.....	2
2. Antecedentes Generales.....	5
a) Situación energética Mundial.....	5
b) Situación Energética en Chile.....	8
c) Crecimiento de la demanda energética y la economía nacional.....	8
d) Dependencia energética.....	10
e) Situación actual del consumo energético.....	11
f) Consumo por sectores.....	12
g) Plan de acción de eficiencia energética 2020 (PAEE20).....	13
h) Acciones nacionales de mitigación del cambio climático (NAMAs).....	15
i) Energías Renovables No Convencionales (ERNC)	17
j) Las ERNC en el mundo.....	19
k) Legislación Chilena.....	20
3. Preguntas de investigación.....	21
4. Objetivos de la Investigación.....	22
• Objetivo General	
• Objetivos Específicos	

CAPITULO II

Marco Teórico.....23

1. Escenario a considerar.....23

- a) Calentamiento global.....23
- b) Cambio Climático (CC).....24
- c) Principales causas del Cambio Climático (CC).....26
- d) Efecto Invernadero.....28
- e) Desafíos para enfrentar la reducción de emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) en los países del mundo..... 29
- f) Chile, Políticas y compromisos.....32

2. Mercado para comercialización de reducciones de emisiones de Dióxido de Carbono equivalente (CO₂e).....36

- a) Introducción a los mercados voluntarios.....36
- b) Estándares de los mercados voluntarios.....41
- c) Norma ISO 14.064 Standard.....47

CAPITULO III

Marco Metodológico.....48

1. Enfoque Metodológico.....48

2. Tipo de Investigación.....51

3. Tipo de estudio.....52

CAPITULO IV

Calculo y Análisis de la Información.....	55
1. Antecedentes y datos del proyecto inmobiliario a evaluar.....	55
a) Energía requerida para obtener Agua Caliente Sanitaria (ACS) para la comunidad.....	57
b) Calculo de energía necesaria para generar ACS con gas natural.....	59
c) Calculo de emisiones de CO ₂ e con gas natural.....	60
2. Calculo de energía necesaria para generar ACS con paneles solares y bombas de calor.....	62
a) Aporte de paneles solares	62
b) Aporte de bombas de calor y calculo de emisiones de CO ₂ e.....	65
3. Mercado para comercialización de reducciones de emisiones de CO₂e.....	68
a) Bolsa Climática de Santiago.....	68
b) Precios de Mercado y costos de verificación.....	70
4. Costos de construcción de sistema para agua caliente sanitaria.....	73
a) Central térmica a gas natural.....	74
b) Sistema Solar Térmico.....	75
5. Costos de energía para operación y mantenimiento de Sistema de ACS.....	77
a) Central térmica a gas natural.....	76
b) Sistema solar térmico.....	78

6. Beneficios tributarios para la instalación de SST.....	80
a) Requerimiento para obtener subsidio.....	80
b) Algoritmo de certificación del cumplimiento de la contribución mínima.....	83
7. Análisis comparativo de inversión y costos de operación de los Sistema de ACS.....	84

CAPITULO V

Conclusiones Generales.....	87
Glosario.....	92
Bibliografía.....	95
Anexos.....	100
Anexo N°I : Proyecto Edificio Morandé # 626.....	101
Anexo N°II : Autorización SEC paneles solares.....	102
Anexo N°III : Emisiones de CO ₂ e en la generación de energía del SIC.....	104
Anexo N°IV : Gas de efecto invernadero: Potencial de calentamiento	106
Anexo N°V : Presupuesto : instalación central térmica a gas.....	107
Anexo N°VI : Presupuesto : instalación paneles solares y bombas de calor.....	109
Anexo N°VII : Presupuesto : instalación paneles solares.....	112
Anexo N°VIII : Información comunal: Zona climática.....	114

CAPITULO I

Planteamiento del Problema

1. Introducción

La tesis pretende determinar, si actualmente las reducciones de emisiones de gases efecto invernadero (GEI), que se obtienen incorporando tecnología a través de eficiencia energética en proyecto inmobiliarios, pueden ser consideradas como un instrumento financiero adicional de fomento.

Para esto, las reducciones de emisiones logradas que se miden en toneladas de dióxido de carbono equivalente¹ (CO₂e), deben tener una calidad certificada por un tercero independiente, basados en los más estrictos criterios y metodologías de contabilización y trazabilidad.

Estas reducciones acreditadas podrían ser transadas posteriormente en la bolsa climática de Santiago (SCX), entidad que posibilita la compra y venta de estas reducciones de emisiones como bonos de carbono VER² (Verified Emission Reduction o Voluntary Emission Reduction), cuya unidad se mide en toneladas de

¹ Para contabilizar las emisiones de gases de efecto invernadero, todos los gases de efecto invernadero se transforman a toneladas de CO₂ equivalentes (CO₂e) a partir del valor de su potencial de calentamiento global. (ver Anexo IV)

² Un VER es la unidad de intercambio en el mercado voluntario de carbono. Un VER equivale a una tonelada métrica de CO₂e reducida o secuestrada mediante un proyecto de reducción de emisiones o captura de carbono y que ha sido certificada de acuerdo al estándar correspondiente.

dióxido de carbono equivalentes (CO₂e) retirada de la atmósfera durante el transcurso de un año³.

Así mismo, se analizará un instrumento público de fomento, como es el subsidio a sistemas solares térmicos para viviendas nuevas, que busca acelerar la instalación de este tipo de tecnología en el sector inmobiliario y la industria, apalancando parte de la inversión necesaria y teniendo como consecuencia directa la reducción del consumo de energía eléctrica y/o térmica. Además, disminuir costos operacionales y colaborar en la reducción de gases efecto invernadero (GEI), incorporando la energía renovable proveniente del sol.

Para demostrar lo anterior, se hace necesario analizar el mercado nacional e internacional del carbono de forma general, mecanismo a través del cual es factible comercializar las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero, generadas en este caso particular, por la utilización de sistemas solares térmicos en proyectos inmobiliarios.

En este trabajo, se entregará una visión y conocimiento respecto a si las externalidades ambientales positivas de este tipo de proyectos, tienen o no acceso a beneficios económicos adicionales a los ahorros energéticos. Además, mostrar la participación en el mercado de reducciones de emisiones de GEI, estimando los

³ *Fundación Chile Menos CO₂. Mercados Voluntarios. [en línea]*
<<http://www.chilemenosco2.cl/mercado-del-co2/mercado-voluntario/#Precios>> [consulta : 24 junio 2014]

volúmenes a reducir y el valor económico que estas reducciones obtendrían en el mercado, así como los requerimientos para su acreditación. Todo lo anterior para demostrar la factibilidad económica de participar en este mercado.

Cabe señalar, que siendo el principal objetivo de este trabajo, demostrar la factibilidad de utilizar la eficiencia energética y el mercado del carbono como un mecanismo apalancador de inversión en proyectos inmobiliarios, el foco específico de este trabajo, está en la evaluación económica y en los precios a obtener en la cuantificación de los volúmenes que justificarían la participación en este tipo de proyectos.

Para efectos de estimación de las reducciones de CO₂e, se utilizó un método simplificado de cálculo, pero aceptado para efectos de prefactibilidad, en reemplazo de la aplicación precisa y exacta de metodologías vigentes en Naciones Unidas.

En el contexto actual, con el alto precio de los combustibles fósiles, en que la eficiencia energética y las energías renovables entregan importantes ahorros de recursos, nos cuestionamos porqué este tipo de proyectos no se han masificado y no utilizan el mercado de carbono como parte del financiamiento. Este tipo de proyecto, además de desplazar combustibles fósiles, genera reducciones de gases efecto invernadero (GEI).

En este contexto, Chile por ser un país en vía de desarrollo, encontrarse en la categoría de país de ingresos medios y miembro de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), podría verse afectado por una meta global que le imponga la reducción o la limitación al crecimiento de emisiones de CO₂e, lo que podría afectar el crecimiento económico del país, dado que las empresas tendrían que incluir más tecnología de punta para reducir sus emisiones de GEI. Esto implica un aumento en los costos de inversión y de operación.

Bajo este escenario, la incorporación de proyectos de eficiencia energética, para obtener agua caliente sanitaria en el sector inmobiliario residencial, utilizando energía solar es una buena opción, considerando que se reducen las emisiones de gases efecto invernadero, y que actualmente la penetración del mercado de paneles solares térmicos es casi nula en el país. Además, existen las condiciones apropiadas en el centro y norte de Chile para la instalación de paneles solares térmicos como una solución tecnológica, para el calentamiento de fluidos a mayor temperatura que la ambiental, lo que permitiría contar con mecanismos económicos que incentiven la aplicación de esta tecnología.

2. Antecedentes Generales

a) Situación energética mundial

En los últimos dos siglos, la energía se ha convertido en un bien indispensable para llevar a cabo casi la totalidad de las actividades personales y productivas. El desarrollo económico, las exigencias del consumo mundial como también una combinación de factores políticos, tecnológicos y sociales, impulsan una demanda creciente y constante de generación de energía, la cual contribuye a la degradación ambiental, el cambio climático⁴ y el agotamiento de los combustibles fósiles.

Entre 1970 y 2004, el aumento más importante de las emisiones de GEI proviene de los sectores de suministro de energía, transporte e industria, mientras que la vivienda y el comercio, la silvicultura (incluida la deforestación) y la agricultura han crecido más lentamente⁵.

⁴ La Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC) de las Naciones Unidas, en su Artículo 1, define el cambio climático como “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”.

⁵ Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Cambio climático 2007, Informe de síntesis, Primera impresión, 2008, Suecia, P. 37-38.

El consumo de energía en el mundo se incrementará en un 57% entre 2004 y 2030, a pesar de que se espera un aumento de precios, tanto del petróleo como del gas natural⁶.

El Informe de síntesis de “Cambio climático 2007”, elaborado por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), indica que los aumentos de la concentración mundial de CO₂e se deben principalmente a la utilización de combustibles de origen fósil y, en una parte apreciable pero menor, a los cambios de uso de la tierra⁷.

El calentamiento del sistema climático es inequívoco, como evidencian ya los aumentos observados del promedio mundial de la temperatura del aire y del océano, el deshielo generalizado de nieves y hielos, y el aumento del promedio mundial del nivel del mar⁸. El nivel del mar global ha crecido entre 10 y 25 cm en los últimos 100 años, y gran parte de la elevación puede estar relacionada con el aumento de la temperatura media global⁹.

⁶ Comisión Nacional de Energía. Chile. [en línea] < <http://www.cne.cl/estudios/estudios> > [consulta 18 junio 2014]

⁷ Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Cambio climático 2007: Op.Cit, Pp.5.

⁸ Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Cambio climático 2007: Op.Cit, Pp.30.

⁹ Grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático / IPCC, 2da evaluación, Cambio Climático 1995
<<http://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-1995/ipcc-2nd-assessment/2nd-assessment-sp.pdf>>

El desafío que se posee como sociedad consiste en lograr un modelo de desarrollo sostenible¹⁰, aquel desarrollo que es capaz de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer los recursos y posibilidades de las futuras generaciones y, para ello, será necesario reconocer la insostenibilidad del modelo actual basado en la dependencia de los hidrocarburos y colocar a las energías renovables en un primer plano.

b) Situación Energética en Chile

Chile es un país que se ha propuesto aumentar sus porcentajes de crecimiento, o a lo menos continuar creciendo. De acuerdo a la “Estrategia Nacional de Energía 2012 – 2030” del Ministerio de Energía, al 2020 se proyectan en nuestro país tasas de crecimiento del consumo eléctrico en torno al 6 a 7%¹¹. Lo anterior, implica que para lograr este nivel de crecimiento, nuestro país requerirá aumentar su actual capacidad instalada en un 50%¹².

c) Crecimiento de la demanda energética y la economía nacional

El consumo final de energía entre los años 1991 y 2011 aumentó un 122%, y aún así Chile está lejos de los consumos que tienen países desarrollados. En la Zona

¹⁰ Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Cambio climático 2007: Op.Cit, P.79.

¹¹ Ministerio de Energía, Estrategia Nacional de Energía 2012 – 2030. Estudio 2012, P. 7.

¹² Ministerio de Energía, Estrategia Nacional de Energía 2012 – 2030. Op.Cit, P. 7.

Euro, el consumo de energía per cápita en 2010 fue de 3,63 Toe¹³, para Chile el mismo indicador fue de 1,83 Toe. En tanto, para los países de América del Norte se llegó a las 7,25 Toe¹⁴.

Si Chile quiere alcanzar el desarrollo en las próximas décadas, lo que conlleva un crecimiento económico sostenido, requerirá de mayor energía para materializarlo. Por lo tanto, se debe hacer frente a esta realidad con un suministro de energía seguro y confiable para los siguientes años¹⁵.

En Tabla N° 1, se muestra la evolución que ha tenido el consumo energético en las últimas décadas.

Tabla N°1: Evolución del consumo de energía (Tcal)¹⁶

	Transporte	Industria y Minería	Comercial, Público y Residencial	Sector Energía: Auto Consumo	Consumo Total
1991	37.440	43.815	36.954	4.255	122.464
2001	67.320	75.118	56.282	5.595	204.315
2011	87.189	100.326	71.410	12.504	271.429

Fuente: Ministerio de Energía en base al Balance Nacional de Energía 2011.

¹³ Toe : Unidad de energía (Tonelada equivalente de petróleo por sus siglas en inglés)

¹⁴ Ministerio de Energía, Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020: Op.Cit, P. 8.

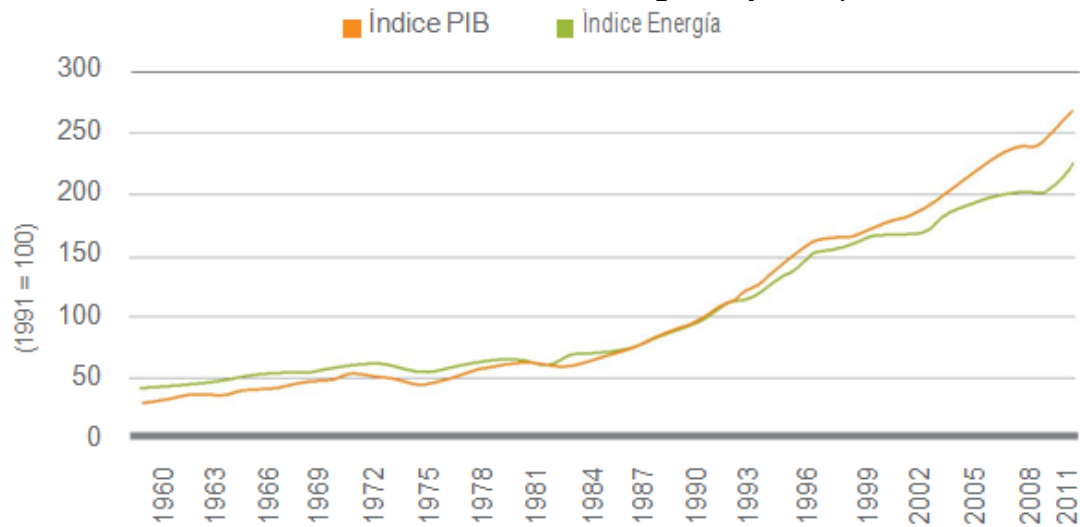
¹⁵ Ministerio de Energía, Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020: Op.Cit, P. 8.

¹⁶ T Prefijo equivalente a un millón de millones.

Cal (Caloría) : Técnicamente corresponde a la cantidad de energía necesaria para elevar la temperatura de un gramo de agua destilada a 14,5°C a 15,5°C a nivel del mar, y a una atmósfera de presión.

Una de las causas que explican este aumento, es el crecimiento continuo que ha tenido el Producto Interno Bruto (PIB), (Gráfico N° 1). Si se revisan las tasas de crecimiento económico y del consumo energético se podrá notar que ambas están correlacionadas, es decir, existe un acople entre la expansión del PIB y la energía final consumida por la población. Una de las tareas del futuro, es lograr un desacople entre ambas variables, lo que implicaría ganar competitividad en un contexto en que las fuentes de energía económicas serán cada vez más escasas¹⁷.

Gráfico N° 1: Crecimiento de la demanda energética y la expansión del PIB



Fuente: Ministerio de Energía 2012¹⁸

¹⁷ Ministerio de Energía, Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020: Op.Cit, P. 9.

¹⁸ Ministerio de Energía, Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020: Op.Cit, P. 9.

d) Dependencia energética

Chile está expuesto a las fluctuaciones internacionales de precios de los combustibles, debido a que la mayor parte de su matriz energética es importada. Esta dependencia, a comienzos de los años 90, estaba en torno al 50% y alcanzó un máximo de 84% el año 2004, mientras que en 2011 fue del 78%, cifra que sigue siendo alta¹⁹.

En tabla N° 2 se muestra como ha aumentado nuestra dependencia energética en las últimas década, lo que nos hace más vulnerables y menos competitivos ante los aumento en los precios internacionales.

Tabla N° 2: Dependencia energética

	Oferta total de energía primaria (Tcal)	Energía importada (Tcal)	Dependencia energética
1991	144.549	76.470	52,9%
2001	248.172	191.251	77,1%
2011	339.836	265.207	78,0%

Fuente: Ministerio de Energía en base al Balance Nacional de Energía 2011²⁰

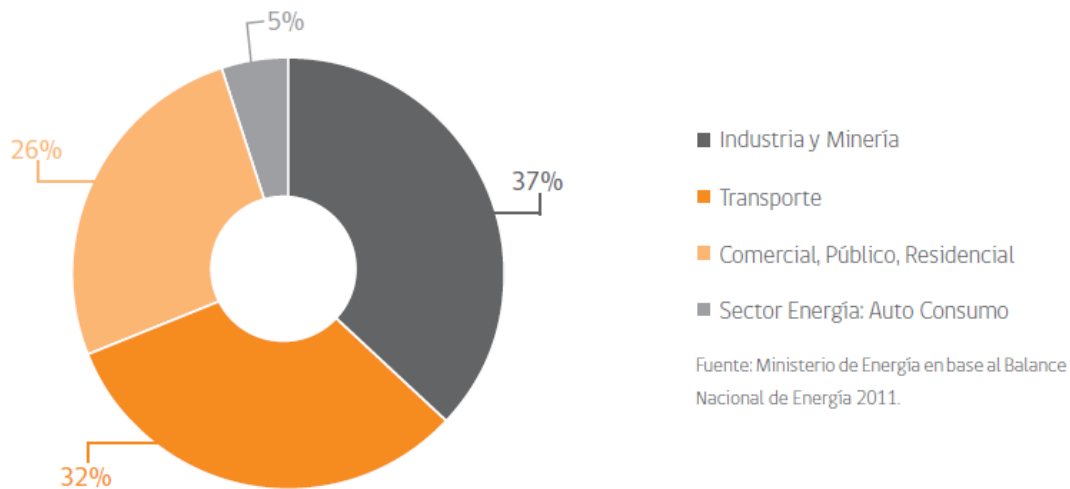
¹⁹ Ministerio de Energía, *Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020: Op.Cit, P. 10.*

²⁰ *La dependencia energética se calcula considerando la oferta total de energía primaria, como la energía hidráulica, biomasa, leña, eólica y solar, (que incluye las importaciones netas de energía secundaria, que corresponde a los productos resultantes de las transformaciones o elaboración de recursos energéticos primarios) y las importaciones tanto de energía primaria como secundaria.*

e) Situación actual del consumo energético

El año 2011, el consumo final de energía secundaria alcanzó las 271.429 TCal. Su distribución por sectores de consumo se muestra en el gráfico siguiente²¹:

Gráfico N° 2 : Consumo energético



Fuente: Ministerio de Energía en base al Balance Nacional de Energía 2011

f) Consumo por sectores

Tal como se puede apreciar en el gráfico N° 2, el sector industria y minería es el que mayor peso tiene en el consumo energético nacional en 2011, alcanzando 100.326 Tcal, seguido por el sector transporte alcanzando un 32% del consumo nacional (87.189 Tcal). En el sector comercial, público y residencial su consumo energético totalizó 71.410 Tcal, representando un 26% del total. Finalmente el

²¹ Ministerio de Energía, Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020: Op.Cit, P. 12.

auto consumo²² del sector energía alcanzó un 5% del consumo total del país²³.

Sector comercial, público y residencial:

De estos tres subsectores, el segmento residencial representa el 76,9% del total de consumo, le sigue el rubro comercial, con el 20,3%, y el sector público, con el 2,8% del consumo energético del sector.

Una particularidad de este sector es la importancia que tiene la leña, ya que representa el 44,3% del consumo de energéticos, le sigue los derivados del petróleo, con el 24,8%, y en tercer lugar la electricidad, con el 22,7%²⁴.

g) Plan de acción de eficiencia energética 2020 (PAEE20)

La Estrategia Nacional de Energía (ENE), lanzada en febrero del 2012, es una carta de navegación que entrega las directrices de la política energética que seguirá el país durante los próximos años, define como su primer pilar el “Crecimiento con Eficiencia Energética²⁵”.

²² Sector energético: Se denomina auto consumo de los centros de transformación a los consumos propios del sector, es decir a la energía utilizada por estos en su operación. La demanda de este sector representa el 5% del consumo de energía final y su mayor gasto energético se concentra en gas natural(39%), de los derivados del petróleo(31%) y la electricidad(19%)

²³ Ministerio de Energía, Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020: Op.Cit, P. 13.

²⁴ Ministerio de Energía, Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020: Op.Cit, P. 14.

²⁵ Ministerio de Energía, Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020: Op.Cit, P. 19.

La ENE señala que se debe “adoptar un compromiso decidido con la eficiencia energética e impulsarla como una política pública de suma importancia en la búsqueda de una reducción del consumo y de desacople entre crecimiento y demanda energética”²⁶.

El Plan de Acción de Eficiencia Energética aspira ser una guía para que los sectores público y privado puedan orientar sus acciones para incrementar la eficiencia energética en sus respectivos ámbitos de acción.

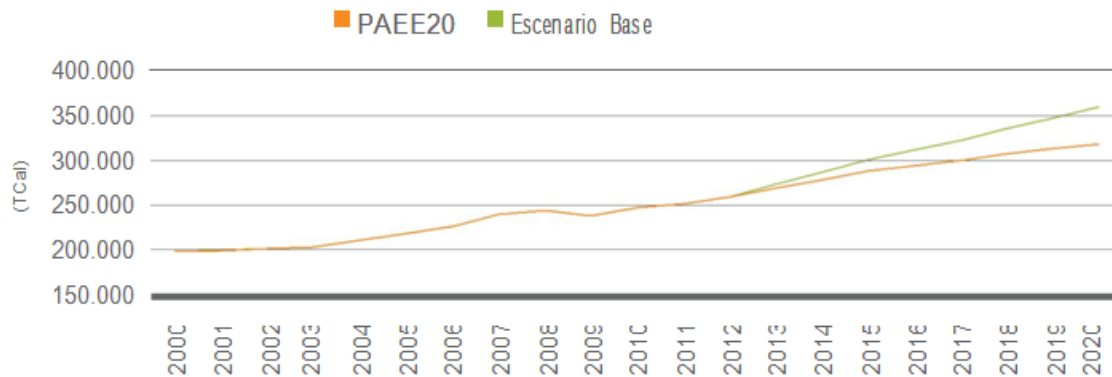
El Plan de Acción tiene como meta alcanzar un 12% de reducción de la demanda energética proyectada en el año 2020, con base en 2010. Ello permitiría lograr una disminución estimada de 43.000 Tcal en 2020, lo que representaría, sólo por energía eléctrica que se deja de consumir, una potencia desplazada sobre los 1.100 MW, con los consiguientes beneficios económicos para el país por menor importación de combustibles y desplazamiento de la inversión²⁷.

El logro de esta meta permitirá generar beneficios adicionales, como mayores niveles de producción de la industria y menores emisiones de CO₂e, entre otros²⁸.

²⁶ Ministerio de Energía, *Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020: Op.Cit, P. 19.*

²⁷ Ministerio de Energía, *Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020: Op.Cit, P. 20.*

²⁸ Ministerio de Energía, *Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020: Op.Cit, P. 20.*

Gráfico N° 3 : Proyección Consumo de Energía al 2020

Fuente: Ministerio de Energía 2012²⁹

Alguna de las iniciativas planteada en el documento y que tienen relación con eficiencia en el sector residencias son las acciones a desarrollar en el ámbito edificación, que incluyen los sectores comercial, público y residencial, son aquellas que apuntan a disminuir, por un lado la demanda energética de las edificaciones y por otro, el consumo energético del usuario. Las líneas de acción son las siguientes:

- **Promover el diseño de edificios con alto estándar de Eficiencia Energética**

Se hace necesaria la revisión y ampliación de los requisitos mínimos exigidos en la reglamentación de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones para la construcción de edificios nuevos. En este sentido, para el sector residencial, se

²⁹ Ministerio de Energía, Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020: Op.Cit, P. 19.

puso en marcha un etiquetado energético para vivienda nueva, que informará al comprador acerca de los estándares energéticos alcanzados por éstas³⁰.

- **Promover la oferta de productos y servicios de construcción con criterios de eficiencia**

La formación y capacitación de los actores relevantes en la cadena de la construcción, permitirá aumentar la oferta disponible de productos y servicios con criterios de eficiencia energética, lo que reducirá la demanda y consumo de energía del edificio en su ciclo de vida³¹.

h) Acciones nacionales de mitigación del cambio climático (NAMAs)

El término NAMAs se define por primera vez en el contexto de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC), en la cláusula 1(b) (ii) del llamado Plan de Acción de Bali, la principal decisión adoptada por la Conferencia de las Partes de este acuerdo internacional en su decimotercera reunión (COP13) es:

“Un mayor nivel de acción nacional/internacional en mitigación del cambio climático que incluye, entre otros, la consideración de Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMAs, por su sigla en inglés Nationally Appropriate Mitigation Actions) por los países en desarrollo que son Partes en el Plan, dentro

³⁰ Ministerio de Energía, *Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020: Op.Cit, P. 29.*

³¹ Ministerio de Energía, *Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020: Op.Cit, P. 30.*

de un contexto de desarrollo sostenible, apoyado por tecnología, financiamiento y desarrollo de capacidades, en forma mensurable, posible de ser informado y verificable a través de acciones voluntarias propuestas por los países en desarrollo que, a su vez, deben ser respaldadas y favorecidas por la transferencia de tecnología, el desarrollo de las capacidades y las transferencias financieras de los países desarrollados”³².

A nivel nacional, el Ministerio de Energía solicitó desarrollar un Sistema de identificación, evaluación, reporte y verificación de acciones nacionales de mitigación del cambio climático (NAMAs) en el sector energético³³.

El estudio finalizado el 9 de junio del 2011, entregó como resultados un listado priorizado con las siguientes de potenciales NAMAs:

- Eficiencia energética en la minería del cobre.
- Motores eléctricos para uso industrial y minero.
- Programa de energías renovables.
- Procesos en la industria cementera.
- Política de desarrollo de energía geotérmica.

³² *Revista Integración & Comercio – Contribuciones, N°30, Volumen 14. Enero – Junio 2010. P. 119. <http://www.iadb.org/intal/ICom/30/esp/e_glosario.html>*

³³ *Ministerio de Energía. Sistema de identificación, evaluación, reporte y verificación de acciones nacionales de mitigación del cambio climático en el sector energético. Estudio 2010 <<http://www.minenergia.gob.cl/documentos/estudios/2010.html>>*

Este informe del 2011, no consideró la instalación de colectores solares térmicos para el sector inmobiliario, pero sería recomendable analizar en el futuro la factibilidad que se pudieran estructurar como una NAMAs.

i) Energías Renovables No Convencionales (ERNC)

Como una fuente alternativa de energía, las Energías Renovables No Convencionales, representan una ventaja respecto a las tradicionales, entre ellas³⁴;

- Utilizan fuentes inagotables para la producción de energía.
- Son consideradas energías limpias.
- Contribuyen a disminuir las emisiones que afectan el calentamiento global.
- Son fuentes infinitas o se agota en una escala de tiempo muy superior al tiempo cronológico humano.

En Chile, de acuerdo a la ley 20.257, se definen los medios de generación renovables no convencionales, como aquellas que presentan cualquiera de las siguientes características:

- Aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía de la biomasa, correspondiente a la obtenida de materia orgánica y biodegradable, la que

³⁴ *Endesa Eco. Introducción a las Energías Renovables No Convencionales (ERNC). 2006. Primera Edición. Endesa.*

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.

- Aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía hidráulica y cuya potencia máxima sea inferior a 20.000 kilowatts.
- 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.
- Aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía solar, obtenida de la radiación solar.
- Aquellos cuya fuente de energía primaria sea la energía eólica, correspondiente a la energía cinética del viento.
- 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.

Para efectos del cumplimiento de la porción de ERNC generada, en el caso de la Energía Hidráulica, la Ley acepta Centrales de hasta 40 MW, con un factor proporcional para la potencia entre 20 y 40 MW³⁵.

³⁵ Ley 20.257. Introduce modificaciones a la ley general de servicios eléctricos respecto a la generación de energía eléctrica con fuentes de energía renovables no convencionales. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Santiago, Chile, abril de 2008.

j) Las ERNC en el mundo

Un continuo crecimiento de la energía hidráulica y la rápida expansión de la eólica y la solar ha cimentado la posición de las energías renovables como parte indispensable de la matriz energética para el año 2035, las energías renovables suponen casi un tercio de la producción total de electricidad. La energía solar crece más rápidamente que cualquier otra tecnología renovable. Las renovables se convierten en la segunda fuente de generación eléctrica del mundo hacia 2015 (generando aproximadamente la mitad que el carbón) y, para el año 2035, se acercan al carbón como la fuente primaria de generación eléctrica³⁶.

En este sentido se hace necesario que dicha tendencia siga adquiriendo un rol más protagónico en la matriz energética mundial y de Chile. Así se podrían alcanzar metas globales significativas, tanto en reducciones de emisiones como menores costos de producción de energía.

Se proyecta que para el año 2050 la participación de la energía fotovoltaica en la matriz energética mundial haya alcanzado un 11%, en contraste con el 0,1% que representó el 2010. El mercado fotovoltaico crecería un 17% anual entre 2010 y 2020 y un 11% anual entre 2020 y 2030³⁷.

³⁶ IEA, *International Energy Agency. World Energy Outlook 2012*. [en línea] <<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Spanish.pdf>> [consulta : 10 junio 2014]

³⁷ IEA, *International Energy Agency. 2010. Technology Roadmap: Solar photovoltaic energy*. [en línea] <<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/name,3902,en.html>> [consulta : 10 junio 2014]

Además, el objetivo económico más importante de la tecnología fotovoltaica debe ser lograr una reducción de costos que supere los dos tercios para el año 2030, tanto de inversión como de generación eléctrica. Se proyecta que para el año 2020 ya se haya alcanzado una reducción de 50% en el costo de ambos ítems³⁸.

k) Legislación Chilena

En el año 2008 se aprobó la Ley 20.257 de ERNC, esta ley que entró en vigencia, a partir del 1 de enero del año 2010, establece que del total de la energía comercializada por las empresas generadoras en Chile, un porcentaje debe provenir de fuentes ERNC. Esto se fija en cuotas de reducción anual, siendo un 5% hasta el 2014, aumentando desde entonces un 0,5% anual hasta llegar al 10% en 2024.

La apuesta es que a partir del año 2035, sea el mercado quien regule el “negocio”, ya que antes, la regulación se ejerce desde el Estado mediante la aplicación de la ley mencionada.

En este sentido, para reducir la alta dependencia energética de los hidrocarburos, que mejor que abastecer a las distintas actividades del país de electricidad de manera sostenible y limpia, para aquello Chile es una fuente de energía natural

³⁸ IEA, International Energy Agency. 2010. *Technology Roadmap: Solar photovoltaic energy*. [en línea] <<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/name,3902,en.html>> [consulta : 10 junio 2014]

extraordinaria (energía solar y mareomotriz principalmente) de alta calidad y abundante que también nos permite contribuir al cumplimiento del compromiso con las NAMAs.

3. Preguntas de la investigación

- ¿Tienen los proyectos para calentamiento de agua sanitaria con paneles solares cabida en el mercado del carbono.?
- ¿Por qué no existe mayor participación en este tipo de proyectos en el mercado del carbono.?
- ¿Qué restricciones o incentivos existen en nuestra normativa para este tipo de proyectos.?
- ¿Es posible cuantificar económicamente las externalidades ambientales positivas de estos proyectos.?

4. Objetivos de la investigación

Objetivo General:

Evaluar el impacto en la rentabilidad de los proyectos que incorporan los ingresos adicionales que el mercado del carbono ofrece, asociado a las reducciones de emisiones de GEI.

Objetivos Específicos:

- Evaluar el ámbito económico del proyecto de eficiencia energética en el sector inmobiliario.
- Identificar otros beneficios ambientales adicionales al proyecto de eficiencia energética en el sector inmobiliario.
- Cuantificar económicamente los beneficios ambientales adicionales del uso de esta tecnología.

CAPITULO II

Marco Teórico

1. Escenario a considerar

a) Calentamiento global

El calentamiento global corresponde al aumento en la temperatura superficial del aire, conocida como la temperatura global, inducida por las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera³⁹.

El calentamiento global está provocando una serie de cambios en el clima de la Tierra o cambios meteorológicos a largo plazo que varían según el lugar. Conforme la Tierra gira cada día, este nuevo calor gira a su vez recogiendo la humedad de los océanos, aumentando en algunas zonas y asentándose en otras. Está cambiando el ritmo del clima al que todos los seres vivos nos hemos acostumbrado⁴⁰.

Los glaciares se están derritiendo, el nivel del mar aumenta, las selvas se están secando y la fauna y la flora lucha para seguir este ritmo. Cada vez es más

³⁹ Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente en 2012. *Medio ambiente para el futuro que queremos*. [en línea] <http://www.unep.org/geo/pdfs/geo5/GEO5_report_full_es.pdf> [consulta : 5 junio 2014]

⁴⁰ National Geographic. [en línea] <<http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/calentamiento-global/calentamiento-global-definicion>> [consulta : 5 junio 2014]

evidente que los humanos han causado la mayor parte del calentamiento del siglo pasado⁴¹.

A medida que el fenómeno del calentamiento global se hace más patente en nuestro planeta, sus efectos son más perceptibles dentro del ciclo hidrológico, motivo por el cual los científicos pronostican períodos de sequías e inundaciones más prolongados, aceleración de la fusión de los glaciares y cambios drásticos en los patrones de precipitación y nieve.

El mundo ya está experimentando cambios a gran escala en lugares como los Andes y el Himalaya, donde están desapareciendo los glaciares y llevándose consigo la fuente de agua potable y riego para millares de personas. Las inundaciones, sequías, tormentas y otros desastres naturales relacionados con el clima han obligado a más de 20 millones de personas a abandonar sus hogares durante 2008⁴².

b) Cambio Climático

La Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC) de las Naciones Unidas, define el Cambio Climático (CC) como “cambio del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera

⁴¹ National Geographic. [en línea] <<http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/calentamiento-global/calentamiento-global-definicion>> [consulta : 5 junio 2014]

⁴² National Geographic. [en línea] <<http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/aguas-dulces/climage-change>> [consulta : 5 junio 2014]

mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”⁴³.

Ya es un hecho explícito y comprobado científicamente que la temperatura media de la superficie terrestre ha subido más de 0,6°C desde los últimos años del siglo XIX. Las predicciones científicas prevén un aumento entre 1,4°C y 5,8°C para el año 2100⁴⁴.

El calentamiento del océano domina sobre el incremento de la energía almacenada en el sistema climático y representa más del 90% de la energía acumulada entre 1971 y 2010. Es prácticamente seguro que la capa superior del océano (0-700 metros) se haya calentado entre 1971 y 2010, y es probable que se haya calentado entre la década de 1870 y 1971⁴⁵.

⁴³ IPCC. Cambio climático 2007 Informe de síntesis. [en línea] <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf> [consulta 14 junio 2014]

⁴⁴ Fernandez M. Funke K. Tesis Diplomado de Especialización en Derechos Humanos, Cambio Climático y Políticas Públicas, 2011, Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático.

⁴⁵ IPCC. Cambio climático 2013. Base de ciencia física. [en línea] <https://www.ipcc.ch/news_and_events/docs/ar5/ar5_wg1_headlines_es.pdf> [consulta 13 junio 2014]

Según otras predicciones, la producción agrícola disminuirá en algunas regiones tropicales, sub tropicales y templadas, así como también se pronostican procesos de desertificación de zonas continentales interiores y la extinción de múltiples especies. Así las cosas, el panorama se muestra desolador para las futuras generaciones⁴⁶.

Si bien Chile no es un emisor relevante de gases de efecto invernadero. De acuerdo a estadísticas internacionales de la Agencia Internacional de Energía (IEA) que consideran solo las emisiones nacionales de CO₂ por combustión de hidrocarburos, su aporte al total de emisiones es aproximadamente el 0,2% (IEA, 2009; IEA, 2010). Este porcentaje se ha mantenido estable. De acuerdo a la Agencia Internacional de Energía (IEA, 2010), Chile aparece en el lugar 61° en el mundo respecto a las emisiones per cápita de CO₂ para el año 2008, con un valor de 4,35 ton CO₂/habitante, ligeramente por sobre el promedio mundial de 4,23 ton CO₂/habitante. No obstante, las emisiones del país están aumentando de manera importante, principalmente por el crecimiento del sector energía⁴⁷.

c) Principales causas del Cambio Climático (CC):

Este fenómeno de cambio climático lo podemos asociar y separar principalmente en dos causas, mayores emisiones y menor captura de CO₂e.

⁴⁶ Informe del Estado del Medio Ambiente 2011. Ministerio del Medio Ambiente. Chile. Marzo 2012.

⁴⁷ Ministerio del Medio Ambiente. Segunda comunicación nacional de Chile ante la convención marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático. [en línea] <http://www.mma.gob.cl/1304/articles-50880_documentoCambioClimatico.pdf> [consulta : 30 junio 2014]

- **Mayores emisiones**

En los últimos 800 000 años, las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso han aumentado a niveles sin precedentes. Las concentraciones de dióxido de carbono han aumentado en un 40% desde la era preindustrial debido, en primer lugar, a las emisiones derivadas de los combustibles fósiles y, en segundo lugar, a las emisiones netas derivadas del cambio de uso del suelo. Los océanos han absorbido alrededor del 30% de las emisiones antropógenas⁴⁸ emitidas, provocando su acidificación⁴⁹.

- **Menor captura de CO₂e**

El dióxido de carbono (CO₂) atmosférico es absorbido por los árboles mediante fotosíntesis, y es almacenado en forma de materia orgánica (biomasa-madera). La deforestación provoca hasta el 20% de las emisiones de gases de efecto invernadero en todo el mundo, debido a la tala de gran parte de los bosques para uso agrícola. Con un ordenamiento eficaz, los bosques son sumideros netos de carbono capaces de absorber permanentemente cerca de la décima parte de las emisiones mundiales

⁴⁸ *Emisiones de gases de efecto invernadero, de precursores de gases de efecto invernadero y de aerosoles aparejadas a actividades humanas, como la combustión de combustibles de origen fósil, la deforestación, los cambios de uso de la tierra, la ganadería, la fertilización, etc.*

⁴⁹ IPCC. Cambio climático 2013. Base de ciencia física. [en línea] <https://www.ipcc.ch/news_and_events/docs/ar5/ar5_wg1_headlines_es.pdf> [consulta 13 junio 2014]

de CO₂ en la biomasa, el suelo y los productos forestales⁵⁰.

La menor captura de CO₂, han contribuido al aumento del volumen de gases de efecto invernadero GEI, (dióxido de carbono, metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O)) en la atmósfera. Si bien estos gases naturales son necesarios para la vida, al existir un aumento considerable del volumen, pueden llegar a modificar el clima⁵¹.

d) Efecto Invernadero

Se llama efecto invernadero al fenómeno por el que determinados gases componentes de una atmósfera planetaria retienen parte de la energía que el suelo emite por haber sido calentado por la radiación solar. Afecta a todos los cuerpos planetarios dotados de atmósfera. De acuerdo con el actual consenso científico, el efecto invernadero se está viendo acentuado en la Tierra por la emisión de ciertos gases, como el dióxido de carbono y el metano, debido a la actividad económica humana.

Los gases de efecto invernadero absorben eficazmente la radiación infrarroja emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera debido a esos mismos gases, y por las nubes, ver figura N°1. La radiación atmosférica es emitida

⁵⁰ Naciones Unidas. [en línea] <<http://www.un.org/es/climatechange/facts.shtml>> [consulta :2 julio 2014]

⁵¹ Fernandez M. Funke K. Tesis Diplomado de Especialización en Derechos Humanos, Cambio Climático y Políticas Públicas, 2011, Op.Cit.

en todas direcciones, en particular hacia la superficie de la Tierra. Por ello, los gases de efecto invernadero retienen calor en el sistema superficie-troposfera⁵².

Figura N° 1 : Efecto invernadero



Fuente: UNEO – GRID Arenal

Los científicos conocen el efecto invernadero desde 1824, cuando Joseph Fourier calculó que la Tierra sería más fría si no hubiera atmósfera. Este efecto invernadero es lo que hace que el clima en la Tierra sea apto para la vida. Sin él, la superficie de la Tierra sería unos 16 grados Celsius más fría⁵³.

⁵² IPCC, Cambio climático 2007, Op cit, Glosario.

⁵³ National Geographic. [en línea] <<http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/aguas-dulces/climage-change>> [consulta : 5 junio 2014]

e) Desafíos para enfrentar la reducción de emisiones de GEI en los países del mundo

Las distintas acciones de mitigación de emisiones, han marcado la agenda de las agencias internacionales.

La ONU ha sido capaz de reunir en 1992, a los países en un tratado internacional, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, y considerar de manera cooperativa lo que podían hacer para limitar el aumento de la temperatura media global y el cambio climático resultante, y para hacer frente a cualquier impacto.

Para 1995, los países se dieron cuenta de que las disposiciones de reducción de emisiones en la Convención eran insuficientes. Se puso en marcha negociaciones para fortalecer la respuesta global al cambio climático, y, dos años más tarde, adoptaron el Protocolo de Kyoto. Este protocolo obliga jurídicamente a los países desarrollados a cumplir los objetivos de reducción de emisiones que se establecieron. Primer período de compromiso del Protocolo se inició en 2008 y terminó en 2012⁵⁴.

Alguno de los más importantes acuerdos:

⁵⁴ Naciones Unidas. [en línea] <http://unfccc.int/essential_background/items/6031.php> [consulta :2 julio 2014]

- 1997: Protocolo de Kioto: Este año 37 países con altos niveles de desarrollo se comprometieron a reducir sus emisiones de GEI, en promedio, en un 5,2% para el año 2012.
- 2009: En la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático se establecieron las NAMA's ("Nationally Appropriate Mitigation Actions"). Este tipo de mecanismo dice relación con la reducción de las emisiones de GEI en porcentajes específicos según el nivel de desarrollo del país, a su vez cualquier país puede suscribir un compromiso de mitigar el calentamiento global reduciendo sus emisiones⁵⁵.
- 2012: Japón, Rusia, Canadá y Nueva Zelanda no aprobaron en diciembre la prórroga hasta 2020 del periodo de compromiso del Protocolo de Kioto y se suman otros países desarrollados como China, India, Corea del Sur y Estados Unidos, que emite un cuarto de los gases invernaderos de todo el mundo.
- 2013: El cambio climático y el desarrollo sostenible siguen siendo prioridades principales para el Sr. Ban Ki-moon, Secretario General de las Naciones Unidas, que en enero afirmó, en un discurso ante la Asamblea

⁵⁵ Naciones Unidas. [en línea] <http://unfccc.int/essential_background/items/6031.php> [consulta : 2 julio 2014]

General, que continuaría trabajando para lograr un acuerdo sobre el cambio climático en el 2015⁵⁶.

De acuerdo con el IPCC, no existe una solución única, factible a nivel económico y tecnológico, que baste, por sí sola, para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de diferentes sectores. Al mismo tiempo, está claro que se necesita una acción coordinada a nivel internacional para aprovechar todo el efecto de las tecnologías limpias y la eficiencia energética.

Se espera que se inviertan 20 billones de dólares en la actualización de la infraestructura energética global, desde ahora hasta 2030, para satisfacer la creciente demanda, que aumentará en un 60% en ese período según la Agencia Internacional de la Energía. Se estima que el costo adicional de alterar estas inversiones para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero se encuentra entre poco significativo y un aumento de entre el 5% y el 10%. El modo de satisfacer esta necesidad de energía determinará si el cambio climático seguirá siendo controlable. Los esfuerzos por la mitigación durante las próximas dos o tres décadas determinarán en gran medida el aumento a largo plazo de la temperatura media global y los impactos medioambientales correspondientes que pueden evitarse⁵⁷.

⁵⁶ Naciones Unidas. [en línea] < <http://www.un.org/climatechange/blog/2013/06/>> [consulta : 10 abril 2014]

⁵⁷ Naciones Unidas. [en línea] < <http://www.un.org/es/climatechange/techsectors.shtml>> [consulta : 2 julio 2014]

f) Chile, políticas y compromisos

Chile no ha estado ajeno a los compromisos de los acuerdos internacionales por la mitigación del calentamiento global.

En agosto de 2010, Chile declaró a las Naciones Unidas su compromiso voluntario de realizar acciones nacionalmente apropiadas de mitigación de modo de lograr una desviación de 20% por debajo de su trayectoria creciente de emisiones al 2020, proyectadas desde el año 2007⁵⁸.

En diciembre del 2010, también en el marco de las Naciones Unidas, Chile se asocia a los Acuerdos de Cancún, en donde se señala que "Los países en desarrollo deberán presentar informes bienal de actualización (IBA), que contengan información actualizada sobre inventario nacional de gases de efecto invernadero (INGEI), con inclusión de un informe del inventario nacional y de información sobre las medidas de mitigación, las necesidades en esa esfera y el apoyo recibido"⁵⁹.

En septiembre del 2013 el Senado chileno aprobó por unanimidad el proyecto de Ley 20/25, que propone el fomento de las Energías Renovables no

⁵⁸ Ministerio del Medio Ambiente. *Acciones nacionalmente apropiadas de mitigación*. [en línea] <<http://www.mma.gob.cl/1304/w3-article-54752.html>> [consulta : 14 junio 2014]

⁵⁹ Ministerio del Medio Ambiente. *Acciones nacionalmente apropiadas de mitigación*. [en línea] <<http://www.mma.gob.cl/1304/w3-article-54793.htm>> [consulta : 30 junio 2014]

Convencionales (ERNC) y que prevé que para 2025 el 20% de la matriz energética proceda de esas fuentes⁶⁰.

A su vez, lo anterior significa un fortalecimiento a un emergente y relevante negocio dedicado al desarrollo de las ERNC, ya que el paso a tener a nivel nacional una matriz diversificada hacia las energías renovables, ciertamente contribuye a cumplir el compromiso adquirido. Esta norma obligará a que todos los contratos firmados con posterioridad a su promulgación, incorporen una cláusula en que se especifique que parte de la electricidad incluida en el acuerdo, provenga de algún tipo de energía renovable.

En el ámbito político, Chile a través de la ley 20.257 (Desarrollo de las ERNC) denota su interés por desarrollar este tipo de energías en sus procesos productivos entre otros.

En este contexto, cabe mencionar otras iniciativas, como la generación de las instituciones a cargo de la gestión ambiental chilena, entre ellas la creación del Ministerio de Medio Ambiente, la Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE) y el comité CORFO Centro de Energías Renovables (CER).

⁶⁰ Asociación Chilena de energías renovables alternativas. News letter agosto 2013. [en línea] <http://www.acera.cl/wp-content/uploads/2013/09/ACERA-NEWS_AGOSTO2013.pdf> [consulta : 15 junio 2014]

- Ministerio de Medio Ambiente: Órgano gubernamental destinado a diseñar y aplicar políticas ambientales, direccionado a la protección y conservación de la diversidad biológica y los recursos naturales renovables e hídricos, como a su vez trabajar en acciones destinadas a la promoción del desarrollo sostenible⁶¹.
- A través de la Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE), se están implementado programas y proyectos específicos que impulsan la disminución del consumo energético. El trabajo se realiza focalizado en los principales sectores de consumo, como son: industria y minería, transporte, residencial y comercial. También la educación y difusión juegan un rol destacado, permitiendo hacer de la Eficiencia Energética un valor cultural y lograr cambios de conducta en la ciudadanía⁶².
- Centro de Energías Renovables (CER): Esta instancia lo que promueve es el desarrollo de las ERNC mediante los soportes económicos, técnicos y académicos dirigido a aquellos gestores de nuevos proyectos⁶³.

⁶¹ Ministerio del Medio Ambiente. [en línea] <<http://www.mma.gob.cl/1304/w3-propertyvalue-16227.html>> [consulta : 3 julio 2014]

⁶² Agencia Chilena de Eficiencia Energética. [en línea] <<http://www.acee.cl/acerca-de-achee/quienes-somos>> [consulta : 3 julio 2014]

⁶³ Ministerio de Energía, Centro de Energías Renovables. [en línea] <http://cer.gob.cl/sobre-el-cer/que-hacemos/> [consulta : 3 julio 2014]

Lo anterior denota que en Chile existe interés por desarrollar políticas que incentiven el uso de tecnologías, destinadas al aprovechamiento de las energías renovables no convencionales.

2. Mercado para comercialización de reducciones de emisiones de CO₂e.

a) Introducción a los mercados voluntarios

Los mercados voluntarios del carbono proporcionan una herramienta efectiva para las compañías e instituciones que desean demostrar su liderazgo en acciones que reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero, más allá de las regulaciones a las que están supeditadas.

Los mercados voluntarios operan por medio de estándares certificadores, metodologías y organismos de registro. Por esto, es posible la compensación voluntaria a través de proyectos cuyas reducción de emisiones de GEI son reales, medibles, adicionales y permanentes⁶⁴.

La demanda voluntaria de compensaciones de carbono a nivel mundial creció 4% en 2012 respecto al año anterior. Durante el 2012, los compradores destinaron más de US\$ 523 millones para compensar 101 millones de toneladas métricas de

⁶⁴ *Fundación Chile Menos CO₂. Mercados Voluntarios. [en línea]*
<<http://www.chilemenosco2.cl/mercado-del-co2/mercado-voluntario/#Precios>> [consulta : 12 junio 2014]

emisiones de gases de invernadero. Los resultados señalaron que compradores del sector privado favorecieron compensaciones derivadas de la plantación de árboles, la protección de bosques tropicales o la distribución de estufas limpias en países en vías de desarrollo⁶⁵.

Las motivaciones que han llevado a las empresas, gobiernos, ONGs e individuos a participar en este mercado son diversas, entre las cuales se pueden identificar las siguientes⁶⁶:

- Demostrar el compromiso con la responsabilidad social empresarial o individual, a través de objetivos de reducción de gases de efecto invernadero, especialmente cuando dichas reducciones no constituyen utilidades o no son proyectos “costo-efectivos”.
- Crear incentivos internos para las reducciones de emisiones, mediante la internalización de costos del carbono en los procesos.
- Posicionarse a la vanguardia de las discusiones sobre cambio climático y regulación de gases de efecto invernadero, gracias a la experiencia en los mercados del carbono.

⁶⁵ *Forest Trends. El Estado de los Mercados Voluntarios de Carbono 2013, Resumen Ejecutivo [en línea]* <http://www.forest-trends.org/documents/files/doc_4071.pdf> [consulta : 20 junio 2014]

⁶⁶ *Endesa Eco. Introducción a las Energías Renovables No Convencionales (ERNC). Op.Cit.*

- Anticiparse a los cambios y desafíos regulatorios futuros y sus costos asociados.
- Destacar una marca o diferenciar los productos y servicios de una compañía, lo que en algunos casos se puede traducir en un sobreprecio al tratarse de un producto con “valor agregado” (por ejemplo, la venta de “energía verde” a partir de fuentes de energía renovable).
- Apoyar inversiones en proyectos sustentables que reduzcan gases de efecto invernadero.

Para la certificación de reducciones de emisiones en mercados voluntarios, existen diversos estándares específicos, los que sin embargo, deben ser conocidos y confiables, ya que de ello dependerá el reconocimiento y, por consiguiente, el valor agregado que le otorgará a las reducciones de emisiones certificadas en alguno de estos mecanismos.

Hoy en día muchas compañías, distintos tipos de eventos, como conciertos que se realizan han establecido metas para neutralizar sus emisiones de gases de efecto invernadero, lo que supone una promisorio oportunidad de desarrollo para los mercados voluntarios del carbono⁶⁷.

⁶⁷ *Endesa Eco. Introducción a las Energías Renovables No Convencionales (ERNCC). Op.Cit.*

Por último, otro de los aspectos positivos de los mercados voluntarios, es que permite probar nuevos procedimientos, metodologías y estándares que podrían ser incluidos en algún esquema regulado en el futuro, actuando como “piloto de prueba” para el mejoramiento y desarrollo de esquemas regulados⁶⁸.

Por su naturaleza, a diferencia de los sistemas regulados, los mercados voluntarios no siguen un patrón o estándar único y en muchos casos, su operación depende directamente de los acuerdos tomados en las negociaciones entre vendedores y compradores de los VER. Lo anterior, supone una dificultad al momento de determinar cuál de todos los estándares preexistentes será aplicado en cada caso o si es necesario establecer alguna nueva metodología para acreditar fehacientemente la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Esto supone un riesgo adicional que debe ser considerado especialmente por los compradores, en cuanto a la materialización y reconocimiento de las reducciones de emisiones⁶⁹.

Por otro lado, estos mecanismos voluntarios proporcionan una mayor flexibilidad en cuanto al tipo de proyectos que pueden participar al no estar sometido a un sistema regulado. Muchos compradores y vendedores de créditos de carbono los prefieren, por la mayor libertad de acción que proporcionan y los menores costos

⁶⁸ *Endesa Eco. Introducción a las Energías Renovables No Convencionales (ERNC). Op.Cit.*

⁶⁹ *Endesa Eco. Introducción a las Energías Renovables No Convencionales (ERNC). Op.Cit.*

de tramitación y transacción que en general involucra participar en este ambiente, aunque en los últimos años los valores para la acreditación han aumentado⁷⁰.

Un aspecto clave en este tipo de mercado del carbono, es la credibilidad y reconocimiento del estándar que se selecciona para un determinado proyecto, lo que implica una mejor valoración de las reducciones de emisiones que se certifiquen bajo el estándar escogido.

Los principales consumidores de VER corresponden a empresas privadas (65% en volumen), de los cuales un 35% son destinados a reventa 29% para compensación de emisiones y 1 % para pre-cumplimiento de cuotas. Luego, se encuentran los gobiernos (1%), compradores individuales (2%), ONGs (1%) con motivos de acreditar compensaciones y otros clientes no identificados (31%). Los consumidores están localizados en Europa (52%), Estados Unidos (39%), Australia/Nueva Zelanda (6%) y Canadá (2%)⁷¹.

⁷⁰ *Endesa Eco. Introducción a las Energías Renovables No Convencionales (ERNCC). Op.Cit*

⁷¹ *Fundación Chile Menos CO₂. Mercados Voluntarios. [en línea]*
<<http://www.chilemenosco2.cl/mercado-del-co2/mercado-voluntario/#Precios>> [consulta : 12 junio 2014]

Validación y verificación

En el caso de los esquemas voluntarios, los proyectos que se quieran registrar deben cumplir con el estándar de la entidad verificadora seleccionada. El proyecto debe ser revisado y validado por una institución acreditada en el mismo estándar previo al registro formal de los bonos.

Distribución y emisión de los VER

Para la emisión de los VER, el desarrollador del proyecto debe certificar las reducciones de emisiones generadas, para lo cual existen diferentes instancias de registro que mantienen e intercambian las cuentas de VER de manera transparente. De esta manera, la distribución de éstos se realiza entre las partes interesadas, a través de cuentas de registro que éstos mantienen en las instituciones establecidas por los diferentes estándares. En los mercados voluntarios, usualmente la propia institución validadora y verificadora es la encargada de “registrar” o aprobar el proyecto⁷².

⁷² *Endesa Eco. Introducción a las Energías Renovables No Convencionales (ERNCC). Op.Cit.*

b) Estándares de los mercados voluntarios

La gran variedad de estándares existentes en los mercados voluntarios, sugiere que el desarrollador del proyecto debe ser cuidadoso en su elección, de acuerdo a los atributos del proyecto, la confiabilidad y seriedad del estándar y la carga administrativa que está dispuesto a asumir. En general, es deseable que un estándar completo y desarrollado incluya los siguientes componentes⁷³.

- Estándares o metodología para la contabilidad, que asegure que las reducciones de emisiones sean reales, adicionales y permanentes, como a su vez un análisis de adicionalidad, metodología de cálculo de línea de base, tipos de proyectos aceptados, consulta pública, procedimientos de validación.
- Estándares para el monitoreo, la verificación y la certificación, para asegurarse que el proyecto se desarrolla de acuerdo a lo predicho durante el diseño de éste. Es decir, que se generen y registren las reducciones de acuerdo a la metodología y procedimientos establecidos durante la formulación del proyecto.
- Sistema de registro y seguimiento para asegurar la claridad y transparencia de todo el proceso, en especial la transacción de los créditos de carbono. Esto es, que los créditos de carbono sean vendidos una sola vez (evitar la

⁷³ *Endesa Eco. Introducción a las Energías Renovables No Convencionales (ERNCC). Op.Cit.*

doble contabilidad) y que sea posible identificar claramente las partes involucradas en la transacción (desarrollador del proyecto y comprador).

En cuanto a los estándares utilizados en los mercados voluntarios, es posible distinguir aquellos relacionados con la calidad de las reducciones de emisiones y aquellos que hacen referencia a la neutralidad del carbono⁷⁴.

El primer caso, tiene relación con estándares que se aplican particularmente a proyectos que generan reducciones de emisiones. En el segundo, se refiere a todo proceso que tiene por objeto certificar que una actividad o producto compensa o neutraliza las emisiones que genera, mediante un programa de cambio climático, conocidos comúnmente como “proyectos carbono neutro”⁷⁵.

Tal como ya se ha señalado, existen diversos estándares para acreditar VER en los mercados voluntarios, lo que implica que no todos los VER son generados de la misma manera.

Entre los estándares más aplicados y mayormente conocidos en la actualidad se encuentran:

⁷⁴ *Endesa Eco. Introducción a las Energías Renovables No Convencionales (ERNC). Op.Cit.*

⁷⁵ *Endesa Eco. Introducción a las Energías Renovables No Convencionales (ERNC). Op.Cit.*

1. Climate Action Reserve (CAR).

Corresponde al mercado voluntario del carbono, creado en 2006 a partir del Acta de Soluciones al Cambio Climático (AB32) del Estado de California, y que entró en vigencia a partir de 2012. Su objetivo al 2020 es reducir las emisiones del Estado a los niveles existentes en 1990⁷⁶.

2. Voluntary Carbon Standard (VCS).

Este standard fue creado en 2006 en Suiza, por *The Climate Group* (TCG), *The International Emission Trading Association* (IETA) y el *World Economic Forum Global Greenhouse Register* (WEF). Está patrocinado por diversos actores del mercado del carbón, tales como ONGs, asociaciones industriales, desarrolladores de proyectos y grandes compradores de créditos de carbono⁷⁷.

3. The Gold Standard (GS).

Esta iniciativa está patrocinada por 60 ONGs ambientales, liderada por organización *World Wildlife Foundation* (WWF) y tiene su sede en Basilea, Suiza. Su énfasis apunta a demostrar que los proyectos constituyan un aporte real al desarrollo sostenible y que no presenten impactos ambientales negativos. Tiene

⁷⁶ *Endesa Eco. Introducción a las Energías Renovables No Convencionales (ERNC). Op.Cit.*

⁷⁷ *Endesa Eco. Introducción a las Energías Renovables No Convencionales (ERNC). Op.Cit.*

un fuerte enfoque en aquellos proyectos que fortalecen y crean beneficios ambientales, sociales y económicos⁷⁸.

4. *Plan Vivo.*

Fue creado en el sur de México en 1994, está administrada por diversas ONGs ambientales y sociales, corresponde a un conjunto de normas, procesos y herramientas utilizadas para desarrollar y registrar créditos procedentes de pequeños proyectos agroforestales que favorezcan a la comunidad. Es una manera de establecer un sistema de pagos por los servicios de los ecosistemas en países en desarrollo. Se incluyen en este mecanismo, principalmente proyectos de forestación y acciones tendientes a evitar la deforestación, ejecutados por pequeños propietarios o comunidades rurales⁷⁹.

5. *The Climate, Community & Biodiversity Alliance Standard (CCB)*

Está constituida por una asociación de empresas, ONGs e institutos de investigación de distintos países, para promover soluciones integradas para la gestión de las tierras en todo el mundo. CCB ha desarrollado normas voluntarias para ayudar a identificar y diseñar proyectos de uso de la tierra y mitigar el cambio climático, apoyando el desarrollo sustentable y la conservación de la biodiversidad. Su foco principal está en proyectos de captura de carbono, con un énfasis en los beneficios sociales y ambientales.

⁷⁸ *Endesa Eco. Introducción a las Energías Renovables No Convencionales (ERNOC). Op.Cit.*

⁷⁹ *Endesa Eco. Introducción a las Energías Renovables No Convencionales (ERNOC). Op.Cit.*

6. *Green House Gas Protocol (GHG).*

Es una iniciativa impulsada por el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) y el World Resources Institute (WRI), en conjunto con diversas ONGs, instituciones gubernamentales e intergubernamentales de distintos países. Se divide en dos protocolos:

- *The Corporate Accounting and Reporting Standard* (Estándar para la contabilidad y reporte corporativo), que establece los lineamientos para administrar un inventario de emisiones a nivel corporativo en una compañía u organización.
- *The GHG Protocol for Project Accounting* (Protocolo GHG para la contabilidad de proyectos), que establece un sistema de acreditación de reducción de emisiones generadas por un proyecto en particular.

Está dirigido a todo tipo de proyectos y actividades que cumplan con los lineamientos del estándar, su énfasis está en los beneficios adicionales asociados al proyecto. Está enfocado a evaluar las emisiones de gases de efecto invernadero o a la determinación de la huella de carbono⁸⁰ de un proceso, por lo

⁸⁰ La huella de carbono nace como una medida de cuantificar y generar un indicador del impacto que una actividad o proceso tiene sobre el cambio climático, más allá de los grandes emisores.

que no posee instancias formales para la verificación y registro de créditos de carbono⁸¹.

c) Norma ISO 14.064 Standard.

A pesar que esta norma no es en sí mismo un estándar para mercados voluntarios, las herramientas que proporciona, permiten establecer un sistema de cuantificación de emisiones y, por lo tanto, sirve como referencia para acreditar y demostrar fundadamente créditos de carbono bajo diversos esquemas o mercados que pueden adoptar los lineamientos de la norma. No obstante, debido a su carácter general, no establece requisitos ni procedimientos específicos, por ejemplo no indica los criterios de adicionalidad.

La norma fija lineamientos generales para la implementación de procedimientos, tendientes a neutralizar las emisiones de gases de efecto invernadero en un proceso o actividad, como parte de una política sobre cambio climático⁸².

⁸¹ *Endesa Eco. Introducción a las Energías Renovables No Convencionales (ERNC). Op.Cit.*

⁸² *Endesa Eco. Introducción a las Energías Renovables No Convencionales (ERNC). Op.Cit.*

CAPITULO III

Marco Metodológico

Como en toda investigación, es necesario determinar el método con el cual se conseguirá la información. Dicho método debe ser sistemático y con aplicación de técnicas que nos llevaran finalmente a conseguir el objetivo propuesto en esta investigación.

Es por tanto un proceso, donde se aplica un método específico encaminado a obtener información fehaciente que luego se comprobará, corregirá y/o empleará el conocimiento.

En resumen, el proceso investigativo se desarrolla eficazmente por medio de una serie de informaciones y cálculos que harán viable el conocimiento y el éxito del trabajo realizado.

1. Enfoque metodológico

Definir el enfoque metodológico es lo que nos permitirá determinar la manera en que se recogerán datos y como estos serán analizados e interpretados.

Se pueden distinguir dos enfoques metodológicos:

El cuantitativo y el cualitativo. Ambos se diferencian por su lógica interna: diseño de investigación, técnicas e instrumentos que utilizan para recoger la información, tipo de información recolectada, el proceso de análisis, entre otras características.

- **Enfoque cualitativo**

La investigación cualitativa es aquella que utiliza preferente o exclusivamente información de tipo cualitativo y cuyo análisis se dirige a lograr descripciones detalladas de los fenómenos estudiados. La mayoría de estas investigaciones pone el acento en la utilización práctica de la indagación. Algunos ejemplos de investigaciones cualitativas son la investigación participativa, la investigación - acción, investigación - acción participativa, investigación etnográfica, estudio de casos⁸³.

- **Enfoque Cuantitativo**

La metodología cuantitativa es aquella que permite examinar los datos de manera numérica, especialmente en el campo de la estadística.

Para que exista metodología cuantitativa se requiere que entre los elementos del problema de investigación exista una relación cuya naturaleza sea lineal.

⁸³ Daniel Cauas; *Definición de las variables, enfoque y tipo de Investigación*. [en línea] <http://www.mecanicahn.com/personal/marcosmartinez/seminario1/los_pdf/l-Variables.pdf> [consulta : 15 junio 2014]

Es decir, que haya claridad entre los elementos del problema de investigación que conforman el problema, que sea posible definirlo, limitarlos y saber exactamente donde se inicia el problema, en cual dirección va y qué tipo de incidencia existe entre sus elementos⁸⁴.

La diferencia fundamental entre ambas metodologías es que la cuantitativa estudia la asociación o relación entre variables cuantificadas y la cualitativa lo hace en contextos estructurales y situacionales. En la presente investigación, se utilizó preferentemente el análisis cuantitativo.

Ahora bien, el hecho de que la metodología cuantitativa sea la más empleada en esta investigación adquiere significancia, ya que la cuantificación incrementa y facilita la comprensión del universo que nos rodea, ya Galileo Galilei afirmaba en este sentido "*mide lo que sea medible y haz medible lo que no lo sea*".

⁸⁴ Robert Hernandez Samperi. *Metodología de la Investigación*. 4ª ed. Mexico D.F., McGraw-Hill, 2006.

2. Tipos de investigación

Existen cuatro niveles de estudios: exploratorio, descriptivo, correlacional y correlacional causal⁸⁵.

Exploratorio : se utiliza en los siguientes tipos de estudios, estudios sin instrumentos de recolección para medición de variables, solo para identificación de variables.

Descriptivo : estudio con encuesta, estudio de casos, investigación histórica, Estudios de evolución o desarrollo.

Correlacional : estudios de correlación simple, estudios comparativos.

Correlacional causal : este nivel de investigación se utiliza en estudios de control mínimo y control riguroso.

⁸⁵ Daniel Cauas; *Definición de las variables, enfoque y tipo de Investigación.* [en línea] <http://www.mecanicahn.com/personal/marcosmartinez/seminario1/los_pdf/l-VARIABLES.pdf> [consulta : 15 junio 2014]

3. Tipo de estudio:

El tipo de estudio de la presente investigación es de nivel exploratorio y elementos descriptivos, ya que recoge e identifica antecedentes generales, números y cuantificaciones, temas y tópicos respecto del problema investigado. Como se refiere a un caso en particular, da cuenta de la evolución de un proyecto ambientalmente sostenibles y la disminución de contaminantes, a través de ciertas prácticas y usos de nuevas y limpias tecnologías, sugiriendo aspectos relacionados que deberían examinarse en profundidad en futuras investigaciones.

A su vez, tiene elementos cuantitativos al identificar aquellas relaciones potenciales entre distintas variables. En este caso en particular, una variable cuantitativa que según el número de valores (también llamado recorrido de la variable) es de tipo continua, es decir, que puede tomar cualquier valor dentro de un intervalo dado, por ejemplo, porcentajes de emisiones de GEI en un período de tiempo determinado.

Por otro lado, es posible establecer que los estudios exploratorios son más flexibles en su metodología (a diferencia de los descriptivos o explicativos) al tiempo que son más amplios. Como señala G. L. Danhke: “Los estudios exploratorios por lo general determinan tendencias, identifican relaciones

potenciales entre variables y establecen el tono de investigaciones posteriores más rigurosas”⁸⁶.

El objetivo de utilizar este tipo de estudio tiene relación con documentar y examinar un tema específico poco o nada abordado antes, desde la lógica planteada en esta investigación, como también lograr identificar las relaciones potenciales entre variables y el establecimiento de otras investigaciones futuras con un cierto estilo, a su vez, procura un avance en el conocimiento de un fenómeno, con el propósito de precisar mejor un problema de investigación o para poder generar hipótesis.

Por esto, este esquema de investigación considera la flexibilidad como eje de acción a fin de permitir la reconsideración de distintos aspectos del fenómeno, a medida que se avanza este estudio.

⁸⁶ Hernández, Raúl, R. Fernández, C. Baptista, P. "Metodología de la Investigación". Ed. McGraw Hill. México, 1998.

CAPITULO IV

Cálculo y análisis de la información

1. Antecedentes y datos del proyecto inmobiliario a evaluar.

Para realizar el estudio, se compararan dos tecnologías diferentes que entregan agua caliente sanitaria a un mismo edificio. El primero corresponde a la instalación de un sistema de calderas a gas natural. El segundo, es la instalación de paneles solares con el apoyo de bombas de calor para entregar la energía necesaria que requiere el edificio para su operación.

Se analizarán los costos y beneficios que tiene la construcción, operación y mantenimiento de estos dos sistemas en un edificio de departamentos ubicado calle Morandé # 626, comuna de Santiago Centro, en la Región Metropolitana.

Para la investigación se evaluarán los consumos energéticos de un edificio de 24 pisos y dos niveles subterráneos para estacionamiento. Cuenta con un total de 394 departamentos compuestos por 186 de un dormitorios (279 Personas), 145 de dos dormitorios (435 Personas) y 63 de tres dormitorios (252 personas), por lo que estaría habitado por 966 personas. El número de personas consideradas se

determina de acuerdo a lo establecido en la ley 20.365, referente a *franquicia tributaria respecto de sistemas solares térmicos*⁸⁷.

A partir del número de personas establecido, obtenemos el volumen de agua que se requiere temperar diariamente para abastecer las necesidades de toda la comunidad. El cálculo considera un consumo de agua promedio de 60 litros por persona y un factor de ocupacional (fo) del edificio de un 70%. Además, toma en cuenta la utilización de un 15% más de agua caliente para otros fines (of). Se contempla una ducha diaria, según la normativa sanitaria vigente. Por lo que el total de agua caliente diaria se calcula como:

Volumen total de agua diaria = 966 personas x 60 lts x 0,7 (fo) x 1,15 (of)

De acuerdo a esto, diariamente el sistema requiere un total de 4.658 litros de agua caliente sanitaria (ACS).

El flujo de agua caliente sanitaria que deberán entregar los sistemas, tanto la caldera a gas natural como los paneles térmicos solares y bombas de calor será para uso domiciliario y se estableció, para este estudio, una temperatura de operación de 50 °C.

⁸⁷ Ley 20.365. Chile. Establece franquicia tributaria respecto de sistemas solares térmicos. Ministerio de hacienda. Santiago, Chile, agosto de 2009.

A partir de este valor, se realizarán los cálculos para obtener la energía necesaria mensualmente, para mantener el sistema funcionando a la temperatura especificada. Como calor específico del agua, se utilizó el valor de $4.187 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$.⁸⁸

a) Energía requerida para obtener ACS para la comunidad

A partir de los datos ya conocidos, calculamos la energía que requiere el sistema para elevar diaria y mensualmente la temperatura de entrada de agua hasta los 50°C , valor que se estableció como temperatura de operación para el ACS. La temperatura media en la red subterránea del agua potable de Santiago se obtuvo de la base de datos levantada para desarrollar el algoritmo de verificación de cumplimiento de la contribución solar de la Ley 20.365 (*Daclima S.A.*).

La energía requerida diariamente, se calcula a partir de la masa total de agua ya calculada (4.658 litros), multiplicada por el calor específico del agua y la diferencia entre la temperatura de entrada y salida del agua al sistema, que será de 50°C .

Ya que el desarrollo del proyecto considera más de una fuente de energía, el valor se calculará en Mega Joule (MJ). De esta forma se homologaron las unidades de medidas para poder comparar todos los energéticos utilizados.

⁸⁸ Streeter Victor. *Mecánica de Fluidos*. 6ª ed. McGraw Hill. México D.F., 1979.

En tabla N°3, se muestran la energía calculada que requiere cada mes el sistema para operar adecuadamente y entregar el consumo anual que necesita la comunidad del edificio de Morandé # 626, habitada por 966 personas.

Energía/día = Calor esp. [J/ kg°C] x Masa tot [kg] x Dif. temp. °C (salida – entrada)

Tabla N° 3: Energía mensual requerida por el sistema de ACS

	Temperatura (C°)		Energía demandada MJ/día	días/mes	Energía demandada Sistema
	salida	entrada			MJ/mes
ene	50	17,5	6.348	31	196.774
feb	50	16	6.641	28	185.935
mar	50	16	6.641	31	205.856
abr	50	14	7.031	30	210.934
may	50	12	7.422	31	230.075
jun	50	11	7.617	30	228.512
jul	50	11	7.617	31	236.129
ago	50	11,7	7.480	31	231.891
sep	50	12,5	7.324	30	219.723
oct	50	14,4	6.953	31	215.544
nov	50	15,5	6.738	30	202.145
dic	50	17	6.445	31	199.802
				Total anual	2.563.321

Fuente: Elaboración propia

A partir de la información anterior, podemos constatar que para el volumen de ACS, regularmente parejo durante todo el año, se requiere de una energía anual de 2.563.321 MJ para su operación. En los meses de invierno, existe un incremento debido a la disminución de la temperatura del agua en la red en ese período del año.

b) Cálculo de energía para el ACS con caldera a gas natural

Para el suministro de ACS del edificio, se proyectó una central térmica a conectar a la red existente de Metrogas por calle Morandé. De acuerdo al proyecto entregado por la empresa Daclima S.A., el sistema considera la instalación de dos calderas de chapa de acero, boilers de acumulación de agua caliente sanitaria, bombas de recirculación, válvulas y accesorios.

Las calderas, de acuerdo a su especificación y rendimiento, pueden entregar hasta 50 m³ diarios de ACS, con una eficiencia energética del 70%, lo que implica que requiere un consumo energético superior a la energía que suministrar al sistema para elevar la temperatura de entrada del agua de la red y obtener la temperatura de salida establecida. Adicionalmente, se establece en un 10% las pérdidas que se producen por recirculación durante su funcionamiento (Daclima S.A.). De acuerdo a estos antecedentes, y considerando que el calor desprendido por la combustión completa de un metro cúbico de gas natural, genera alrededor de 9.300 kilocalorías, que es equivalente a 38,937MJ/m³ de poder calorífico del gas⁸⁹. Además, como un MJ equivale a 0,278 kWh, obtenemos el consumo de gas del sistema en m³ y su equivalencia en kWh respectivamente.

Además, con un factor de emisión promedio de la caldera de 0,382 kg CO₂e/kWh, antecedente entregado por la empresa Daclima S.A., obtenemos que anualmente

⁸⁹ Metro Gas. Características [en línea] <<http://www.metrogas.cl/comercio/caracteristicas>> [consulta 19 junio 2014]

se generan aproximadamente 427 toneladas de CO₂e, por concepto de combustión del gas natural que entrega ACS a la comunidad.

Tabla N° 4: Consumo de caldera y emisiones de CO₂e

mes	Energía demandada Sistema	Energía demandada caldera (70%)	Consumo gas caldera		Emisiones
	MJ/mes	MJ/mes	m ³ /mes	kWh/mes	tCO ₂ e
ene	196.774	309.217	7.941	85.894	32,8
feb	185.935	292.183	7.504	81.162	31,0
mar	205.856	323.488	8.308	89.858	34,3
abr	210.934	331.468	8.513	92.075	35,2
may	230.075	361.546	9.285	100.429	38,4
jun	228.512	359.091	9.222	99.747	38,1
jul	236.129	371.060	9.530	103.072	39,4
ago	231.891	364.400	9.359	101.222	38,7
sep	219.723	345.279	8.868	95.911	36,6
oct	215.544	338.711	8.699	94.087	35,9
nov	202.145	317.657	8.158	88.238	33,7
dic	199.802	313.974	8.064	87.215	33,3
Total anual	2.563.321	4.028.075	103.451	1.118.910	427,4

Fuente: Elaboración propia

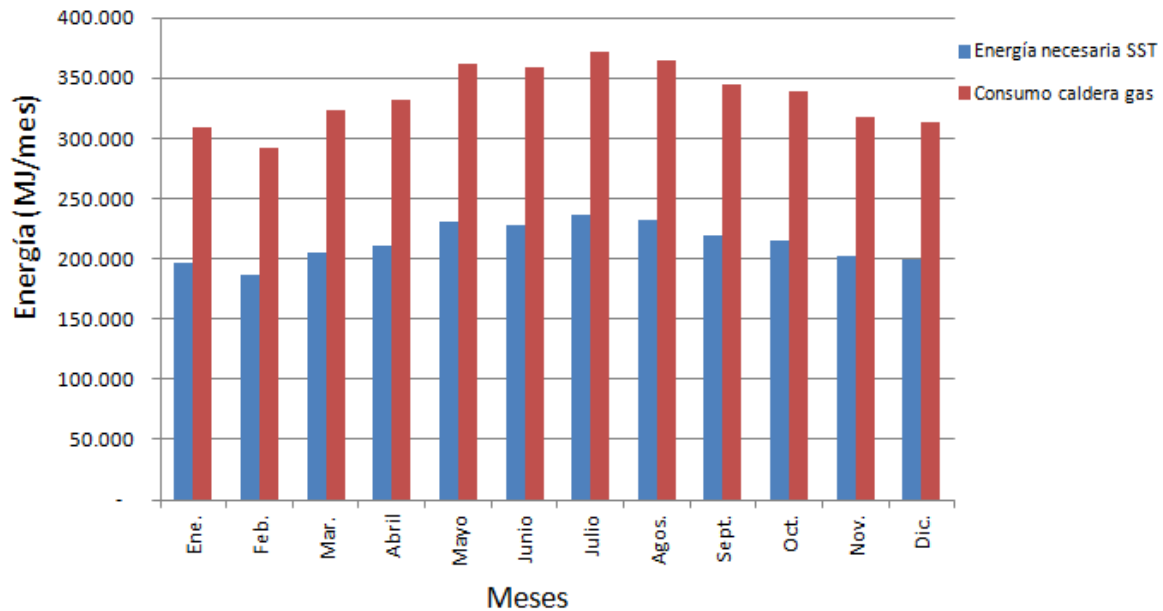
c) Cálculo de emisiones de CO₂e con gas natural

Las emisiones de CO₂e se muestran también en Tabla N° 4, y se calcularon de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{Emisiones CO}_2\text{e} = \text{Energía consumida (kWh)} * \text{Factor de emisión (kg CO}_2\text{e/kWh)}$$

En gráfico N° 5, se muestra la energía que requiere mensualmente el Sistema Solar Térmico (SST) para su funcionamiento, de acuerdo a las condiciones establecidas y la energía consumida por las calderas a gas del edificio.

Gráfico N° 5: Energía requerida por un SST v/s calderas a gas



Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar en el gráfico N° 5, que es mayor la demanda de energía de las calderas a gas que la requerida para el calentamiento del agua para la comunidad del edificio. Esto se explica debido a que las calderas también consumen energía para cubrir las pérdidas propias y las que se producen por la recirculación del agua caliente. Estas pérdidas corresponden mayoritariamente a transferencia de calor al ambiente.

2. Cálculo de energía necesaria para generar ACS con paneles solares y bombas de calor

a. Aporte de paneles solares

El proyecto se encuentra emplazado geográficamente en la ciudad de Santiago, para efecto de cálculos y diseño del sistema, se considerará la energía proveniente del sol establecida en el Registro Solarimétrico, realizado por la Universidad Técnica Federico Santa María⁹⁰. De acuerdo a este documento, la radiación solar que tomaremos como referencia fue realizada en calle Bandera, latitud 33,47, muy cerca de nuestro proyecto (ver Anexo VIII). La empresa Daclima, consideró los colectores orientados al norte, con una inclinación de 23° respecto de la horizontal, esto permite un mejor aprovechamiento de la radiación solar durante todo el año. Por consiguiente, no se producen pérdidas significantes por orientación y su inclinación es beneficiosa para el aprovechamiento óptimo de la radiación.

El proyecto de arquitectura considera la instalación de 103 colectores marca “KBB”, modelo K423MS, que posee un coeficiente de rendimiento (η) de un 78,1% y que cuentan con los certificación del la Superintendencia de Servicios Eléctricos SEC (ver Anexo N°II). La superficie bruta de cada colector es de 2,51 m², lo que significa una superficie instalada de colectores de 258,5 m².

⁹⁰ Universidad Técnica Federico Santa María; Comisión Nacional de Energía; Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Irradiancia solar en territorios de la república de Chile. Santiago, Chile, Margen Impresores, 2008.

Con estos datos calculamos el aporte solar mensual de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Aporte solar} = \text{Radiación solar (MJ/m}^2 \text{ mes)} * 0,78 (\eta) * \text{Sup. colectores total (m}^2\text{)}$$

El Sistema Solar Térmico (SST) se proyectó considerando las disposiciones vigentes, de manera de acogerse a los beneficios tributarios que establece la ley 20.365. El beneficio entrega un crédito equivalente a todo o parte del valor de los SST y de su instalación, que se monten en bienes inmuebles destinados a la habitación construidos, según las normas y bajo los límites y condiciones que se establecen en esta ley.

El SST se construye en base a dos circuitos que funcionan de forma independiente entre la captación de radiación solar y la red de consumo de ACS, esto debido a que existen riesgos de heladas en invierno, por lo que se utiliza un fluido caloportador que circulará por el circuito primario. Este fluido es una mezcla de agua con anticongelante.

La energía que entregan los colectores al sistema, de acuerdo al mes, se muestra en la Tabla N° 5. Como promedio anual, los paneles colectores solares entregaran un 44 % de la energía necesaria mensualmente de operación, tanto en MJ como en kWh.

Tabla N° 5: Energía solar captada y requerida por el SST

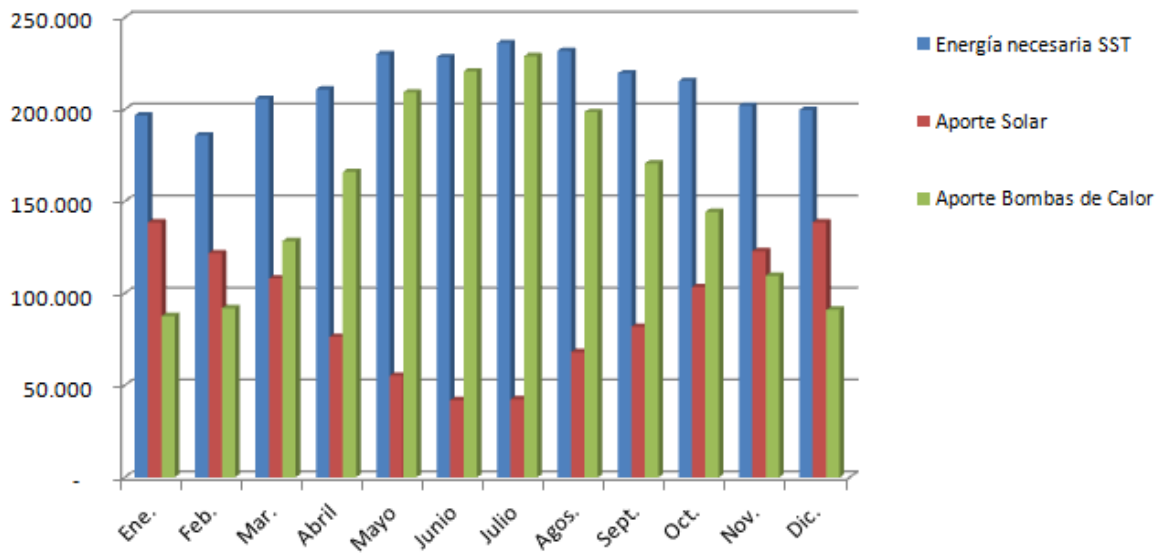
	Promedio Mensual	Coef. de rendimiento	Energía Solar	Energía necesaria	Factor solar	Energía necesaria Bombas de Calor	Energía aportada x Bombas de Calor
Mes	MJ/m ²	η	MJ/mes	MJ/mes	%	MJ/mes	kWh/mes
ene	686,5	78,1%	138.613	196.774	70%	87.678	24.355
feb	603,8	78,1%	121.914	185.935	66%	91.910	25.531
mar	536,1	78,1%	108.245	205.856	53%	128.490	35.692
abr	378,5	78,1%	76.424	210.934	36%	166.151	46.153
may	273,8	78,1%	55.283	230.075	24%	209.302	58.140
jun	207,9	78,1%	41.977	228.512	18%	220.812	61.337
jul	210,4	78,1%	42.482	236.129	18%	229.066	63.630
ago	337,0	78,1%	68.044	231.891	29%	198.630	55.175
sep	405,8	78,1%	81.936	219.723	37%	170.746	47.429
oct	512,5	78,1%	103.480	215.544	48%	144.395	40.110
nov	608,9	78,1%	122.944	202.145	61%	109.523	30.423
dic	686,6	78,1%	138.633	199.802	69%	91.139	25.316
			1.099.976	2.563.321	44%	1.847.843	513.290

Fuente: Registro Solarimétrico, comuna de Santiago, "Irradiación Solar en Territorios de la República de Chile: Registro Solarimétrico", Universidad Técnica Federico Santa María, 2008.

Para una mejor estimación de los valores, se establecieron pérdidas en el sistema de un 15% durante su funcionamiento. Estas pérdidas están asociadas a las bombas de calor y por la recirculación del agua (*fuentes Daclima*).

En el gráfico N°6, se visualizan las energías, en MJ/mes, requeridas por el SST y los aportes entregados, tanto por los paneles solares, como por las bombas de calor.

Gráfico N° 6: Energía requerida por el SST v/s aportes de paneles solares y bombas de calor



Fuente: Elaboración propia

Como se verá en el punto 6 de este capítulo, en lo referente al beneficio tributario, en la página web del Ministerio de Energía (www.minenergia.cl), se entrega un “algoritmo de verificación del cumplimiento de la contribución solar mínima”, el que es sólo referencial. Las diferencias se deben a que el algoritmo considera parámetros ya definidos, como es la temperatura de referencia para la salida del agua caliente sanitaria a 45 °C, cinco grados menos que la establecida para nuestros cálculos. Además, para inmuebles multifamiliares, como criterio, considera un menor consumo de agua diario por persona, 30 litros.

b. Aporte de bombas de calor y cálculo de emisiones de CO₂e.

La energía que no es aportada diariamente por los paneles solares, será aportada por siete bombas de calor marca Baumann modelo Aero. Las Bombas de calor son máquinas térmicas, que permiten transferir energía mediante calor de un

ambiente a otro, según se requiera. Para lograr esta acción es necesario un aporte de trabajo acorde a la segunda ley de la termodinámica, según la cual el calor se dirige de manera espontánea de un foco caliente a otro frío, y no al revés, hasta que sus temperaturas se igualen. Una parte muy importante de este calor se toma del aire atmosférico. El rendimiento de las bombas de calor se mide en COP (Coefficient of Performance), coeficiente de rendimiento que corresponde a la relación entre la potencia térmica que entrega y su consumo eléctrico. Las bombas de calor que se utilizarán en este proyecto tienen un COP de 2,5, lo que significa que dada su tecnología, sólo consumen un 40% de la energía que entregan al sistema. En este caso, el aporte calórico corresponde a 513.290 kWh/mes y su consumo eléctrico es de 205.316 kWh/mes de acuerdo a lo que se indica en la tabla N° 6.

Tabla N°6: Energía requerida por un SST v/s bombas de calor

	Energía necesaria Bombas de Calor	Energía necesaria Bombas de Calor	Energía consumida Bombas de Calor	Emisiones
Mes	MJ/mes	kWh/mes	kWh/mes	tCO₂e
ene	87.678	24.355	9.742	3,8
feb	91.910	25.531	10.212	3,9
mar	128.490	35.692	14.277	5,5
abr	166.151	46.153	18.461	7,1
may	209.302	58.140	23.256	9,0
jun	220.812	61.337	24.535	9,4
jul	229.066	63.630	25.452	9,8
ago	198.630	55.175	22.070	8,5
sep	170.746	47.429	18.972	7,3
oct	144.395	40.110	16.044	6,2
nov	109.523	30.423	12.169	4,7
dic	91.139	25.316	10.127	3,9
	1.847.843	513.290	205.316	79,0

Fuente: Elaboración propia

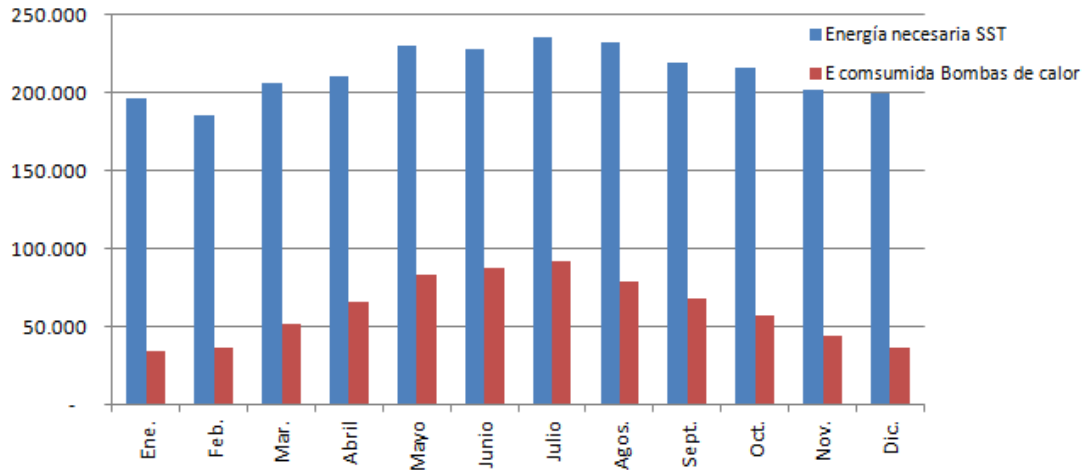
De acuerdo al consumo dado por la potencia eléctrica requerida por las bombas de calor, calculamos las emisiones de CO₂e generadas mensualmente y totales durante el año, las que serían de 79 toneladas de CO₂e. Estos valores se obtienen al multiplicar la energía consumida por las bombas de calor en el período requerido, por el factor de emisión de la energía entregada por las distintas centrales eléctricas que aportan al Sistema Interconectado Central (SIC).

Emisiones CO₂e = Energía consumida (kWh) * Factor de emisión (kg CO₂e/kWh)

Como factor de emisiones se utiliza 0,393 kg CO₂e/kWh. Este valor corresponde a la ponderación por fuente de generación eléctrica, que se cuantifican considerando la energía entregada al SIC por cada empresa generadora y las emisiones que producen de acuerdo a su fuente de energía⁹¹.

El gráfico N° 7, muestra para este proyecto de SST, las energías (MJ), requeridas por el sistema para abastecer el consumo total de ACS mensual.

⁹¹ En Anexo III, se entregan los detalles del cálculo de este factor de emisión.

Gráfico N° 7: Energía requerida por un SST v/s bombas de calor

Fuente: Elaboración propia

3. Mercado para comercialización de reducciones de emisiones de CO₂e.

a) Bolsa Climática de Santiago (SCX)

Es la primera bolsa climática privada del Hemisferio Sur, basada en los más estrictos criterios y metodologías de contabilización de reducción de emisiones de gases efecto invernadero (GEI). Su objetivo es la creación y desarrollo de la industria de reducción de emisiones de efecto invernadero en Chile. La Bolsa Climática de Santiago permite el acceso a cualquier persona natural interesada en realizar proyectos de reducción de CO₂e que generen bonos de carbono. También permite a las empresas reducir sus emisiones a través de un mercado de intercambio, en que se pueden comprar o vender reducciones de CO₂e obtenidas por otros proyectos. La existencia de esta bolsa transparenta la oferta, demanda,

transacción y el precio de la reducción de la tonelada de CO₂e, además provee de un registro que otorga trazabilidad de los certificados de reducción transados⁹².

Las personas o instituciones que operen y transen en esta bolsa no requirieren ser accionistas de SCX, por lo que podrán efectuar transacciones personas naturales y grandes corporaciones.

La existencia de esta bolsa también promueve la creación de proyectos y fondos verdes⁹³, facilitando la transacción de las reducciones de emisiones con calidad certificada por un tercero independiente. También permite incorporar las habilidades e instituciones que se requieren para reducir a nivel país la emisión de GEI con costo eficiente⁹⁴.

b) Precios de mercado y costos de verificación

En mayo del 2013, la ONG Forest Trends, publicó el Reporte del Estado de los Mercados Voluntarios de Carbono correspondiente al año 2012 del Ecosystem Marketplace.

⁹² Bolsa climática de Santiago. [en línea] <<http://www.scx.cl/scx/>> [consulta : 20 junio 2014]

⁹³ El Fondo Verde para el Clima (GCF, por sus siglas en inglés), fue adoptado como mecanismo financiero de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en inglés) a finales de 2011. Su objetivo es contribuir de manera ambiciosa a la consecución de los objetivos de mitigación y adaptación al cambio climático de la comunidad internacional. [en línea] <<http://finanzascarbono.org/financiamiento-climatico/canales-bilaterales-de-financiamiento/fondo-verde-para-el-clima/>> [consulta : 20 junio 2014]

⁹⁴ Bolsa climática de Santiago. [en línea] <<http://www.scx.cl/scx/>> [consulta : 20 junio 2014]

El informe indica que el 2012 fue un año excepcional, en cuanto a iniciativas para prevenir o reducir la deforestación (REDD) en latinoamericana. Un total de 7,3 millones de toneladas de emisiones de carbono fueron reducidas y vendidas con proyectos en América Latina en el año 2012. El documento indica que el 2012, los actores voluntarios pagaron un precio promedio por volumen de US\$5,9/tCO₂e, ligeramente por debajo de los US\$6,2/tCO₂e del 2011⁹⁵. Para la evaluación del proyecto de Morandé #626, se utilizó US\$5,9/tCO₂e.

En general, la demanda de contribuciones voluntarias para la compensación de carbono creció un 4% en 2012, comprometiéndose más de 523 millones dólares para compensar los 101 millones de toneladas métricas de emisiones de gases de efecto invernadero⁹⁶.

El precio de los VER se ve afectado por el estándar utilizado para su validación, su ubicación y el tipo de proyecto. Esto se debe a que los consumidores “puramente voluntarios” están dispuestos a pagar un sobrepago por proyectos de ciertas características para, por ejemplo, colaborar con el desarrollo sostenible.

⁹⁵ Forest Trends. *El Estado de los Mercados Voluntarios de Carbono 2013, Resumen Ejecutivo [en línea]* <http://www.forest-trends.org/documents/files/doc_4071.pdf> [consulta : 20 junio 2014]

⁹⁶ Forest Trends. *El Estado de los Mercados Voluntarios de Carbono 2013, Resumen Ejecutivo [en línea]* <http://www.forest-trends.org/documents/files/doc_4071.pdf> [consulta : 20 junio 2014]

Los precios actuales difieren extremadamente respecto a los valores pagados durante el año 2008, en que según el tipo de proyecto, los valores también varían, destacando las energías renovables. De acuerdo a esto, los precios promedios más altos por tonelada de CO₂e reducida los obtuvieron los proyectos de energía solar (US\$ 22), biomasa (US\$ 16,8) y energía eólica (US\$ 12,6)⁹⁷.

Para la presente evaluación, dado que la reducción de emisiones de CO₂e por el cambio de tecnología, al utilizar un SST versus una central térmica a gas, no son significativas, de acuerdo a lo mostrado en tabla N°7, menos de 350 toneladas anuales, y considerando los actuales valores de mercado (5,9 US\$ tCO₂e), no se realizará una sensibilización por valor de la tonelada de CO₂e. Como los costos de construcción y operación son del orden de los ciento de miles de dólares, la venta que se podría generar alcanzaría a los US\$ 2.055.

Tabla N°7: Balance de emisiones

toneladas de CO ₂ e (año)		
Emisiones de caldera a gas	Emisiones Bombas de Calor	Emisiones evitadas
427,4	79,0	348,4

Fuente: Elaboración propia

⁹⁷ Fundación Chile Menos CO₂. Mercados Voluntarios. [en línea] <<http://www.chilemenosco2.cl/mercado-del-co2/mercado-voluntario/#Precios>> [consulta : 20 junio 2014]

Además, el costo de validación y la acreditación de un proyecto de este tipo es del orden de los 30.000 US\$, equivalente a 15 millones de pesos de acuerdo a lo indicado por el área de medio ambiente de Endesa Chile.

4. Costos de construcción de sistema para agua caliente sanitaria

Para realizar esta Tesis, fue fundamental contar con el apoyo de la empresa Daclima S.A., una de las principales compañías en Chile dedicadas a desarrollo de proyectos y montajes de climatización, aire acondicionado y sistemas de energía solar. Posee una vasta experiencia en comercialización y mantenimiento de equipos y sistemas térmicos. Además, fue la primera compañía en implementar y acreditar, bajo la ley 20.365, la entrega del subsidio a un proyecto inmobiliario para paneles solares sanitarios. También, participó en la elaboración del reglamento para aplicar esta ley de subsidios.

a. Central térmica a gas natural

Para el proyecto de una central térmica de ACS, para el edificio de calle Morandé # 626, de acuerdo a los datos entregado por la empresa Daclima, para el correcto funcionamiento del sistema, el proyecto considera la instalación de dos calderas de agua caliente IVAR RAC 520-6, con quemadores de gas Rielo RS 50 y cuatro intercambiadores de calor de placas inoxidable. Además, el sistema cuenta con

dos estanques acumulador de ACS 5.000 litros cada uno con ánodo magnesio y dos estanques de expansión, uno de 500 litros. El valor total de las obras y materiales es de un poco más de 60 millones de acuerdo al desglose que se muestra en tabla N° 8, en Anexo IV se entrega el detalle del presupuesto.

Tabla N° 8: Costo instalación de ACS con calderas a gas

Ítem	Descripción	Unid.	N°	\$
1	SISTEMA DE CALEFACCIÓN ACS			
1,1	Calderas	u	2	16.242.062
1,2	Bombas de Recirculación	gl	1	2.986.281
1,3	Estanques	gl	1	13.830.309
1,4	Piping, Fitting y Aislamiento Sala de calderas	gl	1	12.346.869
1,5	Accesorios Sala de Calderas	gl	1	4.605.230
1,6	Mano de Obra Sala de Calderas	gl	1	2.006.076
1,7	Obas Eléctricas Sistema de Calefacción ACS			
1.7.1	Equipos y Materiales	gl	1	3.717.825
1.7.2	Mano de Obra	gl	1	929.456
1,8	Pruebas y Puesta en Marcha Calefacción ACS	gl	1	464.728
2	OTROS GASTOS	gl	1	3.113.678
				60.242.515

Fuente: Daclima S.A.

b. Sistema solar térmico (SST)

Para que el SST funcione correctamente, entregando agua caliente sanitaria durante el día y la noche, la empresa Daclima calculó que el sistema, requiere un volumen de acumulación de 22.000 litros. Esto de acuerdo al consumo de la comunidad, considerando los perfiles establecidos.

Para esto, la empresa proyecto la instalación de estanques, para acumular la energía y así tener el ACS a la temperatura requerida. Los estanques están dispuestos en una configuración de cascada térmica, lo que permite la máxima estratificación térmica del fluido termodinámico.

El valor total de las obras y materiales es de 207 millones de acuerdo al desglose que se muestra en tabla N°9, en Anexo V se entrega el detalle del presupuesto.

Tabla N° 9: Costo instalación del ACS con paneles solares y bombas de calor

Ítem	Descripción	Unid.	N°	\$
1	SISTEMA DE CALEFACCIÓN ACS			
1,1	BOMBAS DE CALOR Y PANELES			
1	Bombas de Calor 66 kW	u	7	64.383.879
2	Paneles Solares	u	103	37.345.758
3	Caldera eléctrica 58 kW	u	1	4.291.765
4	Kits y accesorios para montaje	gl	1	10.397.665
1,2	Bombas de Recirculación	gl	1	5.345.714
1,3	Estanques	gl	1	27.578.292
1,4	Piping, Fitting y Aislamiento Sala de calderas	gl	1	21.062.764
1,5	Accesorios Sala de Calderas	gl	1	7.885.569
1,6	Mano de Obra Sala de Calderas y Piscinas	gl	1	14.056.148
1,7	Obas Eléctricas Sistema de Calefacción ACS			
1.7.1	Equipos y Materiales	gl	1	6.166.329
1.7.2	Mano de Obra	gl	1	1.541.582
1,8	Pruebas y Puesta en Marcha Calefacción ACS	gl	1	770.791
2	OTROS GASTOS	gl	1	6.197.161
				207.023.417

Fuente: Daclima S.A.

Para las especificaciones técnicas de diseño y montaje de la solución con energía solar térmica, se considera la normativa vigente en Chile.

5. Costos de energía para operación y mantenimiento de Sistema de ACS.

a) Central térmica a gas natural

- Costo del gas (m³)

De acuerdo con información entregada por la Comisión Nacional de Energía (CNE), el valor del hidrocarburo suministrado por Metrogas anotó una caída de 24% en su costo durante mayo 2013, respecto al año anterior.

Esta baja en el precio del gas natural, obedece fundamentalmente a un nuevo contrato firmado en agosto de 2012 entre Metrogas y el proveedor British Gas (BG). Esto permitió que la compañía redujera de US\$ 15 a cerca de US\$ 10 por millón de BTU⁹⁸ el precio de adquisición del gas, siendo esta disminución traspasada a los clientes residenciales de la compañía en la Región Metropolitana.

Dada la estabilidad de precios que entrega este nuevo contrato para los próximos años, para efecto de la evaluación económica de este proyecto, se considerará el costo del m³ de gas natural, valorado al precio de julio 2013, el

⁹⁸ La Unidad Térmica Británica (BTU) es una unidad de energía utilizada en las industrias de energía, generación de vapor, aire acondicionado y calefacción.

que fue de \$ 592 con IVA incluido, e incrementado por IPC para los próximos años⁹⁹.

A partir de este valor, y de acuerdo al consumo anual de las calderas, indicado en Tabla N° 4, calculamos el costo anual de la facturación de Metrogas, que es de 61.243.049 pesos.

- **Gasto en mantenimiento mensual de una central térmica**

De acuerdo a la información entregada por la empresa Daclima, el mantenimiento de una central térmica a gas natural para un edificio de las características del considerado en nuestro análisis, tiene un costo mensual de 15 UF más IVA, equivalente a \$ 409.656 al día 31 de julio del 2013.

b) Sistema solar térmico

- **Costo de la energía eléctrica**

Para efecto del análisis de este proyecto y evaluación económica del mismo, se utilizarán los valores de las tarifas eléctricas del día 31 de julio del 2013.

⁹⁹ MIGUEL CONCHA. Precio del gas natural para hogares de Santiago cae 24% en mayo. *Economía y Negocios*. [en línea] <<http://www.economiaynegocios.cl/noticias/noticias.asp?id=109318>> [consulta : 4 febrero 2014]

Esta información, fue obtenida de la página web de Chilectra (www.chilectra.cl)¹⁰⁰, donde el kWh tiene un costo de \$ 49,87 con IVA y la potencia medida fuera de punta un costo \$ 2.530,29 por kW, IVA incluido.

Dada la incertidumbre, producto de retrasos de proyectos de generación y transmisión, y la baja disponibilidad del recurso hidroeléctrico durante los últimos años, es difícil realizar una estimación de los precios de la energía eléctrica para los próximos años. Por esta razón, para la evolución de los próximos años se aplicara el IPC a los valores establecidos.

Estos valores corresponden una tarifa eléctrica de baja tensión, denominada como BT 4.3, que corresponde a un empalme de conexión trifásica de 380 Volt. Esta modalidad considera los siguientes cargos que aparecerán en la cuenta Chilectra:

- **Cargo por energía:** es el resultado de la potencia que se ocupa, por la cantidad de artefactos y por el tiempo utilizado.
- **Cargo mensual por demanda máxima leída de potencia en horas punta:** es el resultado del consumo máximo entre los meses de abril y septiembre. El resto de los meses, se factura el promedio de las dos demandas más altas registradas, durante las horas punta en los cinco meses de invierno inmediatamente anterior.

¹⁰⁰ La Unidad Térmica Británica (BTU) es una unidad de energía utilizada en las industrias de energía, generación de vapor, aire acondicionado y calefacción.

- **Cargo mensual por demanda máxima de potencia en fuera de horas punta:**

es el resultado del promedio de las dos demandas más altas registradas en los últimos 12 meses inmediatamente anteriores, incluido el mes que se factura.

Para el caso del consumo eléctrico, a partir de la energía demandada anualmente en kWh, como se indica en Tabla N° 6 y la potencia en kW de las bombas de calor, calculamos el costo anual de la facturación de Chilectra, que es de 11.286.644 pesos, para la operación total del SST del edificio.

- **Gasto en mantenimiento mensual de un SST**

De acuerdo a la información entregada por Daclima, el mantenimiento de un sistema térmico solar tiene un costo mensual de 17 UF más IVA, equivalente a \$ 464.276 al día 31 de julio del 2013, lo que corresponde a un total anual de \$ 5.571.312 por este concepto.

6. Beneficios tributarios para la instalación de SST.

a) Requerimiento para obtener subsidio

En agosto del 2009 se publicó la ley 20.365 que entrega beneficios, solo hasta el año 2013, a las empresas constructoras y al primer propietario vendedor de las viviendas el derecho a deducir, del monto de sus pagos provisionales obligatorios de la Ley sobre Impuesto a la Renta, un crédito equivalente a todo o parte del valor de los Sistemas Solares Térmicos y de su instalación que monten en inmuebles destinados a la habitación construidos por ellos, según las normas y bajo los límites y condiciones que se establecen en esta ley.

De acuerdo a la Ley 20.365, un sistema solar térmico para agua caliente de uso sanitario o sistema solar térmico, que opta a recibir este beneficio, debe estar integrado por un colector solar térmico, uno o más depósitos acumulador y un conjunto de otros componentes, encargados de realizar las funciones de captar la radiación solar, transformarla directamente en energía térmica. Esta energía se transmite a un fluido de trabajo, que almacena dicha energía térmica, bien en el mismo fluido de trabajo o en otro, para ser utilizada en los puntos de consumo de agua caliente sanitaria.

La ley establece que el sistema podrá ser complementado con algún sistema convencional de calentamiento de agua, como son las bombas de calor, consideradas en el proyecto, para suministrar la energía que no es aportada

por los paneles solares. Sin embargo, para efectos de beneficios tributarios, no se considerará parte del sistema solar térmico. El reglamento de la ley, que fue publicado en noviembre del mismo año, indica los componentes que integran el sistema solar térmico.

Para el caso de proyecto de calle Morandé, de acuerdo a los antecedentes entregados por Daclima S.A., lo referente solo al costo de materiales e instalación del ACS para el beneficio tributario corresponde a 106 millones de pesos (4.629 UF), al valor del día 31 de julio 2013, las que se acogerían al beneficio de la Ley 20.365.

Tabla N°10: Costo instalación del ACS para acceder a beneficio tributario

Ítem	Descripción	Unid.	N°	\$
1	SISTEMA DE CALEFACCIÓN ACS			
1,1	Paneles solares y kit montajes	u	103	53.089.137
1,2	Bombas de Recirculación	gl	1	5.345.714
1,3	Estanques	gl	1	27.578.292
1,4	Piping, Fitting y Aislamiento Sala de calderas	gl	1	10.705.471
1,5	Accesorios Sala de Calderas	gl	1	7.885.569
1,6	Pruebas y Puesta en Marcha Calefacción ACS	gl	1	770.791
2	Otros gastos	gl	1	6.197.161
				106.226.420

Fuente: Daclima S.A.

En el capítulo IV del Reglamento, se indican los beneficios tributarios a los que podrán acceder los interesados de inmuebles, cuyo valor de venta no exceda de 4.500 UF, considerando el valor total de las viviendas que incluye la construcción y del terreno.

De acuerdo a estos antecedentes, los porcentajes de beneficios se muestran en tabla N°11. Además, en el reglamento se hace la diferenciación si el sistema térmico solar es para una o más viviendas, lo que también influye en algunas variable como los litros de agua utilizados por persona.

Tabla N°11: Potencial beneficios tributarios por costo de vivienda

Año	Beneficio tributario
0 - 2.000 UF	100%
más de 2.000 y menos 3.000 UF	40%
más de 3.000 y menos 4.500 UF	20%
más de 4.500 UF	0%

Fuente: Reglamento Ley 20.365

Además, en el reglamento también hace diferenciación a la superficie instalada de colectores solares térmicos utilizados por más de una vivienda para el beneficio tributario.

Para los sistemas de colectores solares térmicos utilizados por una o más de una vivienda, el reglamento entrega el valor del beneficio tributario máximo a recibir por cada vivienda. En el caso de tratarse de más de un inmueble, también dependerá de la superficie instalada de paneles solares.

De acuerdo al proyecto del edificio de calle Morandé # 626, el sistema considera una superficie total instalada de 258 m² de paneles solares. Con esta superficie y

de acuerdo a lo indicado en el Reglamento de la Ley 20.365, el beneficio máximo a que puede optar el proyecto son 23,5 UF por cada departamento, lo que corresponde a un total a 9.259 UF para los 394 departamentos del edificio¹⁰¹.

b) Algoritmo de certificación del cumplimiento de la contribución mínima (CSM)

El reglamento, en lo referido a requerimientos técnicos de los SST, indica la contribución solar mínima exigida para cada zona climática del país como se indica en tabla N°12. Para Santiago, que corresponde a la zona B (ver Anexo VIII), se establece un 66% la contribución solar mínima, con un margen de tolerancia en la verificación, que en todo caso no superará el 15% de la contribución solar mínima exigida.

Tabla N°12 : Contribución solar mínima para cada zona climática

Zona Climática	Contribución Solar Mínima
	[%]
A	75
B	66
C	57
D	48
E	39
F	30

Fuente: Reglamento Ley 20.365

¹⁰¹ Ley 20.365. Chile. Establece franquicia tributaria respecto de sistemas solares térmicos. Ministerio de hacienda. Santiago, Chile, agosto de 2009.

En la página web del Ministerio de Energía (www.minenergia.cl), se descarga el “algoritmo de verificación del cumplimiento de la contribución solar mínima” para que el proyecto sea acogido con el beneficio tributario.

7. Análisis comparativo de inversión y costos de la operación de los Sistema de ACS.

De acuerdo a información calculada en los diferentes apartados anteriores, construimos la tabla N° 13. En ella se puede apreciar claramente los costos de las distintas alternativas del presente análisis. Se puede apreciar que el beneficio tributario entregado por la ley 20.365 es significativo para las empresas constructoras.

En lo referente al mercado del carbono, como ya fue analizado, la venta de reducciones de emisiones de CO₂e, en la actualidad no es una alternativa de financiamiento, dada las condiciones de mercado y los altos costos que implica su acreditación y validación por una entidad externa.

Tabla N°13: Resumen de costos y beneficios

Sistema de ACS	Sistema térmico a gas natural	Paneles solares y bombas de calor		
	(\$)	Sin beneficios (\$)	Con beneficio tributario (\$)	Con beneficio tributario y venta de VER (\$)
Costo de instalación	60.242.515	207.023.418	207.023.418	207.023.418
Beneficio tributario			-106.226.420	-106.226.419
Costo final	60.242.515	207.023.418	100.796.998	100.796.999

Costo de energía	61.243.049	11.286.644	11.286.644	11.286.644
costos de mantenimiento	4.915.872	5.571.312	5.571.312	5.571.312
Validación y acreditación de VER				15.000.000
Venta de VER				-1.026.600
Costo total primer año	66.158.921	16.857.956	16.857.956	30.831.356

Costo mensual por departamento	13.993	3.566	3.566	6.521
--------------------------------	--------	-------	-------	-------

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en la tabla anterior, el sistema térmico a gas natural, pese a que su inversión inicial es bastante menor a los paneles solares y bombas de calor, el beneficio tributario hace que esta diferencia pueda ser asumida por las constructoras y recuperada por esta subvención.

Como se ve en tabla N°13, el ítem, costo de mantenimiento mensual por departamento con gas (\$13.993), resulta bastante más alto que el SST utilizando paneles solares y bombas de calor (\$3.566). Esto es, principalmente por el alto costo que representa la energía para su operación.

Este ahorro puede ser un incentivo para lograr la venta más rápida de departamentos, considerando los beneficios ambientales del proyecto y el menor costo que implica la operación de un sistema solar térmico en los gastos comunes.

Debido a la baja incidencia que representa la venta de los VER, solo \$ 1.026.600 al año, el costo que implica su validación y acreditación (\$ 15 millones), hace aumentar el costo mensual de mantenimiento por departamento de 3.566 a 6.521 pesos al utilizar esta modalidad, por lo que no es rentable

CAPÍTULO V

Conclusiones Generales

A partir del proceso investigativo llevado a cabo, enfocado en determinar la factibilidad y viabilidad de proyectos de instalación de sistemas de aguas sanitarias en edificios de residenciales, mediante la utilización de energías limpias, se presentan las siguientes conclusiones:

La importancia de este tipo de proyectos radica en varios factores, entre ellos la disminución en el consumo de energía proyectada del país, la reducción en la dependencia a los energéticos importados, el aumento en la seguridad del suministro y la disminución de las emisiones de gases efecto invernadero.

Si bien es cierto, cualquier esfuerzo que signifique minimizar las emisiones de (GEI), son acciones “muy requeridas” por su alta relevancia en cuanto al resguardo de nuestro medio ambiente mundial y calidad de vida, también es cierto que para que este tipo de proyecto y otros se concreten, aún existen barreras, principalmente de mercado que hacen necesario la existencia de mecanismos de apoyo (financieros y regulatorios) que permitan su factibilidad económica. Técnicamente y tecnológicamente no existen barrera alguna.

Lamentablemente, de acuerdo a los antecedentes de la investigación, podemos concluir que dada las reducciones de emisiones de CO₂e anuales, que presentan este tipo de proyectos de paneles solares y bombas de calor versus calderas a gas natural, no resulta rentable incluir en la evaluación el mercado voluntario de bonos de carbono con los actuales precios de venta. Si bien, es lógico pensar que la variable precio pueda cambiar, no se ve que sea el mercado el que la regule en el corto plazo, requiriéndose avanzar internacionalmente en el diseño de nuevos mecanismos que promuevan la mitigación de GEI.

Adicionalmente, los costos asociados a consultoría y auditorías de validación y verificación del proyecto, exceden los potenciales ingresos del proyecto por venta de los bonos en el mercado, haciendo que no sea rentable económicamente su implementación.

Esto lo podemos apreciar al revisar la evaluación económica a realizada en el punto 7 del Capítulo IV, donde se aprecia que los costos de verificación superan ampliamente el valor por la venta de los VER. Ahora si el precio de los VER aumentara su valor, a los precios de los años 2008 (22 US\$ para algunos proyectos), y realizando su validación y verificación cada 3 ó 4 años, puede que este tipo de proyectos llegue a ser rentable y ser un aporte a la administración de la comunidad.

En este contexto, cabe señalar que en la Ley 20.365, promulgada en agosto del 2009, solo entregó incentivos tributarios para la instalación de paneles solares para viviendas uni-multi familiares sólo hasta el año 2013. Lamentablemente en el parlamento se rechazó la extensión de este beneficio, por lo que este tipo de proyectos será más difícil de realizar por el alto costo que implica su inversión inicial versus las calderas a gas para abastecer de ACS a un edificio.

Como externalidades ambientales positivas que conllevan este tipo de proyectos, podemos afirmar con los resultados de la presente investigación, que las emisiones reducidas, del orden de 350 toneladas de CO₂e, son un aporte a mejorar la calidad del aire al disminuir no sólo GEI, sino también otros contaminantes locales como el material particulado, producidos por fuentes energéticas no renovables. Dado que existe contribución solar, se requiere incorporar menos energía externa al proceso, la que por lo general proviene de combustibles fósiles que nuestro país debe importar. Estos proyectos también nos permite avanzar en nuestra independencia energética.

Por otro lado, existe un mercado nacional que requiere de la compra de este tipo de bonos (VER). Empresas chilenas que exportan, tanto por la búsqueda de un posicionamiento de marca o por la exigencia de los compradores, deben compensar sus emisiones de CO₂e, tanto de sus procesos productivos, como del traslados hacia los puntos de entrega y venta.

En este contexto, este tipo de proyectos son convenientes para las inmobiliarias, ya que tendría asegurado un grupo de empresas interesadas en comprar las reducciones que entreguen estos proyectos, si el precio de los VER lo permite.

Otro punto destacable de los proyectos con paneles solares y bombas de calor, es su bajo costo de operación versus una central térmica con tecnología de caldera a gas natural, debido al alto valor que representa el m³ de gas. El menor costo del sistema térmico solar es traspasado mensualmente a los usuarios, por lo que ven reflejado un ahorro en el ítem de agua caliente sanitaria.

Lo anterior, implica para el mercado inmobiliario un plus al momento de la venta de los departamentos y a su vez un atractivo económico para el comprador, por la reducción en el pago de los gastos comunes.

Ahora bien, ¿qué pasa cuando lo que prevalece es la ganancia económica y factores de mercado?, ¿es necesario entonces generar propuestas que equilibren variables ambientales, económicas y sociales?.

En este contexto, escarbar un poco más sobre los importantes debates que actualmente involucran a gobiernos, movimientos ciudadanos, empresas y agencias de las Naciones Unidas, es el desafío que debemos aprender a enfrentar, entre ellos, la aplicación de un protocolo mundial para lograr reducir las emisiones de gases contaminantes. En este sentido la variable económica debe

ser un elemento a considerar, como también fortalecer aquellas estrategias y políticas que incentiven al mundo privado a invertir en tecnologías y sistemas que vayan en la dirección de disminuir las emisiones contaminantes, por ejemplo en Chile la Ley 20.365, (uso de paneles solares) descrita en esta investigación.

No debemos olvidar que Chile, como miembro de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), podría verse afectado por que le impongan una meta global de emisiones de CO₂e, lo que podría afectar su crecimiento, dado que los costos de producción con tecnologías menos contaminante elevan los costos de producción, lo que los hacen menos competitivos.

Un fuerte incentivo a este tipo de proyectos, podría ser que el Ministerio de Energía impulsara los sistemas térmicos solares, como una más de las acciones nacionales de mitigación del cambio climático (NAMAs) del sector energético.

Finalmente, el rol del Estado en esta materia es prioritario, ya que debe velar por que se cumpla el derecho constitucional de vivir en un ambiente libre de contaminación.

“Pensar que todo puede seguir igual es la utopía mayor”, dice Margarita

Marino de Botero

GLOSARIO

Cambio climático

La Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC) de las Naciones Unidas, en su Artículo 1, define el cambio climático como “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”¹⁰².

Desarrollo sostenible

El concepto de desarrollo sostenible se introdujo por primera vez en la Estrategia Mundial para la Conservación (UICN, 1980), y se asienta en el concepto de sociedad sostenible y en la gestión de los recursos renovables. Fue adoptado por la CMCC en 1987 y por la Conferencia de Río en 1992 como un proceso de cambio que armoniza la explotación de los recursos, la dirección de las inversiones, la orientación del desarrollo tecnológico y el cambio institucional, y que acrecienta las posibilidades actuales y futuras de satisfacer las necesidades y aspiraciones de los seres humanos. El desarrollo sostenible integra dimensiones políticas, sociales, económicas y medioambientales¹⁰³.

¹⁰² Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Cambio climático 2007, Op cit, Glosario.

¹⁰³ Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Cambio climático 2007, Op cit, Glosario.

Emisiones antropógenas

Emisiones de gases de efecto invernadero, de precursores de gases de efecto invernadero y de aerosoles aparejadas a actividades humanas, como la combustión de combustibles de origen fósil, la deforestación, los cambios de uso de la tierra, la ganadería, la fertilización, etc¹⁰⁴.

Convención Marco sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas

(United Nations Framework Conference on Climate Change - UNFCCC): Es una convención adoptada en mayo de 1992 con el propósito de “estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera en un nivel que evite la interferencia antropogénica peligrosa en el sistema climático”¹⁰⁵.

Gases de Efecto Invernadero (GEI)

Estos gases tales como el vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄), el ozono (O₃), los hidrofluorocarbonos (HFCs), los perfluorocarbonos y el hexafluoruro de azufre son transparentes a la radiación solar (onda corta) pero opacos ante la radiación de onda larga (infrarrojo), lo que evita que la energía de la radiación de onda larga pueda salir de

¹⁰⁴ Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Cambio climático 2007, Op cit, Glosario.

¹⁰⁵ Revista Integración & Comercio – Contribuciones, N°30, Volumen 14. Enero – Junio 2010. [en línea] <http://www.iadb.org/intal/ICom/30/esp/e_glosario.html> [consulta : 20 junio 2014]

la atmósfera terrestre. El efecto neto es que se atrapa la radiación absorbida lo que produce una tendencia al calentamiento de la superficie del planeta¹⁰⁶.

Energía Primaria

Se denomina energía primaria a los recursos naturales disponibles en forma directa (como la energía hidráulica, biomasa, leña, eólica y solar) o indirecta (después de atravesar por un proceso minero, como por ejemplo la extracción de petróleo crudo, gas natural, carbón mineral, etc.) para su uso energético, sin necesidad de someterlos a un proceso de transformación¹⁰⁷.

Energía Secundaria

Se denomina energía secundaria a los productos resultantes de las transformaciones o elaboración de recursos energéticos naturales (primarios) o en determinados casos a partir de otra fuente energética ya elaborada (por ej. alquitrán). Este proceso de transformación puede ser físico, químico o bioquímico, modificándose así sus características iniciales¹⁰⁸.

¹⁰⁶ Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Cambio climático 2007, Op cit, Glosario.

¹⁰⁷ Ver: Ministerio de Energía, Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020: Op.Cit, P. 40.

¹⁰⁸ Ver: Ministerio de Energía, Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020: Op.Cit, P. 40.

NAMAs

Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (, por su sigla en inglés Nationally Appropriate Mitigation Actions): relacionado con la mitigación del cambio climático¹⁰⁹.

Huella de carbono

Es la cantidad de emisiones de carbono asociada a una actividad en particular o a todas las actividades de una persona u organización. La huella de carbono puede medirse de diversos modos y podrá incluir emisiones indirectas generadas en toda la cadena de producción de insumos dentro de una actividad¹¹⁰.

¹⁰⁹ *Revista Integración & Comercio – Contribuciones, N°30, Volumen 14. Enero – Junio 2010. [en línea] <http://www.iadb.org/intal/ICom/30/esp/e_glosario.html> [consulta : 20 junio 2014]*

¹¹⁰ *Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Cambio climático 2007, Op cit, Glosario.*

BIBLIOGRAFIA

Textos:

- *Informe del Estado del Medio Ambiente 2011. Ministerio del Medio Ambiente. Marzo 2012.*
- *Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Cambio climático 2007, Informe de síntesis, Primera impresión, 2008, Suecia.*
- CO₂ emissions from fuel combustion Highlights (2012 Edition). Agencia Internacional de Energía, 2012.
- POCH Ambiental. (2010). Análisis de opciones futuras de mitigación de Gases Efecto Invernadero para Chile en el sector energía. Santiago de Chile: CONAMA.
- UNEP, United Nations Environment Programme. 2010. Tendencias globales en el ámbito de la energía verde en 2009. [pdf]
- Reporte del Estado de los Mercados Voluntarios de Carbono 2013 publicado 2013 por Forest Trends.

Fuentes electrónicas:

- <http://www.cne.cl/estudios/estudios>
- http://www.prochile.cl/servicios/medioambiente/bonos_de_carbono.php
- <https://www.ipcc.ch/pdf/technical-papers/paper-IV-sp.pdf>
- http://www.iadb.org/intal/ICom/30/esp/e_glosario.html
- <http://www.minenergia.gob.cl/documentos/estudios/2010.html>
- <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Spanish.pdf>
- http://www.unep.org/geo/pdfs/geo5/GEO5_report_full_es.pdf

- <http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/calentamiento-global/calentamiento-global-definicion>
- http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf
- http://www.mma.gob.cl/1304/articles-50880_documentoCambioClimatico.pdf
- http://www.acera.cl/wp-content/uploads/2013/09/ACERA-NEWS_AGOSTO2013.pdf
- [1 http://www.mma.gob.cl/](http://www.mma.gob.cl/)
- [1 http://www.acee.cl/acerca-de-achee/quienes-somos](http://www.acee.cl/acerca-de-achee/quienes-somos)
- <http://www.chilemenosco2.cl/mercado-del-co2/mercado-voluntario/#Precios>
- http://www.forest-trends.org/documents/files/doc_4071.pdf
- <http://www.metrogas.cl/comercio/caracteristicas>
- <http://www.scx.cl/scx/>
- <http://www.economiaynegocios.cl/noticias/noticias.asp?id=109318>
- <http://www.epa.gov/espanol/cambioclimatico/ciencia/causas.html>
- <http://www.forest-trends.org/>
- www.leychile.cl
- <http://www.minenergia.cl/documentos/estudios/sistema-de-identificacion-evaluacion.html>
- <http://www.chilemenosco2.cl/mercado-del-co2/mercado-voluntario/#Precios>

Otras fuentes (textos)

- *Hernández, Raúl, R. Fernández, C. Baptista, P.* "Metodología de la Investigación". Ed. McGraw Hill. México, 1998.
- *Universidad Técnica Federico Santa María; Comisión Nacional de Energía; Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Irradiancia solar en territorios de la república de Chile. Santiago, Chile, Margen Impresores, 2008.*
- *Robert Hernandez Samperi. Metodología de la Investigación. 4a ed. Mexico D.F., McGraw-Hill, 2006*
- *Streeter Victor. Mecánica de Fluidos. 6a ed. McGraw Hill. México D.F., 1979*

Tesis :

- *Fernandez M. Funke K. Tesis Diplomado de Especialización en Derechos Humanos, Cambio Climático y Políticas Públicas, 2011, Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático.*

Revista-Diarios:

- *Revista Integración & Comercio – Contribuciones, N°30, Volumen 14. Enero – Junio 2010. [en línea]
<http://www.iadb.org/intal/ICom/30/esp/e_glosario.html>*
- *MIGUEL CONCHA. Precio del gas natural para hogares de Santiago cae 24% en mayo. Economía y Negocios. [en línea]
<<http://www.economiaynegocios.cl/noticias/noticias.asp?id=109318>>*

Leyes:

- *Ley 20.257. Introduce modificaciones a la ley general de servicios eléctricos respecto a la generación de energía eléctrica con fuentes de energía renovables no convencionales. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Santiago, Chile, abril de 2008.*
- *Ley 20.365. Chile. Establece franquicia tributaria respecto de sistemas solares térmicos. Ministerio de hacienda. Santiago, Chile, agosto de 2009.*

ANEXOS

ANEXOS N°I

Proyecto Edificio Morandé # 626



ANEXOS N°II

Autorización SEC paneles solares



DEPARTAMENTO DE NORMAS Y ESTUDIOS

ACC- 522600 / DOC- 303424

AUTORIZA EL INGRESO AL REGISTRO DE
COLECTORES SOLARES TERMICOS QUE
INDICA, PARA OPTAR A BENEFICIO
TRIBUTARIO.

02.181

RESOLUCIÓN EXENTA N°

SANTIAGO, 6 SET. 2010

VISTO

Lo dispuesto en la ley 18.410, orgánica de esta Superintendencia; la ley núm. 20.365 que establece franquicia tributaria respecto de sistemas solares térmicos, y su reglamento aprobado mediante decreto N°331 de 2009, del Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción, la resolución N° 1600 de 2008, de la Contraloría General de la República, sobre exención del trámite de toma de razón.

CONSIDERANDO

1° Que mediante carta ingreso OP N° 20.612, de fecha 06 de agosto de 2010, la empresa Anwo S.A., Rut: 99.574.860 – 6, con domicilio en Los Orfebres N°380, Parque Industrial, comuna de La Reina, viene a solicitar la autorización para la incorporación al registro de Colectores Solares Térmicos (CST), de los productos que se indican en la TABLA I siguiente:

TABLA I

Item	Producto	Marca	Modelo	Coefficiente Global de Pérdida K [W/m² °C]	Rendimiento Óptico en % (ηth 0)	Área de Absorción e Superficie Útil (m²)	Peso Colector Solar Térmico [Kg]	Presión Máxima de Funcionamiento [bar]	Dimensiones (mm)
1	Colector Solar Térmico	XBB	K420-6M	3,95	77,8	1,972	34	10	1870 x 1150
2	Colector Solar Térmico	XBB	K423-5M	3,79	76,4	2,340	36	10	2160 x 1150
3	Colector Solar Térmico	XBB	K420-DH	3,66	80,1	2,090	34	10	1870 x 1150
4	Colector Solar Térmico	XBB	K420-M5	3,73	77,5	2,090	35	10	1873 x 1150
5	Colector Solar Térmico	XBB	K423-M5-AI	3,84	76,1	2,090	35	10	1872 x 1150
6	Colector Solar Térmico	XBB	K423-VH	3,7	76,1	2,090	34	10	1873 x 1150
7	Colector Solar Térmico	XBB	K423-DH	3,5	78,7	2,340	39	10	2060 x 1150
8	Colector Solar Térmico	XBB	K423-M5-AI	3,83	76,1	2,340	39	10	2061 x 1150
10	Colector Solar Térmico	XBB	K423-VH	3,7	76,1	2,340	39	10	2062 x 1150



2° Que el solicitante ha presentado los Certificados emitidos por Din Certco, de la ciudad de Berlín, Alemania, N°s: 011-7S323 F y 011-7S324 F ambos con vigencia hasta el 30 de abril de 2014, que avalan que los equipos listados en la TABLA I precedente, cumplen con las normas EN 12975 - 1 y EN 12975 - 2 y el Certificado N° DAP-ZE 2460.00 con vigencia hasta 24 de julio de 2014 emitido por Deutscher Akkreditierungs RAT, miembro signatario del acuerdo multilateral de reconocimiento del Foro Internacional de Acreditación (IAF: International Accreditation Forum), que acredita que Din Certco, de la ciudad de Berlín, Alemania, cuenta con las competencias requeridas para certificar los productos mencionados.

3° Que analizados los antecedentes presentados por el solicitante, se concluye que los productos listados en la TABLA I, cumplen con los requisitos establecidos en la Resolución Exenta N° 1150 de 2010, de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

RESUELVO

1° Autorícese la incorporación de los productos contenidos en la TABLA I precedente al registro de CST, para optar a beneficio tributario.

ANÓTESE, NOTIFIQUESE Y ARCHÍVESE



JACK NAHMÍAS SUÁREZ

Superintendente de Electricidad y Combustibles (S)

BCV/MGS/JGF/CCP/EEB/tp
 Distribución:

- Of. Partes.
- Archivo
- Interesado

Caso N° _____

ANEXOS N°III

Emisiones de CO₂ en la generación de energía del SIC

Las emisiones de CO₂e de la energía consumida en Santiago, se obtiene a partir de la energía generada y entregada al Sistema Interconectado Central (SIC) por las empresas generadoras. Esta información está disponible en la página Web del Centro de Despacho Económico de Carga del Sistema Interconectado Central.¹¹¹

En Tabla N°14, “Generación SIC por fuentes de emisión”, se entrega la energía generada en GWh por tipo de fuente. La denominación “Otros”, corresponde a la generación eléctrica realizada a través de centrales de biomasa, eólicas y solares.

Tabla N°14: Generación SIC por fuentes de emisión (GWh)

	Carbón	Diesel	Diesel – Ciclo Combinado	Gas	Hidro	Otros	Total
ENDESA	1.550	46	0	6.340	11.304	161	19.401
COLBUN	1.853	509	1.731	2.242	5.056	0	11.391
AES GENER	4.596	130	372	1.487	1.258	84	7.927
GUACOLDA	4.422	0	0	0	25	0	4.447
OTROS	536	670	0	59	2.463	1.974	5.701
TOTAL	12.958	1.355	2.103	10.128	20.106	2.218	48.868

Fuente: CDEC - SIC

¹¹¹ www.cdec-sic.cl/index_es.php

Con esta información, es posible estimar las emisiones por fuente de generación. Utilizando los factores de conversión mostrados en Tabla N°15 y considerando que durante el año pasado se inyectó al SIC, por parte de las empresas generadoras, un total de 48.868 GWh, obtenemos el factor de emisión para la energía distribuida por el Sistema Interconectado Central durante el 2012, el que fue de 0,393 tCO₂e/kWh.

Tabla N°15: Factores de conversión

Factores de conversión	tCO ₂ e/GWh
Centrales a carbón	900
Centrales diesel	800
Centrales diesel de ciclo combinado	513
Centrales a gas	410
Centrales hidráulicas	0
Otros (Biomasa, eólicas y solares)	0

Fuente: Endesa Chile

ANEXOS N°IV

Gas de efecto invernadero: Potencial de calentamiento


Tabla N° 16 : Potencial de calentamiento (conversión a CO₂e.)

Dióxido de carbono (CO ₂)	1
Metano (CH ₄)	21
Óxido nitroso (N ₂ O)	310
HFC-23	11.700
Perfluorometano (CF ₄)	6.500
Perfluoroetano (C ₂ F ₆)	9.200
Perfluorobutano (C ₄ F ₁₀)	7.000
Perfluorohexano (C ₆ F ₁₄)	7.400
Hexafloruro de azufre (SF ₆)	23.900

Fuente: Segundo Informe de Evaluación, IPCC.

ANEXOS N°V


Presupuesto : instalación central térmica a gas

		Proyecto:	Ed. Morande 626	
		Materia:	Itemizado Calefacción ACS	
		Contratista:	DACLIMA	
		Fecha:	31-07-2013	
Ítem	Descripción	Unid.	Cant.	Total
1	SISTEMA DE CALEFACCIÓN ACS			
1,1	Calderas			
1	Calderas Agua Caliente IVAR RAC 520-6	u	2,0	6.217.690
2	Quemador de gas Rielo RS 50	u	2,0	3.936.433
3	Chimenea descarga de gases de combustión calderas	u	2,0	2.478.550
4	Intercambiador de calor (placas inoxidable) ACS	u	2,0	2.679.932
5	Ferretería de montaje	gl	0,5	929.456
1,2	Bombas de Recirculación			
1	Bomba BCI 01 y 02, Calefacción ACS CM 80/650	u	2,0	1.173.346
2	Bomba BAI 01 y 02, Calefacción ACS CM 65/540	u	2,0	817.921
3	Bomba BRAS 01, 02 Recirculación ACS ALP 800	u	2,0	319.733
4	Bomba By pass A80/180	u	1,0	133.098
5	Ferretería de montaje	gl	0,5	542.183
1,3	Estanques			
1	Acumulador ACS 5'000 lts CON ANODO MAGNESIO	u	2,0	12.326.820
2	Estanque de expansión Calefacción 50 Lts	u	2,0	98.151
3	Estanque de expansión ACS 500 Lts	u	1,0	475.882
4	Ferretería de montaje	gl	0,5	929.456
1,4	Piping, Fitting y Aislamiento Sala de calderas			
1	Cañería ASTM A 53, SCH 40, Ø 3/4"	ml	12,0	15.708
2	Cañería ASTM A 53, SCH 40, Ø 1 1/4"	ml	6,0	15.801
3	Cañería ASTM A 53, SCH 40, Ø 3"	ml	18,0	139.614
4	Cañería Cu tipo L, Ø 2"	ml	24,0	587.825
5	Cañería Cu tipo L, Ø 2 1/2"	ml	100,0	3.843.456
6	Cañería Cu tipo L, Ø 3"	ml	64,0	3.184.243
7	Manifold Surtidor y Retorno (calefa, ACS, recirculación, Etc.)	gl	0,5	116.182
8	Fitting de Acero	gl	1,0	464.728
9	Fitting de Cu y Bronce	gl	0,3	1.533.603
10	Aislación Elastomerica 19 [mm], Ø 2"	ml	24,0	100.381
11	Aislación Elastomerica 19 [mm], Ø 2 1/2"	ml	100,0	805.529
12	Aislación Elastomerica 19 [mm], Ø 3"	ml	64,0	842.707
13	Soportación Cañerías	gl	0,3	464.728
14	Ferretería de Montaje	gl	0,3	232.364

Ítem	Descripción	Unid.	Cant.	Total
1,5	Accesorios Sala de Calderas			
1	Válvula de Mariposa 3"	u	12,0	446.139
2	Válvula de Bola 3"	u	17,0	1.137.654
3	Válvula de Bola 2 1/2"	u	28,0	1.151.336
4	Válvula de Bola 2"	u	2,0	33.758
5	Válvula de Retención 3"	u	3,0	122.688
6	Válvula de Retención 2 1/2"	u	2,0	53.537
7	Válvula de Retención 1 1/4"	u	1,0	5.949
8	Válvula de Retención 1"	u	2,0	6.692
9	Válvula de Seguridad 3/4", 3 Bar	u	2,0	22.827
10	Válvula Quebradora de Vacío 3/4" 6 Bar	u	1,0	20.820
11	Purgador Automático 1/2"	u	4,0	52.050
12	Filtro Y 3"	u	2,0	104.099
13	Filtro Y 2 1/2"	u	2,0	66.921
14	Filtro Y 1 1/4"	u	1,0	10.112
15	Unión Flexible antivibratoria 3"	u	4,0	107.073
16	Unión Flexible antivibratoria 2 1/2"	u	8,0	160.610
17	Manómetro D100 mm, 0 a 10 Bar	u	7,0	31.230
18	Termómetro D100 mm, 0º a 120º C.	u	4,0	40.658
19	Termostatos de control PT100	u	4,0	684.080
20	Presostato	u	1,0	37.178
21	Ferretería de Montaje	gl	0,5	309.819
1,6	Mano de Obra Sala de Calderas y Piscinas			
1	Montaje de calderas y Chimeneas	u	2,0	542.183
2	Montaje de Bombas	u	7,0	357.841
3	Montaje Acumuladores ACS	u	1,0	309.819
4	Montaje Estanques de expansión	u	2,0	61.964
5	Instalación de Cañerías Sala de calderas y exteriores	ml	36,0	195.186
6	Instalación Aislamiento térmico	ml	36,0	306.721
7	Instalación de Accesorios	gl	0,5	232.364
1,7	Obas Eléctricas Sistema de Calefacción ACS			
1.7.1	Equipos y Materiales			
1	Tablero TDF y C Sala de Calderas	u	0,6	3.253.097
2	Canalizaciones y Cables, soportación	gl	0,6	464.728
1.7.2	Mano de Obra			
1	Instalación Tablero TDF y C	u	0,6	371.782
2	Inst. Canalización, Cableado y Conexión Sala de Calderas	gl	0,6	557.674
1,8	Pruebas y Puesta en Marcha Calefacción ACS			
1	Pruebas de Puesta en Marcha y regulaciones	gl	0,6	464.728
3	OTROS GASTOS			
1	Fletes	gl	0,5	348.546
2	Ingeniería de Adaptación	gl	0,5	1.858.912
3	Confección Planos As Built y manuales	gl	0,5	116.182
4	Certificación SEC (TC5) y SST	gl	0,5	464.728
5	Instalación de Faenas (bodegas)	gl	0,5	232.364
6	Capacitación y entrenamiento personal	gl	0,5	92.946
				60.242.515

ANEXOS N°VI

Presupuesto : instalación paneles solares y bombas de calor


		Proyecto: Ed. Morande 626		
		Materia: Itemizado Calefacción ACS		
		Contratista: DACLIMA		
		Fecha: 31-07-2013		
Ítem	Descripción	Unid.	Cant.	Total
1	SISTEMA DE CALEFACCIÓN ACS			
1,1	BOMBAS DECALOR Y PANELES			
1	BOMBA DE CALOR 66 KW	u	7,0	64.383.879
2	Ccaldera ELECTRICA 58 KW	u	1,0	4.291.765
3	Paneles Solares	u	103,0	37.345.758
4	kit union paneles	u	58,0	1.716.706
5	kit terminal paneles	u	12,0	426.217
6	compensador flexible paneles	u	31,0	504.652
7	soporte panel	u	103,0	0
8	Intercambiador de calor (placas inoxidable) ACS	u	2,0	2.666.937
9	Intercambiador de calor (placas inoxidable) Solar	u	1,0	1.237.274
10	Aerotermino con bomba circuladora	u	1,0	1.580.122
11	Válvulas reguladoras de flujo 3/4" solares	u	12,0	415.857
12	Ferretería de montaje	gl	1,0	1.849.899
1,2	Bombas de Recirculación			
1	Bomba BCI 01 y 02, Calefacción ACS CM 80/650	u	2,0	1.167.656
2	Bomba BAI 01 y 02, Calefacción ACS CM 65/540	u	2,0	813.955
3	Bomba BS 01 y 02, Calefacción Solar CM 65/660	u	2,0	834.674
4	Bomba BSA 01 y 02, Calefacción Solar CM 65/540	u	2,0	813.955
5	Bomba BAES 01 y 02, Recirculación ACS ALP 800	u	2,0	318.183
6	Bomba BRAS 01, 02 Recirculación ACS ALP 800	u	2,0	318.183
7	Ferretería de montaje	gl	1,0	1.079.108
1,3	Estanques			
1	Acumulador ACS 5'000 lts CON ANODO MAGNESIO	u	4,0	24.534.098
2	Estanque de expansión Calefacción 50 Lts	u	2,0	97.675
3	Estanque de expansión ACS 500 Lts	u	1,0	473.574
4	Estanque de expansión Solar AFL 600 Lts 8 BAR	u	1,0	623.046
5	Ferretería de montaje	gl	1,0	1.849.899

1,4	Piping, Fitting y Aislamiento Sala de calderas			
1	Cañería ASTM A 53, SCH 40, Ø 2"	ml	24,0	95.085
2	Cañería ASTM A 53, SCH 40, Ø 2 1/2"	ml	30,0	187.302
3	Cañería ASTM A 53, SCH 40, Ø 3"	ml	20,0	154.374
4	Cañería Cu tipo L, Ø 1"	ml	260,0	2.218.892
5	Cañería Cu tipo L, Ø 1 1/4"	ml	12,0	137.891
6	Cañería Cu tipo L, Ø 1 1/2"	ml	48,0	723.384
7	Cañería Cu tipo L, Ø 2"	ml	24,0	584.975
8	Cañería Cu tipo L, Ø 2 1/2"	ml	104,0	3.977.813
9	Cañería Cu tipo L, Ø 3"	ml	46,0	2.277.577
10	Manifold Surtidor y Retorno (calefa, ACS, recirculación, Etc.)	gl	0,5	115.619
11	Fitting de Cu y Bronce	gl	0,7	3.561.055
12	Aislación ELASTO SOLAR 40 [mm], Ø 1"	ml	213,0	2.320.948
13	Aislación ELASTO SOLAR 40 [mm], Ø 1 1/4"	ml	12,0	142.662
14	Aislación Lana Mineral 50 [mm], Ø 1 1/2" y Cubre Aislación	ml	24,0	392.809
15	Aislación Lana Mineral 60 [mm], Ø 2" y Cubre Aislación AG	ml	24,0	530.393
16	Aislación Lana Mineral 70 [mm], Ø 2 1/2" y Cubre Aislación	ml	4,0	51.948
17	Aislación Elastomerica 19 [mm], Ø 2"	ml	24,0	99.895
18	Aislación Elastomerica 19 [mm], Ø 2 1/2"	ml	100,0	801.623
19	Aislación Elastomerica 19 [mm], Ø 3"	ml	64,0	838.621
20	Soportación Cañerías	gl	0,7	1.079.108
21	Ferretería de Montaje	gl	1,0	770.791

1,5	Accesorios Sala de Calderas			
1	Válvula de Mariposa 2 1/2"	u	8,0	224.948
2	Válvula de Mezcla 3V, 3" termostatica	u	1,0	1.191.951
3	Válvula de Bola Motorizada 2V, 2"	u	3,0	1.355.976
4	Válvula de Bola 2 1/2"	u	8,0	327.358
5	Válvula de Bola 1 1/2"	u	4,0	35.518
6	Válvula de Bola 1 1/4"	u	2,0	14.799
7	Válvula de Bola 1"	u	30,0	137.632
8	Válvula de Bola 3/4"	u	4,0	11.247
9	Válvula de Bola 1/2"	u	12,0	21.311
10	Válvula de Retención 2 1/2"	u	8,0	213.108
11	Válvula de Seguridad 3/4", 3 Bar	u	8,0	90.867
12	Válvula de Seguridad 3/4" 8 Bar	u	4,0	63.341
13	Válvula Quebradora de Vacío 3/4" 6 Bar	u	4,0	82.875
14	Válvula reguladora de presión 1"	u	1,0	55.497
15	Purgador Automático 1/2"	u	8,0	103.594
16	Purgador Automático Solar 1/2"	u	14,0	155.392
17	Control Solar Digital	u	1,0	155.392
18	Filtro Y 2 1/2"	u	8,0	266.385
19	Unión Flexible antivibratoria 2 1/2"	u	8,0	159.831
20	Manómetro D100 mm, 0 a 10 Bar	u	6,0	26.639
21	Termómetro D100 mm, 0º a 120º C.	u	12,0	121.383
22	Anticongelante	gl	1,0	616.633
23	Medidor de Energía 2 1/2"	u	1,0	732.560
24	Termostatos de control PT100	u	4,0	680.763
25	Kits hidonumático	u	1,0	423.935
26	Ferretería de Montaje	gl	1,0	616.633
1,6	Mano de Obra Sala de Calderas y Piscinas			
1	Montaje de calderas y Chimeneas	u	8,0	2.158.215
2	Montaje de Bombas	u	12,0	610.467
3	Montaje Acumuladores ACS	u	4,0	1.233.266
4	Montaje Estanques de expansión	u	4,0	123.327
5	Montaje Paneles solares	u	103,0	1.587.830
6	Instalación de Cañerías Sala de calderas y exteriores	ml	568,0	3.064.666
7	Instalación Aislamiento térmico	ml	568,0	4.815.903
8	Instalación de Accesorios	gl	1,0	462.475
1,7	Obas Eléctricas Sistema de Calefacción ACS			
1.7.1	Equipos y Materiales			
1	Tablero TDF y C Sala de Calderas	u	1,0	5.395.538
2	Canalizaciones y Cables, soportación	gl	1,0	770.791
1.7.2	Mano de Obra			
1	Instalación Tablero TDF y C	u	1,0	616.633
2	Inst. Canalización, Cableado y Conexionado Sala de Caldera	gl	1,0	924.949
1,8	Pruebas y Puesta en Marcha Calefacción ACS			
1	Pruebas de Puesta en Marcha y regulaciones	gl	1,0	770.791
3	OTROS GASTOS			
1	Fletes	gl	1,0	693.712
2	Ingeniería de Adaptación	gl	1,0	3.699.798
3	Confección Planos As Built y manuales	gl	1,0	231.237
4	Certificación SEC (TC5) y SST	gl	1,0	924.949
5	Instalación de Faenas (bodegas)	gl	1,0	462.475
6	Capacitación y entrenamiento personal	gl	1,0	184.990
				207.023.418

ANEXOS N°VII

Presupuesto : instalación paneles solares

		Proyecto:	Ed. Morande 626		
		Materia:	Itemizado Calefacción ACS		
		Contratista:	DACLIMA		
		Fecha:	31-07-2013		
Ítem	Descripción	Unid.	Cant.	Paneles Solares	
1	SISTEMA DE CALEFACCIÓN ACS				
1,1	PANELES				
1	Paneles Solares	u	103	37.345.758	
2	kit union paneles	u	58	1.716.706	
3	kit terminal paneles	u	12	426.217	
4	compensador flexible paneles	u	31	504.652	
5	Intercambiador de calor (placas inoxidable) ACS	u	2	2.666.937	
6	Intercambiador de calor (placas inoxidable) Solar	u	1	1.237.274	
7	Aerotermino con bomba circuladora	u	1	1.580.122	
8	Válvulas reguladoras de flujo 3/4" solares	u	12	415.857	
9	Ferreteria de montaje	gl	1	1.849.899	
1,2	Bombas de Recirculación				
1	Bomba BCI 01 y 02, Calefacción ACS CM 80/650	u	2	1.167.656	
2	Bomba BAI 01 y 02, Calefacción ACS CM 65/540	u	2	813.955	
3	Bomba BS 01 y 02, Calefacción Solar CM 65/660	u	2	834.674	
4	Bomba BSA 01 y 02, Calefacción Solar CM 65/540	u	2	813.955	
5	Bomba BAES 01 y 02, Recirculación ACS ALP 800	u	2	318.183	
6	Bomba BRAS 01, 02 Recirculación ACS ALP 800	u	2	318.183	
7	Ferreteria de montaje	gl	1	1.079.108	
1,3	Estanques				
1	Acumulador ACS 5'000 lts CON ANODO MAGNESIO	u	4	24.534.098	
2	Estanque de expansión Calefacción 50 Lts	u	2	97.675	
3	Estanque de expansión ACS 500 Lts	u	1	473.574	
4	Estanque de expansión Solar AFL 600 Lts 8 BAR	u	1	623.046	
5	Ferreteria de montaje	gl	1	1.849.899	

Ítem	Descripción	Unid.	Cant.	Paneles Solares
1,4	Piping, Fitting y Aislamiento			
1	Manifold Surtidor y Retorno (calefa, ACS, recirculación, Etc.)	gl	0,5	115.619
2	Fitting de Cu y Bronce	gl	0,7	3.561.055
3	Aislación ELASTO SOLAR 40 [mm], Ø 1"	ml	213	2.320.948
4	Aislación ELASTO SOLAR 40 [mm], Ø 1 1/4"	ml	12	142.662
5	Aislación Lana Mineral 50 [mm], Ø 1 1/2" y Cubre Aislación AG	ml	24	392.809
6	Aislación Lana Mineral 60 [mm], Ø 2" y Cubre Aislación AG	ml	24	530.393
7	Aislación Lana Mineral 70 [mm], Ø 2 1/2" y Cubre Aislación AG	ml	4	51.948
8	Aislación Elastomerica 19 [mm], Ø 2"	ml	24	99.895
9	Aislación Elastomerica 19 [mm], Ø 2 1/2"	ml	100	801.623
10	Aislación Elastomerica 19 [mm], Ø 3"	ml	64	838.621
11	Soportación Cañerías	gl	0,7	1.079.108
12	Ferretería de Montaje	gl	1	770.791
1,5	Accesorios Sala de Calderas			
1	Válvula de Mariposa 2 1/2"	u	8	224.948
2	Válvula de Mezcla 3V, 3" termostatica	u	1	1.191.951
3	Válvula de Bola Motorizada 2V, 2"	u	3	1.355.976
4	Válvula de Bola 2 1/2"	u	8	327.358
5	Válvula de Bola 1 1/2"	u	4	35.518
6	Válvula de Bola 1 1/4"	u	2	14.799
7	Válvula de Bola 1"	u	30	137.632
8	Válvula de Bola 3/4"	u	4	11.247
9	Válvula de Bola 1/2"	u	12	21.311
10	Válvula de Retención 2 1/2"	u	8	213.108
11	Válvula de Seguridad 3/4", 3 Bar	u	8	90.867
12	Válvula de Seguridad 3/4" 8 Bar	u	4	63.341
13	Válvula Quebradora de Vacío 3/4" 6 Bar	u	4	82.875
14	Válvula reguladora de presión 1"	u	1	55.497
15	Purgador Automático 1/2"	u	8	103.594
16	Purgador Automático Solar 1/2"	u	14	155.392
17	Control Solar Digital	u	1	155.392
18	Filtro Y 2 1/2"	u	8	266.385
19	Unión Flexible antivibratoria 2 1/2"	u	8	159.831
20	Manómetro D100 mm, 0 a 10 Bar	u	6	26.639
21	Termómetro D100 mm, 0º a 120º C.	u	12	121.383
22	Anticongelante	gl	1	616.633
23	Medidor de Energía 2 1/2"	u	1	732.560
24	Termostatos de control PT100	u	4	680.763
25	Kits hidonumático	u	1	423.935
26	Ferretería de Montaje	gl	1	616.633
1,6	Pruebas y Puesta en Marcha Calefacción ACS			
1	Pruebas de Puesta en Marcha y regulaciones	gl	1	770.791
2	OTROS GASTOS			
1	Fletes	gl	1	693.712
2	Ingeniería de Adaptación	gl	1	3.699.798
3	Confección Planos As Built y manuales	gl	1	231.237
4	Certificación SEC (TC5) y SST	gl	1	924.949
5	Instalación de Faenas (bodegas)	gl	1	462.475
6	Capacitación y entrenamiento personal	gl	1	184.990
				106.226.420

ANEXOS N°VIII

Información comunal: Zona climática

Se muestra Anexo I de la Norma Técnica de la Ley N° 20.365, donde se entrega información asociada a la comuna a instalar Sistemas Solares Térmicos acogidos a la franquicia tributaria

ANEXO I - Información Comunal: Latitud Media y Zona Climática

Región	Provincia	Comuna	Id	Latitud media (S)	Zona climática
XV Región de Arica y Parinacota	Arica	Arica	12	19	A
XV Región de Arica y Parinacota	Arica	Camarones	25	19	A
XV Región de Arica y Parinacota	Parinacota	General Lagos	99	18	A
XV Región de Arica y Parinacota	Parinacota	Putre	244	18	A
I Región de Tarapacá	Iquique	Alto Hospicio	5	20	A
I Región de Tarapacá	Tamarugal	Camíña	26	19	A
I Región de Tarapacá	Tamarugal	Colchane	57	19	A
I Región de Tarapacá	Tamarugal	Huara	108	20	A
I Región de Tarapacá	Iquique	Iquique	113	21	A
I Región de Tarapacá	Tamarugal	Pica	218	20	A
I Región de Tarapacá	Tamarugal	Pozo Almonte	227	21	A
II Región de Antofagasta	Antofagasta	Antofagasta	9	24	A
II Región de Antofagasta	El Loa	Calama	19	22	A
II Región de Antofagasta	Tocopilla	María Elena	166	22	A
II Región de Antofagasta	Antofagasta	Mejillones	171	23	A
II Región de Antofagasta	El Loa	Ollagüe	190	21	A
II Región de Antofagasta	El Loa	San Pedro de Atacama	298	23	A
II Región de Antofagasta	Antofagasta	Sierra gorda	310	23	A
II Región de Antofagasta	Antofagasta	Taltal	314	25	A
II Región de Antofagasta	Tocopilla	Tocopilla	322	22	A
III Región de Atacama	Huasco	Alto del Carmen	4	29	A
III Región de Atacama	Copiapó	Caldera	21	27	B
III Región de Atacama	Chañaral	Chañaral	39	26	A
III Región de Atacama	Copiapó	Copiapó	67	27	A

ANEXO I - Información Comunal: Latitud Media y Zona Climática

Región	Provincia	Comuna	Id	Latitud media (S)	Zona climática
III Región de Atacama	Chañaral	Diego de Almagro	81	26	A
III Región de Atacama	Huasco	Freirina	93	29	B
III Región de Atacama	Huasco	Huasco	109	28	C
III Región de Atacama	Copiapó	Tierra Amarilla	318	28	A
III Región de Atacama	Huasco	Vallenar	331	29	A
IV Región de Coquimbo	Elqui	Andacollo	7	30	B
IV Región de Coquimbo	Choapa	Canela	27	31	C
IV Región de Coquimbo	Limarí	Combarbalá	61	31	A
IV Región de Coquimbo	Elqui	Coquimbo	68	30	C
IV Región de Coquimbo	Choapa	Illapel	111	32	A
IV Región de Coquimbo	Elqui	La Higuera	122	29	A
IV Región de Coquimbo	Elqui	La Serena	126	30	B
IV Región de Coquimbo	Choapa	Los Vilos	157	32	C
IV Región de Coquimbo	Limarí	Monte Patria	175	31	A
IV Región de Coquimbo	Limarí	Ovalle	193	31	B
IV Región de Coquimbo	Elqui	Paiguano	196	30	A
IV Región de Coquimbo	Limarí	Punitaqui	238	31	B
IV Región de Coquimbo	Limarí	Río Hurtado	272	30	A
IV Región de Coquimbo	Choapa	Salamanca	279	32	A
IV Región de Coquimbo	Elqui	Vicuña	335	30	A
V Región de Valparaíso	San Antonio	Algarrobo	1	33	D
V Región de Valparaíso	Petorca	Cabildo	16	32	B
V Región de Valparaíso	Quillota	Calera	22	33	C
V Región de Valparaíso	Los andes	Calle Larga	24	33	B

ANEXO I - Información Comunal: Latitud Media y Zona Climática

Región	Provincia	Comuna	Id	Latitud media (S)	Zona climática
V Región de Valparaíso	San Antonio	Cartagena	30	34	D
V Región de Valparaíso	Valparaíso	Casablanca	31	33	C
V Región de Valparaíso	San Felipe de Aconcagua	Catemu	33	33	B
V Región de Valparaíso	Valparaíso	Concón	64	33	D
V Región de Valparaíso	San Antonio	El Quisco	86	33	D
V Región de Valparaíso	San Antonio	El Tabo	87	33	D
V Región de Valparaíso	Quillota	Hijuelas	103	33	C
V Región de Valparaíso	Isla de Pascua	Isla de Pascua	115	27	C
V Región de Valparaíso	Valparaíso	Juan Fernández	116	34	C
V Región de Valparaíso	Quillota	La Cruz	118	33	C
V Región de Valparaíso	Petorca	La Ligua	123	32	C
V Región de Valparaíso	Quillota	Limache	139	33	C
V Región de Valparaíso	San Felipe de Aconcagua	Llailay	142	33	B
V Región de Valparaíso	Los andes	Los Andes	152	33	B
V Región de Valparaíso	Quillota	Nogales	184	33	C
V Región de Valparaíso	Quillota	Olmué	191	33	C
V Región de Valparaíso	San Felipe de Aconcagua	Panquehue	202	33	B
V Región de Valparaíso	Petorca	Papudo	203	32	D
V Región de Valparaíso	Petorca	Petorca	216	32	B
V Región de Valparaíso	Valparaíso	Puchuncaví	230	33	D
V Región de Valparaíso	San Felipe de Aconcagua	Putendo	243	32	B
V Región de Valparaíso	Quillota	Quillota	253	33	C
V Región de Valparaíso	Valparaíso	Quilpué	254	33	C

ANEXO I - Información Comunal: Latitud Media y Zona Climática

Región	Provincia	Comuna	Id	Latitud media (S)	Zona climática
V Región de Valparaíso	Valparaíso	Quintero	258	33	D
V Región de Valparaíso	Los andes	Rinconada	269	33	B
V Región de Valparaíso	San Antonio	San Antonio	280	34	C
V Región de Valparaíso	Los andes	San Esteban	284	33	B
V Región de Valparaíso	San Felipe de Aconcagua	San Felipe	286	33	B
V Región de Valparaíso	San Felipe de Aconcagua	Santa María	307	33	B
V Región de Valparaíso	San Antonio	Santo Domingo	309	34	C
V Región de Valparaíso	Valparaíso	Valparaíso	332	33	D
V Región de Valparaíso	Valparaíso	Villa Alemana	338	33	C
V Región de Valparaíso	Valparaíso	Viña del Mar	340	33	D
V Región de Valparaíso	Petorca	Zapallar	345	33	C
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	Colchagua	Chepica	40	35	C
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	Colchagua	Chimbarongo	45	35	C
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	Cachapoal	Codegua	52	34	B
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	Cachapoal	Coinco	55	34	C
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	Cachapoal	Coltauco	60	34	C
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	Cachapoal	Dofihue	82	34	C
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	Cachapoal	Graneros	101	34	C
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	Cardenal Caro	La Estrella	119	34	C
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	Cachapoal	Las Cabras	134	34	C
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	Cardenal Caro	Litueche	141	34	C
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	Colchagua	Lolol	147	35	C
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	Cachapoal	Machali	160	34	C
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	Cachapoal	Malloa	164	34	C

ANEXO I - Información Comunal: Latitud Media y Zona Climática

Región	Provincia	Comuna	Id	Latitud media (S)	Zona climática
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	Cardenal Caro	Marchihue	165	34	C
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	Cachapoal	Mostazal	176	34	B
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	Colchagua	Nancagua	179	35	C
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	Cardenal Caro	Navidad	181	34	C
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	Cachapoal	Olivar	189	34	C
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	Colchagua	Palmilla	200	35	C
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	Cardenal Caro	Paredones	204	35	C
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	Colchagua	Peraillo	214	34	C
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	Cachapoal	Peumo	217	34	C
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	Cachapoal	Pichidegua	219	34	C
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	Cardenal Caro	Pichilemu	220	34	C
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	Colchagua	Placilla	224	35	C
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	Colchagua	Pumanque	237	35	C
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	Cachapoal	Quinta de Tilcoco	256	34	C
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	Cachapoal	Rancagua	260	34	C
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	Cachapoal	Rengo	266	34	C
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	Cachapoal	Requinoa	267	34	C
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	Colchagua	San Fernando	287	35	C
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	Cachapoal	San Vicente	303	34	C
VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	Colchagua	Santa Cruz	305	35	C
VII Región del Maule	Cauquenes	Cauquenes	34	36	C
VII Región del Maule	Cauquenes	Chanco	38	36	C
VII Región del Maule	Linares	Colbún	56	36	C
VII Región del Maule	Talca	Constitución	65	35	C

ANEXO I - Información Comunal: Latitud Media y Zona Climática

Región	Provincia	Comuna	Id	Latitud media (S)	Zona climática
VII Región del Maule	Talca	Curepto	78	35	C
VII Región del Maule	Curicó	Curicó	79	35	C
VII Región del Maule	Talca	Empedrado	88	36	C
VII Región del Maule	Curicó	Hualañé	105	35	C
VII Región del Maule	Curicó	Licantén	138	35	C
VII Región del Maule	Linares	Linares	140	36	C
VII Región del Maule	Linares	Longavi	149	36	C
VII Región del Maule	Talca	Maule	169	36	C
VII Región del Maule	Curicó	Molina	174	35	C
VII Región del Maule	Linares	Parral	205	36	C
VII Región del Maule	Talca	Pelarco	207	35	C
VII Región del Maule	Cauquenes	Pelluhue	208	36	C
VII Región del Maule	Talca	Pencahue	210	35	C
VII Región del Maule	Curicó	Rauco	262	35	C
VII Región del Maule	Linares	Retiro	268	36	C
VII Región del Maule	Talca	Río Claro	271	35	C
VII Región del Maule	Curicó	Romeral	276	35	C
VII Región del Maule	Curicó	Sagrada Familia	278	35	C
VII Región del Maule	Talca	San Clemente	283	36	C
VII Región del Maule	Linares	San Javier	290	36	C
VII Región del Maule	Talca	San Rafael	300	35	C
VII Región del Maule	Talca	Talca	312	35	C
VII Región del Maule	Curicó	Teno	316	35	C
VII Región del Maule	Curicó	Vichuquén	333	35	C

ANEXO I - Información Comunal: Latitud Media y Zona Climática

Región	Provincia	Comuna	Id	Latitud media (S)	Zona climática
VII Región del Maule	Linares	Villa Alegre	337	36	C
VII Región del Maule	Linares	Yerbas Buenas	342	36	C
VIII Región del Biobío	Biobío	Alto Biobío	3	38	C
VIII Región del Biobío	Biobío	Antuco	10	37	C
VIII Región del Biobío	Arauco	Arauco	11	37	D
VIII Región del Biobío	Ñuble	Bulnes	15	37	C
VIII Región del Biobío	Biobío	Cabrero	18	37	C
VIII Región del Biobío	Arauco	Cañete	28	38	D
VIII Región del Biobío	Concepción	Chiguayante	41	37	C
VIII Región del Biobío	Ñuble	Chillán	43	37	C
VIII Región del Biobío	Ñuble	Chillán Viejo	44	37	C
VIII Región del Biobío	Ñuble	Cobquecura	49	36	C
VIII Región del Biobío	Ñuble	Coilemu	53	37	C
VIII Región del Biobío	Ñuble	Coihueco	54	37	C
VIII Región del Biobío	Concepción	Concepción	62	37	C
VIII Región del Biobío	Arauco	Contulmo	66	38	D
VIII Región del Biobío	Concepción	Coronel	69	37	C
VIII Región del Biobío	Arauco	Curanilahue	76	37	D
VIII Región del Biobío	Ñuble	El carmen	84	37	C
VIII Región del Biobío	Concepción	Florida	91	37	C
VIII Región del Biobío	Concepción	Hualpén	106	37	C
VIII Región del Biobío	Concepción	Hualqui	107	37	C
VIII Región del Biobío	Biobío	Laja	131	37	C
VIII Región del Biobío	Arauco	Lebu	137	38	D

ANEXO I - Información Comunal: Latitud Media y Zona Climática

Región	Provincia	Comuna	Id	Latitud media (S)	Zona climática
VIII Región del Biobío	Arauco	Los Alamos	151	38	D
VIII Región del Biobío	Biobío	Los Angeles	153	37	C
VIII Región del Biobío	Concepción	Lota	158	37	C
VIII Región del Biobío	Biobío	Mulchén	177	38	C
VIII Región del Biobío	Biobío	Nacimiento	178	37	C
VIII Región del Biobío	Biobío	Negrete	182	38	C
VIII Región del Biobío	Ñuble	Ninhue	183	36	C
VIII Región del Biobío	Ñuble	Ñiquén	186	36	C
VIII Región del Biobío	Ñuble	Pemuco	209	37	C
VIII Región del Biobío	Concepción	Penco	211	37	C
VIII Región del Biobío	Ñuble	Pinto	221	37	C
VIII Región del Biobío	Ñuble	Portezuelo	225	37	C
VIII Región del Biobío	Biobío	Quilaco	249	38	C
VIII Región del Biobío	Biobío	Quilleco	251	37	C
VIII Región del Biobío	Ñuble	Quillón	252	37	C
VIII Región del Biobío	Ñuble	Quirihue	259	36	C
VIII Región del Biobío	Ñuble	Ránquil	261	37	C
VIII Región del Biobío	Ñuble	San Carlos	282	36	C
VIII Región del Biobío	Ñuble	San Fabián	285	37	C
VIII Región del Biobío	Ñuble	San Ignacio	289	37	C
VIII Región del Biobío	Ñuble	San Nicolás	295	36	C
VIII Región del Biobío	Concepción	San Pedro de la Paz	299	37	C
VIII Región del Biobío	Biobío	San Rosendo	302	37	C
VIII Región del Biobío	Biobío	Santa Bárbara	304	38	C

ANEXO I - Información Comunal: Latitud Media y Zona Climática

Región	Provincia	Comuna	Id	Latitud media (S)	Zona climática
VIII Región del Biobío	Concepción	Santa Juana	306	37	C
VIII Región del Biobío	Concepción	Talcahuano	313	37	C
VIII Región del Biobío	Arauco	Tirúa	321	38	D
VIII Región del Biobío	Concepción	Tomé	324	37	C
VIII Región del Biobío	Ñuble	Treguaco	328	36	C
VIII Región del Biobío	Biobío	Tucapel	329	37	C
VIII Región del Biobío	Biobío	Yumbel	343	37	C
VIII Región del Biobío	Ñuble	Yungay	344	37	C
IX Región de la Araucanía	Malleco	Angol	8	38	C
IX Región de la Araucanía	Cautín	Carahue	29	39	D
IX Región de la Araucanía	Cautín	Cholchol	46	39	D
IX Región de la Araucanía	Malleco	Collipulli	59	38	C
IX Región de la Araucanía	Cautín	Cunco	72	39	D
IX Región de la Araucanía	Malleco	Curacautín	73	38	C
IX Región de la Araucanía	Cautín	Curarrehue	77	39	C
IX Región de la Araucanía	Malleco	Ercilla	89	38	C
IX Región de la Araucanía	Cautín	Freire	92	39	D
IX Región de la Araucanía	Cautín	Galvarino	98	38	D
IX Región de la Araucanía	Cautín	Gorbea	100	39	D
IX Región de la Araucanía	Cautín	Lautaro	136	39	C
IX Región de la Araucanía	Cautín	Loncoche	148	39	D
IX Región de la Araucanía	Malleco	Lonquimay	150	38	C
IX Región de la Araucanía	Malleco	Los Sauces	156	38	C
IX Región de la Araucanía	Malleco	Lumaco	159	38	D

ANEXO I - Información Comunal: Latitud Media y Zona Climática

Región	Provincia	Comuna	Id	Latitud media (S)	Zona climática
IX Región de la Araucanía	Cautín	Melipeuco	172	39	C
IX Región de la Araucanía	Cautín	Nueva Imperial	185	39	D
IX Región de la Araucanía	Cautín	Padre las Casas	195	39	D
IX Región de la Araucanía	Cautín	Perquenco	215	38	D
IX Región de la Araucanía	Cautín	Pitrufquén	223	39	D
IX Región de la Araucanía	Cautín	Pucón	231	39	C
IX Región de la Araucanía	Malleco	Purén	241	38	D
IX Región de la Araucanía	Malleco	Renaico	264	38	D
IX Región de la Araucanía	Cautín	Saavedra	277	39	D
IX Región de la Araucanía	Cautín	Temuco	315	39	D
IX Región de la Araucanía	Cautín	Teodoro Schmidt	317	39	D
IX Región de la Araucanía	Cautín	Toltén	323	39	D
IX Región de la Araucanía	Malleco	Traiguén	327	38	D
IX Región de la Araucanía	Malleco	Victoria	334	38	C
IX Región de la Araucanía	Cautín	Vilcún	336	39	C
IX Región de la Araucanía	Cautín	Villarrica	339	39	D
XIV Región de Los Ríos	Valdivia	Corral	70	40	D
XIV Región de Los Ríos	Ranco	Futrono	97	40	D
XIV Región de Los Ríos	Ranco	La Unión	127	40	D
XIV Región de Los Ríos	Ranco	Lago Ranco	128	40	D
XIV Región de Los Ríos	Valdivia	Lanco	133	40	D
XIV Región de Los Ríos	Valdivia	Los Lagos	154	40	D
XIV Región de Los Ríos	Valdivia	Máfil	162	40	D
XIV Región de Los Ríos	Valdivia	Mariquina	168	40	D

ANEXO I - Información Comunal: Latitud Media y Zona Climática

Región	Provincia	Comuna	Id	Latitud media (S)	Zona climática
XIV Región de los Ríos	Valdivia	Paillico	197	40	D
XIV Región de los Ríos	Valdivia	Panguipulli	201	40	D
XIV Región de los Ríos	Ranco	Río Bueno	270	40	D
XIV Región de los Ríos	Valdivia	Valdivia	330	40	D
X Región de los Lagos	Chiloé	Ancud	6	42	E
X Región de los Lagos	Llanquihue	Calbuco	20	42	D
X Región de los Lagos	Chiloé	Castro	32	42	E
X Región de los Lagos	Palena	Chaitén	37	43	E
X Región de los Lagos	Chiloé	Chonchi	47	43	E
X Región de los Lagos	Llanquihue	Cochamó	50	42	D
X Región de los Lagos	Chiloé	Curaco de Vélez	75	42	E
X Región de los Lagos	Chiloé	Dalcahue	80	42	E
X Región de los Lagos	Llanquihue	Fresia	94	41	D
X Región de los Lagos	Llanquihue	Frutillar	95	41	D
X Región de los Lagos	Palena	Futaleufú	96	43	D
X Región de los Lagos	Palena	Hualaihué	104	42	E
X Región de los Lagos	Llanquihue	Llanquihue	143	41	D
X Región de los Lagos	Llanquihue	Los Muermos	155	41	D
X Región de los Lagos	Llanquihue	Mauñin	170	42	D
X Región de los Lagos	Osorno	Osorno	192	41	D
X Región de los Lagos	Palena	Palena	199	44	D
X Región de los Lagos	Llanquihue	Puerto Montt	234	41	D
X Región de los Lagos	Osorno	Puerto Octay	235	41	D
X Región de los Lagos	Llanquihue	Puerto Varas	236	41	D

ANEXO I - Información Comunal: Latitud Media y Zona Climática

Región	Provincia	Comuna	Id	Latitud media (S)	Zona climática
X Región de los Lagos	Chiloé	Puqueldón	240	43	E
X Región de los Lagos	Osorno	Purranque	242	41	D
X Región de los Lagos	Osorno	Puyehue	245	41	D
X Región de los Lagos	Chiloé	Queilén	246	43	E
X Región de los Lagos	Chiloé	Quellón	247	43	E
X Región de los Lagos	Chiloé	Quemchi	248	42	E
X Región de los Lagos	Chiloé	Quinchao	255	43	E
X Región de los Lagos	Osorno	Río Negro	274	41	D
X Región de los Lagos	Osorno	San Juan de la Costa	293	41	D
X Región de los Lagos	Osorno	San Pablo	296	40	D
XI Región de Aisén del General Carlos Ibáñez del Campo	Aisén	Aisén	13	46	E
XI Región de Aisén del General Carlos Ibáñez del Campo	General Carrera	Chile Chico	42	47	D
XI Región de Aisén del General Carlos Ibáñez del Campo	Aisén	Cisnes	48	44	E
XI Región de Aisén del General Carlos Ibáñez del Campo	Capitán Prat	Cochrane	51	47	E
XI Región de Aisén del General Carlos Ibáñez del Campo	Coihaique	Coyhaique	71	46	D
XI Región de Aisén del General Carlos Ibáñez del Campo	Aisén	Guaitecas	102	44	D
XI Región de Aisén del General Carlos Ibáñez del Campo	Coihaique	Lago Verde	129	44	D
XI Región de Aisén del General Carlos Ibáñez del Campo	Capitán Prat	O'higgins	188	49	E
XI Región de Aisén del General Carlos Ibáñez del Campo	General Carrera	Río Ibáñez	273	46	D
XI Región de Aisén del General Carlos Ibáñez del Campo	Capitán Prat	Tortel	326	48	E
XII Región de Magallanes y la Antártica Chilena	Antártica Chilena	Cabo de Hornos	17	55	F
XII Región de Magallanes y la Antártica Chilena	Magallanes	Laguna Blanca	130	52	E
XII Región de Magallanes y la Antártica Chilena	Ultima Esperanza	Natales	180	51	F
XII Región de Magallanes y la Antártica Chilena	Tierra del Fuego	Porvenir	226	53	E

ANEXO I - Información Comunal: Latitud Media y Zona Climática

Región	Provincia	Comuna	Id	Latitud media (S)	Zona climática
XII Región de Magallanes y la Antártica Chilena	Tierra del Fuego	Primavera	228	53	E
XII Región de Magallanes y la Antártica Chilena	Magallanes	Punta Arenas	239	54	F
XII Región de Magallanes y la Antártica Chilena	Magallanes	Río Verde	275	53	F
XII Región de Magallanes y la Antártica Chilena	Magallanes	San Gregorio	288	52	E
XII Región de Magallanes y la Antártica Chilena	Tierra del Fuego	Timaukel	320	54	F
XII Región de Magallanes y la Antártica Chilena	Ultima Esperanza	Torres del Paine	325	51	E
Región Metropolitana	Melipilla	Alhué	2	34	C
Región Metropolitana	Maipo	Buín	14	34	B
Región Metropolitana	Maipo	Calera de Tango	23	34	B
Región Metropolitana	Santiago	Cerrillos	35	33	B
Región Metropolitana	Santiago	Cerro Navia	36	33	B
Región Metropolitana	Chacabuco	Colina	58	33	B
Región Metropolitana	Santiago	Conchali	63	33	B
Región Metropolitana	Melipilla	Curacavi	74	33	C
Región Metropolitana	Santiago	El bosque	83	34	B
Región Metropolitana	Talagante	El monte	85	34	C
Región Metropolitana	Santiago	Estación Central	90	33	B
Región Metropolitana	Santiago	Huechuraba	110	33	B
Región Metropolitana	Santiago	Independencia	112	33	B
Región Metropolitana	Talagante	Isla de Maipo	114	34	B
Región Metropolitana	Santiago	La Cisterna	117	34	B
Región Metropolitana	Santiago	La Florida	120	34	B
Región Metropolitana	Santiago	La Granja	121	34	B
Región Metropolitana	Santiago	La Pintana	124	34	B

ANEXO I - Información Comunal: Latitud Media y Zona Climática

Región	Provincia	Comuna	Id	Latitud media (S)	Zona climática
Región Metropolitana	Santiago	La Reina	125	33	B
Región Metropolitana	Chacabuco	Lampa	132	33	B
Región Metropolitana	Santiago	Las Condes	135	33	B
Región Metropolitana	Santiago	Lo Barnechea	144	33	B
Región Metropolitana	Santiago	Lo Espejo	145	34	B
Región Metropolitana	Santiago	Lo Prado	146	33	B
Región Metropolitana	Santiago	Macul	161	33	B
Región Metropolitana	Santiago	Maipú	163	34	B
Región Metropolitana	Melipilla	María Pinto	167	33	C
Región Metropolitana	Melipilla	Melipilla	173	34	C
Región Metropolitana	Santiago	Ñuñoa	187	33	B
Región Metropolitana	Talagante	Padre Hurtado	194	34	B
Región Metropolitana	Maipo	Paine	198	34	B
Región Metropolitana	Santiago	Pedro Aguirre Cerda	206	33	B
Región Metropolitana	Talagante	Peñaflor	212	34	B
Región Metropolitana	Santiago	Peñalolén	213	33	B
Región Metropolitana	Cordillera	Pirque	222	34	B
Región Metropolitana	Santiago	Providencia	229	33	B
Región Metropolitana	Santiago	Pudahuel	232	33	B
Región Metropolitana	Cordillera	Puente alto	233	34	B
Región Metropolitana	Santiago	Quilicura	250	33	B
Región Metropolitana	Santiago	Quinta Normal	257	33	B
Región Metropolitana	Santiago	Recoleta	263	33	B
Región Metropolitana	Santiago	Renca	265	33	B

ANEXO I - Información Comunal: Latitud Media y Zona Climática

Región	Provincia	Comuna	Id	Latitud media (S)	Zona climática
XII Región de Magallanes y la Antártica Chilena	Tierra del Fuego	Primavera	228	53	E
XII Región de Magallanes y la Antártica Chilena	Magallanes	Punta Arenas	239	54	F
XII Región de Magallanes y la Antártica Chilena	Magallanes	Río Verde	275	53	F
XII Región de Magallanes y la Antártica Chilena	Magallanes	San Gregorio	288	52	E
XII Región de Magallanes y la Antártica Chilena	Tierra del Fuego	Timaukel	320	54	F
XII Región de Magallanes y la Antártica Chilena	Ultima Esperanza	Torres del Paine	325	51	E
Región Metropolitana	Melipilla	Alhué	2	34	C
Región Metropolitana	Maipo	Buín	14	34	B
Región Metropolitana	Maipo	Calera de Tango	23	34	B
Región Metropolitana	Santiago	Cerrillos	35	33	B
Región Metropolitana	Santiago	Cerro Navia	36	33	B
Región Metropolitana	Chacabuco	Colina	58	33	B
Región Metropolitana	Santiago	Conchalí	63	33	B
Región Metropolitana	Melipilla	Curacaví	74	33	C
Región Metropolitana	Santiago	El bosque	83	34	B
Región Metropolitana	Talagante	El monte	85	34	C
Región Metropolitana	Santiago	Estación Central	90	33	B
Región Metropolitana	Santiago	Huechuraba	110	33	B
Región Metropolitana	Santiago	Independencia	112	33	B
Región Metropolitana	Talagante	Isla de Maipo	114	34	B
Región Metropolitana	Santiago	La Cisterna	117	34	B
Región Metropolitana	Santiago	La Florida	120	34	B
Región Metropolitana	Santiago	La Granja	121	34	B
Región Metropolitana	Santiago	La Pintana	124	34	B

ANEXO I - Información Comunal: Latitud Media y Zona Climática

Región	Provincia	Comuna	Id	Latitud media (S)	Zona climática
Región Metropolitana	Maipo	San Bernardo	281	34	B
Región Metropolitana	Santiago	San Joaquín	291	33	B
Región Metropolitana	Cordillera	San José de Maipo	292	34	C
Región Metropolitana	Santiago	San Miguel	294	33	B
Región Metropolitana	Melipilla	San Pedro	297	34	C
Región Metropolitana	Santiago	San Ramón	301	34	B
Región Metropolitana	Santiago	Santiago	308	33	B
Región Metropolitana	Talagante	Talagante	311	34	B
Región Metropolitana	Chacabuco	Titil	319	33	B
Región Metropolitana	Santiago	Vitacura	341	33	B