



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE
DES FINANCES ET DE L'INDUSTRIE



GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL DE ENERGIA

ESTUDIO DEL MERCADO SOLAR TÉRMICO CHILENO



**Proyecto: Plan Nacional de fomento al uso de
colectores solares**

Tarea 1. Estudio de Mercado

Informe Final – Versión Corregida – Noviembre 2006



Transénergie SA

3d Allée Claude Debussy

69130 Ecully - FRANCE

Tel. + 33 (0) 4 72 86 04 04

Fax + 33 (0) 4 72 86 04 00

www.transenergie.fr

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
I - Contexto del estudio	5
II - Objetivo del estudio de mercado	7
METODOLOGÍA	8
I - Para la caracterización de la oferta y demanda actuales	9
II - Para la caracterización de la demanda potencial	10
ALGUNOS ELEMENTOS TÉCNICOS	11
I - La energía solar térmica y sus aplicaciones	11
I-1 - Las aplicaciones	11
I-2 - Los colectores	11
II - Las aplicaciones adaptadas al mercado chileno	14
EL MERCADO SOLAR TÉRMICO ACTUAL	18
I - La demanda solar térmica actual	18
I-1 - Fuentes energéticas actualmente utilizadas para la producción de agua caliente sanitaria en Chile	18
I-2 - Instalaciones solares térmicas existentes	18
I-3 - Caracterización de la demanda solar térmica actual	19
II - La oferta solar térmica actual	19
II-1 - Empresas con actividad en el campo de la energía solar térmica en Chile	19
II-2 - Volúmenes y tipos de Equipamientos comercializados	22
II-3 - Precios de los equipos	26
II-4 - Barreras al desarrollo del mercado identificadas por las empresas	26
III - Histórico del mercado y conclusiones	27
DEMANDA POTENCIAL DE COLECTORES SOLARES TÉRMICOS EN CHILE	28
I - Zona de estudio	28
II - Sectores estudiados	30
II-1 - Turismo	30
II-2 - Servicios de salud	36
II-3 - Sector residencial	40
II-4 - Sector industrial	52
II-5 - Otros sectores	60
III - Resumen de resultados	61
IV - Conclusiones	62
BARRERAS AL DESARROLLO DEL MERCADO SOLAR TÉRMICO CHILENO	63
CONCLUSIONES	64
ANEXOS	65

ÍNDICE DE LAS TABLAS

Tabla n° 1 Lista de las empresas proveedoras de colectores solares térmicos en Chile consultadas en el marco de las encuestas	20
Tabla n° 2 Lista de otras empresas proveedoras de colectores solares térmicos en Chile	20
Tabla n° 3 Radiación Solar Diaria Total Horizontal Promedio Anual para las Regiones de Chile (Fuente: Energía Solar, aplicaciones e Ingeniería – Ing. Pedro Sarmiento M.)	28
Tabla n° 4 Número de personas por vivienda según categoría de vivienda y región (Fuente: Elaboración propia)	43
Tabla n° 5 Resumen del potencial máximo del Mercado solar térmico según categoría (Fuente: Elaboración propia)	61

ÍNDICE DE LOS GRÁFICOS

Gráfico n° 1 Repartición de los consumos energéticos en Chile según energías primarias (Fuente: CNE 2004).....	5
Gráfico n° 2 Procedencia de los colectores solares en Chile (Fuente: elaboración propia).....	22
Gráfico n° 3 Volúmenes de venta de colectores solares de los fabricantes chilenos (Fuente: elaboración propia)	23
Gráfico n° 4 Volúmenes de venta de los importadores de colectores solares chilenos (Fuente: elaboración propia)	23
Gráfico n° 5 Número de camas según Región (Fuente: Elaboración Propia)	30
Gráfico n° 6 Porcentaje de Participación según Categoría de Establecimiento. (Fuente: SERNATUR, Chile 2004)	31
Gráfico n° 7 Número de Camas (Fuente: SERNATUR, Chile 2004)	31
Gráfico n° 8 Llegada de pasajeros según Región (Fuente: SERNATUR, Chile 2004).....	32
Gráfico n° 9 Tasa de Ocupabilidad de camas (Fuente: SERNATUR, Chile 2004).....	33
Gráfico n° 10 Consumo estimado de agua caliente (60 °C) del sector del turismo por Región (millones de litros por año) (Fuente: Elaboración Propia)	34
Gráfico n° 11 Demanda potencial máxima de colectores solares en el sector del turismo, por Región (m ² instalados) (Fuente: Elaboración Propia)	35
Gráfico n° 12 Cantidad de camas ofrecidas por año (Fuente: Departamento de Estadísticas e Información de Salud de Chile. DEIS)	36
Gráfico n° 13 Días-camas utilizadas por año (Fuente: Departamento de Estadísticas e Información de Salud de Chile. DEIS)	37
Gráfico n° 14 Tasa de Ocupabilidad de camas en servicios de salud, según Región (Fuente: Departamento de Estadísticas e Información de Salud de Chile. DEIS).....	37
Gráfico n° 15 Estimación del consumo anual de agua caliente sanitaria (60°C) en Centros de Salud (millones de litros/año) (Fuente: Elaboración Propia).....	38
Gráfico n° 16 Demanda potencial máxima de colectores solares en centros de salud, por Región (m ² instalados) (Fuente: Elaboración Propia).....	38
Gráfico n° 17 Total de viviendas según área Urbana y Rural, por Región (Fuente: Información Censo 2002, INE)	40
Gráfico n° 18 Porcentaje promedio de participación de las viviendas según categoría, en el área urbana (Fuente: Información Censo 2002, INE)	41
Gráfico n° 19 Porcentaje promedio de participación de las viviendas según categoría, en el área rural (Fuente: Información Censo 2002, INE)	41
Gráfico n° 20 Número de viviendas según categoría permanente y semipermanente, en el área Urbana (Fuente: Información Censo 2002, INE)	42
Gráfico n° 21 Número de viviendas según categoría permanente y semipermanente, en el área Rural (Fuente: Información Censo 2002, INE)	42
Gráfico n° 22 Número de habitantes por categoría de vivienda y Región, áreas Urbana y Rural (Fuente: Información Censo 2002, INE)	43
Gráfico n° 23 Número de calefones (todo tipo) por categoría de vivienda y región, según área de ubicación (Fuente: Información Censo 2002, INE).....	44
Gráfico n° 24 Fracción de viviendas por calefón (todo tipo) instalado por área de ubicación y Región (Fuente: Elaboración propia).....	45
Gráfico n° 25 Consumo diario de agua caliente sanitaria en viviendas permanentes (miles litros/día) por área de ubicación y Región (Fuente: Elaboración Propia).....	46
Gráfico n° 26 Demanda potencial máxima de instalación de colectores solares en el sector residencial, por área de ubicación y Región (m ²) (Fuente: Elaboración Propia)	46

Gráfico n°27 Evolución del parque de viviendas por Región en los 3 últimos años (Fuente: Información MINVU).....	47
Gráfico n°28 Tasa de crecimiento anual del parque de viviendas por Región (Fuente: Elaboración propia)	48
Gráfico n°29 Proyección a los 10 años del parque de viviendas nuevas por Región (Fuente: Elaboración propia)	49
Gráfico n°30 Consumos diarios de ACS 60°C del parque de viviendas nuevas por Región (miles de litros / día) – Proyección a los 10 años (Fuente: Elaboración propia)	49
Gráfico n°31 Demanda potencial máxima de colectores solares anual del parque de viviendas nuevas por Región – Proyección a los 10 años (Fuente: Elaboración propia)	50
Gráfico n°32 Demanda potencial máxima de colectores solares anual del parque de viviendas nuevas – Proyección a los 10 años (Fuente: Elaboración propia)	50
Gráfico n°33 Porcentaje de producción avícola según Región (Fuente: Asociación de Productores Avícolas de Chile A.G. (APA))	52
Gráfico n°34 Consumo anual de agua caliente estimado en los procesos avícolas (miles de litros/año) (Fuente: Información INE, 2004).....	53
Gráfico n°35 Demanda potencial máxima de instalación de colectores solares en la industria avícola, por Región (m ²) (Fuente: Elaboración Propia).....	53
Gráfico n°36 Consumo de agua en el proceso de obtención Cobre fino (Fuente: Gustavo Lagos, Marcelo Andía. Pontificia Universidad Católica. Mayo, 2000)	54
Gráfico n°37 Repartición de la producción de cátodos por Región en 2004 (Toneladas) (Fuente: "Anuario de la Minería 2004" – INE / Servicio nacional de geología y minería).....	55
Gráfico n°38 Consumo de agua caliente anual estimado en los procesos de obtención de cátodos por Región (miles de litros/año) (Fuente: Elaboración propia)	55
Gráfico n°39 Demanda potencial máxima de instalación de colectores solares en la industria minera, por región (m ²) (Fuente: Elaboración propia).....	56
Gráfico n°40 Número de cabezas beneficiadas por Región (Fuente: INE, 2005)	57
Gráfico n°41 Porcentaje y participación según especie, por Región (Fuente: INE, 2005)	58
Gráfico n°42 Consumo anual de agua caliente (miles de litros / año) en mataderos, por Región (Fuente: Elaboración Propia)	59
Gráfico n°43 Demanda potencial máxima de instalación de colectores solares en la industria avícola, por Región (m ²) (Fuente: Elaboración Propia).....	59
Gráfico n°44 Distribución de la demanda potencial de colectores solares según Región (Fuente: Elaboración Propia).....	61

INTRODUCCIÓN

I - CONTEXTO DEL ESTUDIO

Se puede observar en el Gráfico n° 1 que en 2004, el consumo de energías primarias en Chile se componía de un 39% de petróleo, 19% de gas natural, 18% de hidroelectricidad, 10% de carbón y 14% de leña y otros combustibles (fuente CNE).

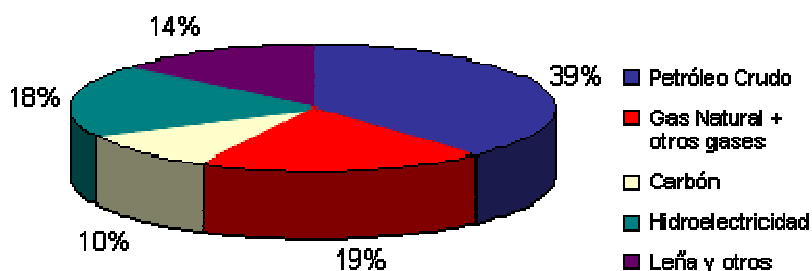


Gráfico n° 1 Repartición de los consumos energéticos en Chile según energías primarias (Fuente: CNE 2004)

Chile presenta una fuerte dependencia energética debido a la necesidad creciente de importar petróleo y derivados y gas natural para satisfacer su demanda interna y mantener su nivel de crecimiento económico.

Además, la decisión de Argentina de aplicar restricciones sobre las exportaciones de gas natural hacia Chile, así como la subida del precio del petróleo desencadenan una crisis energética que amenaza el crecimiento económico del país.

Consciente de la situación, el Gobierno ha emprendido medidas para reducir su dependencia energética, recurriendo a nuevos recursos energéticos así como a la utilización eficiente de la energía.

Estas medidas incluyen:

- La "Ley Corta I" (Ley n°19.940) del 13 de marzo 2004 que exceptúa del pago de peajes de transmisión troncal a todos aquellos proyectos cuyos excedentes de potencia sean menores a 20 MW y cuya fuente de energía sea no convencional, tales como geotérmica, eólica, solar, biomasa, mareomotriz, pequeñas centrales hidroeléctricas y cogeneración.
- La "Ley Corta II" (Ley 20.018) del 19 de mayo de 2005 que trata los siguientes aspectos fundamentales: competición semicontrolada de la producción/distribución de electricidad, ayudas a las inversiones en el sector eléctrico y en el desarrollo de las energías renovables¹, ayudas para la eficiencia energética.
- El Programa País de Eficiencia Energética: iniciativa del Gobierno para definir un programa de acción de promoción y desarrollo de la eficiencia energética en Chile. El mapa de acción trabaja en los ámbitos regulatorios, de fomento, de difusión y de educación. Incluye « la promoción de calefactores solares en base a cobre en ámbitos residencial y industrial », línea 24 del mapa.

¹ A continuación de la convocatoria nacional de apoyo a la materialización de inversiones para la generación de electricidad a partir de ENRC realizado en Julio 2005 por la CNE y CORFO, 46 proyectos de estudios ENRC fueron aprobados (11 biomasa, 12 eólicos, 22 microhidráulicos, 1 geotérmico). El importe total de las subvenciones para los estudios alcanzan 1,319 millones de dólares US.

La CNE y CORFO lanzaron un segundo concurso para iniciativas de pequeño tamaño en junio del año 2006 que dispone de un total de 2 millones de dólares US. Un total de 57 proyectos de generación de energía, a partir de fuentes renovables (19 hidráulicos, 28 eólicos y 8 de biomasa), fueron seleccionados.

Estas iniciativas apoyan también la voluntad del Gobierno de promover el mercado de los Mecanismos de Desarrollo Limpio establecido por el protocolo de Kyoto.

Además, la Presidenta, Michelle Bachelet, y la Ministra de Minería y Energía, Karen Poniachik, presentaron el 22 de Agosto de 2006 la “Guía del Mecanismo de Desarrollo Limpio”, para proyectos del sector energía en Chile, elaborada por la Comisión Nacional de Energía y la Comisión Nacional del Medio Ambiente, con el apoyo de la Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ).

De manera más general, en el marco del mandato presidencial de impulsar un Plan de Seguridad Energética Sustentable tendiente a diversificar la matriz energética, lograr mayor autonomía y promover el uso eficiente de la energía, el Gobierno estableció la meta de abastecer el 15% de la nueva capacidad de generación eléctrica 2006-2010, a partir de fuentes renovables no convencionales.

En este contexto y debido a las condiciones climatológicas favorables del País, en particular en la zona centro-norte, la factibilidad de instalar colectores solares con un alto grado de eficiencia fue considerada por el ahorro de recursos que significaría, tanto para los propios usuarios como para el Gobierno, fomentando el uso de las energías renovables, como es la energía solar, y la utilización eficiente de la energía.

Así, la Comisión Nacional de la Energía de Chile (CNE) inició una licitación en noviembre 2004 para la elaboración de un plan nacional de fomento al uso de colectores solares con el fin de crear este nuevo mercado, utilizar una fuente energética renovable limpia e inagotable, utilizar en forma eficiente la energía y reducir emisiones de gases de efecto invernadero mediante la sustitución paulatina de termos eléctricos, calentadores a leña, y calefones a gas licuado.

La licitación fue transmitida a consultoras francesas por el intermedio de la Misión Económica Francesa de Santiago del Chile. La oferta de Transenergíe fue seleccionada el 31 enero de 2005 por su pertinencia (coherencia con los términos de licitación, experiencia, referencias en el tema de la energía solar y en América Latina) y su competitividad económica.

La CNE, la Embajada de Francia y la Misión Económica acordaron que parte del estudio se realizaría con financiamiento francés a través del ministerio de Economía, Finanzas e Industria en el marco del "Fond d'Etudes et d'Aides au Secteur Privé"⁽²⁾ (FASEP).

El proyecto fue presentado el 23 de Junio 2005 a la comisión FASEP y fue aceptado sobre la base de documentos preparados por Transenergíe. El contrato fue firmado en enero 2006.

El proyecto cuenta con recursos de cofinanciamiento que forman parte del presupuesto del Proyecto CHI/00/G32, “Remoción de Barreras para la Electrificación Rural con Energías Renovables”, ejecutado por la Comisión Nacional de Energía, implementado por el Programa de Las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y con cofinanciamiento del Global Environment Facility (GEF) y el Gobierno de Chile, por lo que su administración y ejecución financiera es realizada por el GEF/PNUD, la CNE y el Gobierno de Francia, siendo la contraparte técnica la CNE.

El estudio de mercado presentado en este informe es la etapa preliminar a la realización de este proyecto.

⁽²⁾ Fondo de estudios y incentivos al sector privado

II - OBJETIVO DEL ESTUDIO DE MERCADO

Este estudio tiene por objeto describir la situación actual del mercado solar térmico, determinar el potencial máximo de la demanda para colectores y definir las barreras existentes a su desarrollo. Se compone de los siguientes puntos:

- Definición y análisis de la demanda :
 - estimación y caracterización de la demanda actual de colectores solares térmicos,
 - definición, cuantificación y catastro de las necesidades de agua caliente por sector socioeconómico para cuantificar la demanda potencial máxima de colectores.
- Caracterización de la oferta :
 - caracterización del mercado actual y de su histórico,
 - identificación de las empresas con actividad en el campo de la energía solar térmica en Chile,
 - materiales adaptados y equipamientos disponibles, volúmenes de ventas anuales.
- Definición de las barreras y oportunidades de desarrollo del mercado.

El estudio del mercado solar térmico es una etapa preliminar esencial a la realización del proyecto de elaboración de un programa nacional para el desarrollo de la energía solar térmica en Chile. En efecto, hacer un diagnóstico de la situación actual es un requisito indispensable para definir las medidas para fomentar el mercado objetivo.

METODOLOGÍA

La realización del estudio de mercado se basa en una recopilación de datos, indispensable para la buena calidad del estudio.

Para obtener información fidedigna que permita precisar las verdaderas oportunidades del mercado solar térmico, se llevó a cabo un Estudio Exploratorio a través de la aplicación de dos técnicas complementarias:

- Encuestas y entrevistas
- Fuentes secundarias

El Estudio está dirigido a obtener información de todos los actores involucrados en la industria solar térmica:

- Ministerios / Superintendencia/ Autoridades Regionales/CNE.
- Importadores, Distribuidores, Agentes, Instaladores
- Potenciales usuarios finales
- Industria y Servicios
- Usuarios domésticos

Con el fin de preparar la recopilación de datos, se preparó una nota metodológica que fue transmitida al conjunto de los socios, la cual se presentada en el Anexo 1.

Luego, Transenergíe organizó una misión en Chile dedicada a la recopilación de información necesaria para la realización del informe de avance.

Después de la entrega del informe de avance, otra misión permitió recopilar datos complementarios y organizar una encuesta dirigida a los proveedores de colectores solares térmicos chilenos, para la elaboración del informe final.

Misiones realizadas en el marco del estudio de mercado

Transenergíe realizó una primera misión a Santiago de Chile para reunirse con la Misión Económica Francesa de Santiago de Chile (Embajada Francesa), la Comisión Nacional de Energía y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y finalizar el acuerdo marco para la preparación y aplicación del proyecto Plan Nacional de Promoción del Uso de Colectores Solares Térmicos en Chile.

Esta misión permitió identificar los interlocutores y los socios potenciales para la realización del estudio de mercado.

Luego, una segunda misión fue emprendida por Transenergíe, la que consistió principalmente en la recopilación de los datos necesarios para la realización del estudio de mercado, mediante entrevistas a los actores involucrados directamente o indirectamente en el campo de la energía solar térmica y en la organización del trabajo con el equipo de apoyo local.

Los datos recopilados y las personas encontradas están mencionados en el resumen de esta misión, presentada en el Anexo 2.

Se organizó una tercera misión después de la entrega del informe de avance del estudio de mercado. En esta misión se pudo obtener la información necesaria para completar el informe preliminar según los comentarios del Comité Plan Nacional de Colectores Solares y preparar una encuesta dirigida a los proveedores de colectores solares chilenos con el apoyo de la Universidad de Chile.

I - PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LA OFERTA Y DEMANDA ACTUALES

Se realizó una encuesta dirigida a los proveedores de colectores solares para caracterizar la oferta y la demanda actuales.

Para la realización de la encuesta, se estableció un cuestionario que trata básicamente los siguientes temas:

- Datos de la empresa
- Actividad de la empresa
- Importancia de la empresa en el mercado de los colectores solares
- Evolución de ventas de la empresa
- Características de los equipos ofrecidos
- Servicios post venta
- Características de sus clientes
- Principales barreras de entradas para los colectores

Se expone el detalle del cuestionario en el Anexo 3.

La metodología empleada para la aplicación de la encuesta está descrita a continuación:

En primera instancia se intentaba contactar a la empresa vía mail. Luego de esto, las siguientes etapas dependían de la disponibilidad y requerimientos de la empresa. Por ejemplo, existían los casos en que la empresa pedía mayor identificación por parte del encuestador, el cual las contactaba y, vía telefónica contestaban la encuesta, pedían una reunión con el encuestador o simplemente se negaban a contestarla. En cambio, otras empresas simplemente contestaron la encuesta vía mail.

Por otro lado, varias empresas no contestaban el mail, por lo que el encuestador las contactaba y vía telefónica contestaban la encuesta, pedían una reunión con el encuestador o simplemente se negaban a contestarla.

Además, existieron empresas a las cuales nunca se les pudo contactar, esto debido a que nunca contestaron mail ni teléfono o simplemente sus vías de contacto ya no estaban disponibles.

Los datos recopilados gracias a esta encuesta permitieron generar una base de datos, la cual trata principalmente de la evolución de la empresa en el mercado de los colectores solares junto con las percepciones que tienen la empresa de este mercado y su demanda.

Se completó la base de datos con elementos recopilados durante entrevistas con actores del sector y con datos extraídos de los sitios Web de las empresas.

Se presenta los resultados de la encuesta en el Anexo 4.

II - PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LA DEMANDA POTENCIAL

La metodología utilizada para caracterizar la demanda potencial se basó principalmente en el levantamiento y análisis de información secundaria, es decir, se ocupó información proveniente de empresas, instituciones, asociaciones, entre otros, que recopilan información de los sectores estudiados.

El análisis se concentró en Estadísticas Anuales de los sectores en cuanto a consumo y existencias, de manera de generar una caracterización de cada una.

Con la información obtenida se seleccionaron las variables más interesantes para la estimación del consumo de agua caliente. Luego de la selección de variables, se realizaron cruces de los datos con el objetivo de obtener información más completa y consistente. Algunas de las fuentes utilizadas fueron:

Instituto Nacional de Estadísticas (INE)

- Censo Nacional 2002
- Anuario Minería 2004
- Anuario Estadístico sector Eléctrico 2004
- Anuario Avícola 2004

Anuario Minera La escondida

- Producción

Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR)

- Anuario 2004

Ministerio de Salud (MINSAL)

- Departamento de Estadísticas e Información de Salud de Chile. DEIS.

Corporación Nacional Forestal (CONAF)

- Departamento de Patrimonio Silvestre
- Estadísticas de visitas al SNASPE

Asociación de Productores Avícolas de Chile A.G. (APA)

- Proceso

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU)

- Departamento de Tecnologías de la Construcción

Otros

- Páginas Web relacionadas

ALGUNOS ELEMENTOS TÉCNICOS

Este capítulo presenta sucintamente los distintos colectores solares térmicos existentes y sus aplicaciones. Presenta los elementos necesarios para explicar cuales son las aplicaciones más adaptadas al mercado chileno, lo que constituye una etapa importante para caracterizar la demanda potencial solar térmica.

I - LA ENERGÍA SOLAR TÉRMICA Y SUS APLICACIONES

I-1 - LAS APLICACIONES

Las aplicaciones térmicas de la energía solar son distintas y variadas. Se retendrá esencialmente:

- la producción de agua caliente sanitaria (ACS)
- el calentamiento de piscinas,
- la calefacción de viviendas,
- el secado de productos agrícolas,
- la cocción de productos alimentarios,
- la climatización.

I-2 - LOS COLECTORES

Un colector solar térmico es un elemento que transforma la radiación solar en energía y la transmite al fluido que circula en su seno. Debe ser resistente a un amplio campo de temperaturas y a las agresiones exteriores (ambientes ionizados, granizos, etc.), de fácil de montaje y con buen rendimiento de conversión.

Existen distintos tipos de colectores solares térmicos, los más comunes están detallados más abajo.

I-2.a - Colectores simples sin cubierta

Los colectores simples sin cubierta son usados para aplicaciones de baja temperatura como el calentamiento de piscinas.

Son de plástico negro que puede tener una larga duración de vida.

Son baratos, se instalan fácilmente pero implican importantes pérdidas de calor.

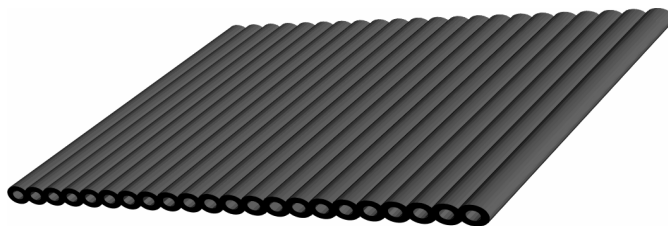


Figura n°1 Ejemplo de un colector simple sin cubierta

I-2.b - Colectores planos con cubierta de vidrio

Los colectores planos con cubierta son generalmente utilizados para la producción de agua caliente sanitaria. Pueden servir también en instalaciones de calentamiento de piscinas y de calefacción de viviendas.

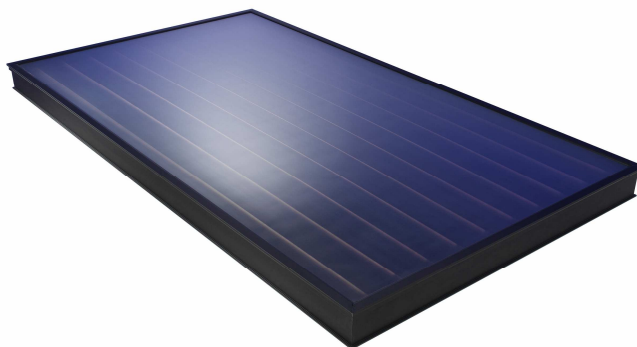


Figura n°2 Ejemplo de un colector plano

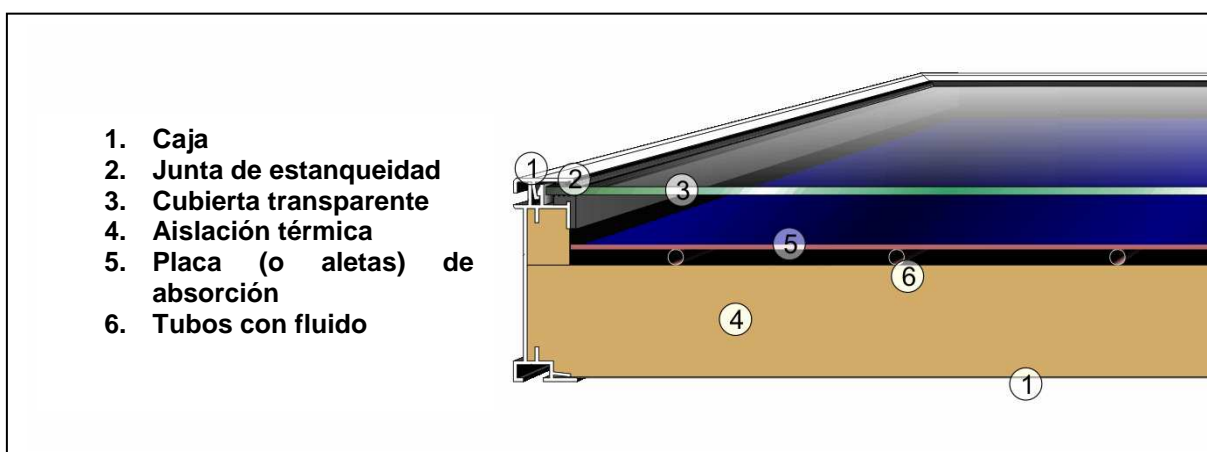


Figura n°3 Esquema de la composición de un colector plano (fuente: solarpraxis)

Un colector plano se compone de los siguientes elementos:

1. La caja contiene todos los otros elementos del colector y los protege del exterior. Puede ser de distintos tipos de materiales.
2. La junta de estanqueidad asegura la impermeabilidad del colector, impidiendo la penetración del agua cuando llueva.
3. La cubierta transparente es el elemento que genera el efecto invernadero en el colector, dejando pasar la mayor parte de la radiación solar incidente y reteniendo la radiación infrarroja generada en la placa absorbente. Es de vidrio templado.
4. La aislación térmica reduce las pérdidas térmicas en la parte inferior y los lados del colector.
5. La placa (o aletas) de absorción es la parte del colector donde la energía se transmite al fluido. Es de metal negro (pintado o tratado) para mejorar su coeficiente de absorción de radiación solar. Cuando la superficie está tratada para presentar una emisividad reducida (que mejora todavía más la transferencia de calor) se dice que es selectiva.
6. Los tubos son generalmente de cobre y soldados (o integrados) a la placa de manera de asegurar una transferencia de calor eficaz entre las placas y el fluido que circula en el seno de los tubos.

En el esquema siguiente, se describan las transferencias de calor que ocurren en un colector plano con cubierta de vidrio.

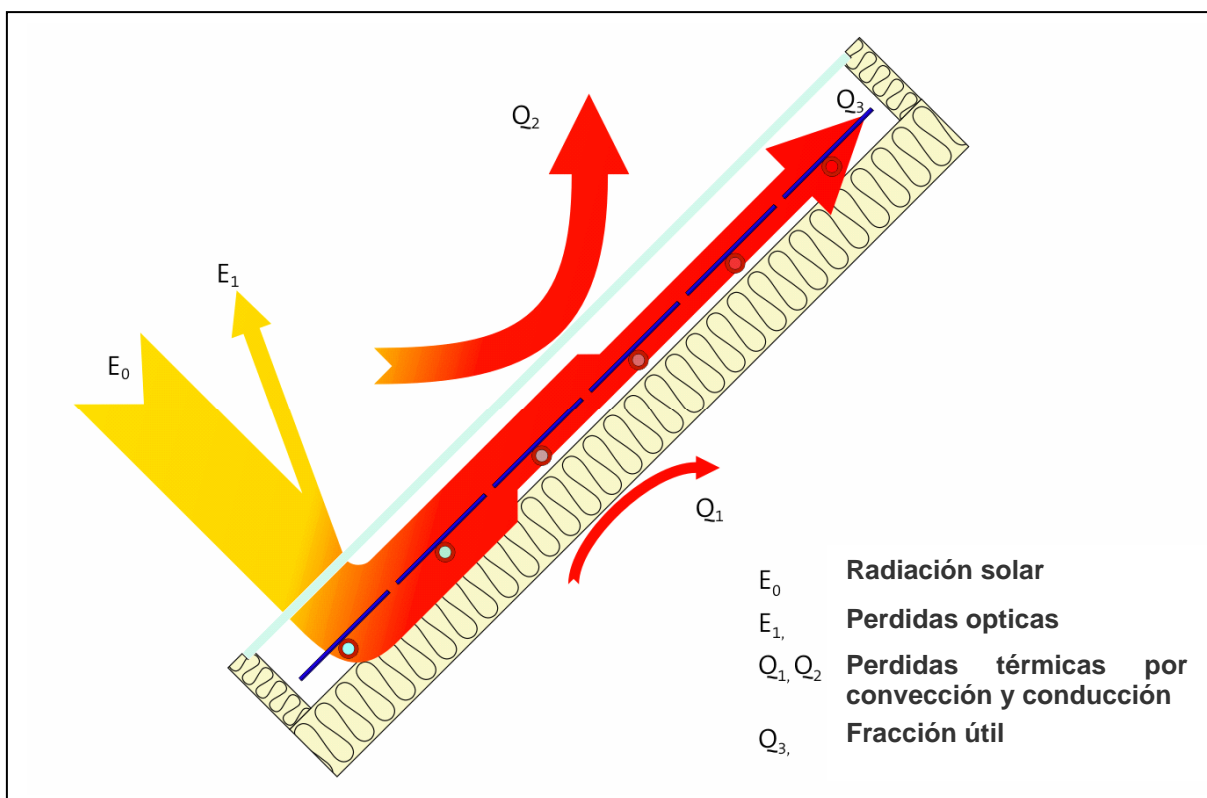


Figura n°4 Pérdidas térmicas en un colector plano con cubierta de vidrio (fuente: solarpraxis)

I-2.c - Colectores tubulares

Los colectores tubulares presentan un alto rendimiento de conversión y permiten alcanzar altas temperaturas del fluido que circula en su seno. Son empleados para aplicaciones de climatización, en procesos industriales pero también para calentar agua sanitaria (aún cuando no se necesita altas temperaturas del agua...).



Figura n°5 Ejemplo de un colector tubular

Los tubos donde circula el fluido y que son soldados o integrados a las aletas, están colocados dentro de tubos de vidrio donde se crea el vacío que reduce las pérdidas de calor por convección y conducción. La aislación del colector tubular es así mucho mejor que la del colector plano.

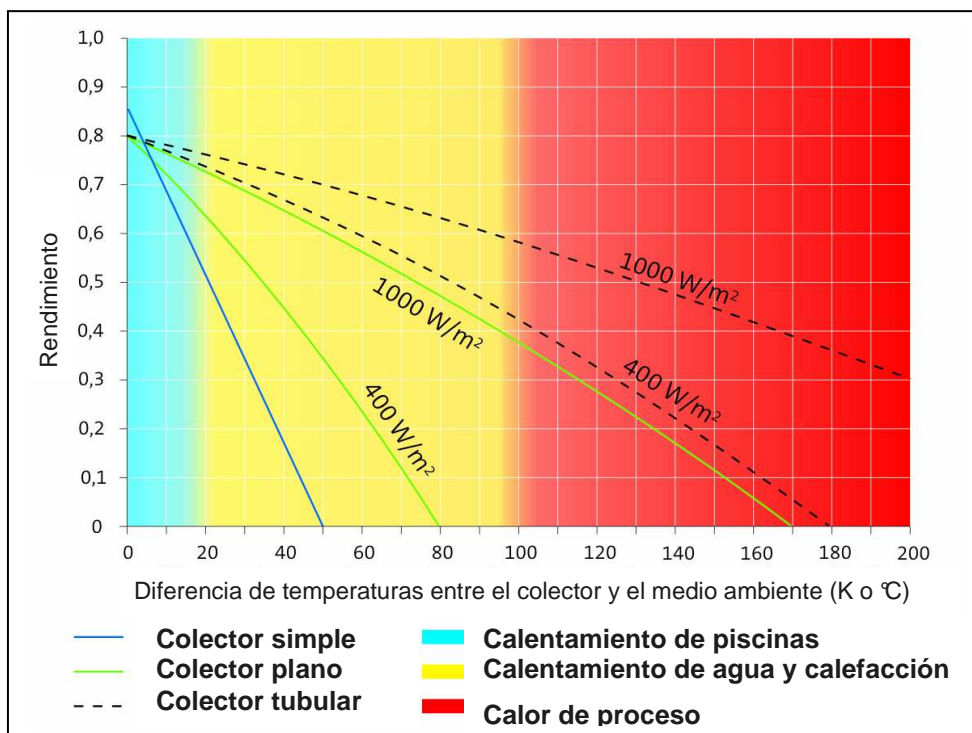


Figura n°6 Curvas de rendimiento de los colectores y tipos de aplicación (fuente: solarpraxis)

Los distintos tipos de colectores tienen comportamientos muy diferentes y se emplean cada uno en aplicaciones distintas. El gráfico permite observar las características básicas de los colectores, desde los colectores sin cubierta que se utilizan generalmente para calentar las piscinas a los colectores tubulares que pueden servir para activar grupos frigoríficos o de climatización por absorción.

Es necesario recordar que un colector determinado, puede alcanzar altas temperaturas cuyo límite se sitúa, sobre el gráfico, en el punto de intersección entre la curva de rendimiento y el eje de las abscisas. A este valor es necesario añadir la temperatura ambiente del momento, lo que da la temperatura denominada "temperatura sin circulación de fluido".

No es raro que las temperaturas "temperatura sin circulación de fluido" sean alcanzadas en el colector, razón para la cual es necesario tenerla en cuenta cuando se diseña el sistema para evitar los fenómenos de recalentamiento.

II - LAS APLICACIONES ADAPTADAS AL MERCADO CHILENO

La principal aplicación de la energía solar térmica que consideraremos como la más representativa del mercado chileno es la producción de agua caliente.

En efecto, es la aplicación que tiene el potencial de desarrollo más importante puesto que concierne a los sectores residenciales individuales y colectivos, el sector del turismo, el de la industria, etc. Los materiales para esta aplicación han sido desarrollados a través del mundo y probados con éxito.

El calentamiento de las piscinas, el secado de productos agrícolas y la climatización son también consideradas como aplicaciones solares térmicas posibles en Chile pero de manera menos evidente dada la más escasa demanda potencial (piscinas, secado agrícola) o la falta de rentabilidad actual de la tecnología (climatización).

La calefacción solar sólo se puede considerar para viviendas equipadas con radiadores de calor adaptados (piso radiante) y ubicadas en zonas donde el período de calefacción justifica este tipo de instalación (al menos 7 meses del año). No se considera la calefacción solar en este informe porque el potencial para este tipo de aplicación es muy limitado.

Para demostrarlo, se propone analizar el mercado solar térmico francés, mercado con uno de los índices de crecimiento más elevados en Europa y que incentiva fuertemente desde 1999 tanto la instalación de sistemas solares para el calentamiento de agua sanitaria como la instalación de sistemas solares para la calefacción, por razones históricas y estratégicas (el fabricante francés Clipsol ha desarrollado uno de los primeros sistemas solares de calefacción hace ya 15 años).

En 2006, Enerplan, la asociación de fabricantes y distribuidores de sistemas solares franceses, estimó que los sistemas de calefacción solar equiparán sólo el 3,5% de las nuevas construcciones de viviendas individuales en 2010, a pesar del fuerte apoyo del Estado. Recordamos que las nuevas construcciones son las más adecuadas para instalar un sistema de calefacción solar ya que se necesitan radiadores de calor adaptados.

Si se compara este porcentaje al caso Chileno, se puede extrapolar que, 5 años después de que el mercado solar correspondiente al calentamiento de agua sanitaria sea maduro (2015?), no se podrá esperar más de unos por cientos de las nuevas viviendas equipadas por sistemas solares de calefacción.

Parece juicioso que, en una primera etapa de un Plan Nacional de Colectores Solares para desarrollar el mercado solar térmico, se focaliza en una aplicación con un gran potencial, más rentable y simple de instalación como lo es el calentamiento de agua sanitaria (los sistemas de calefacción presentan una rentabilidad más baja que los sistemas de calentamiento de agua, ya que las necesidades de calor no coinciden con el potencial de radiación solar y son más complejos de instalar). Una segunda etapa podría abarcar la calefacción solar térmica, después de una evaluación del impacto del Plan.

La tecnología utilizada para los sistemas de producciones de agua caliente sanitaria depende de la situación geográfica del sitio.

Por ejemplo, en el caso de los **Sistemas de calentamiento de agua sanitaria para una vivienda:**

La energía solar es transmitida por el colector a un fluido que circula en su seno. La energía está almacenada a continuación en un tanque de almacenamiento adaptado. Este fluido puede ser el agua sanitaria en las regiones donde no hay riesgo de congelación. En las regiones del mundo donde existe un riesgo de congelación, el sistema será indirecto y el fluido será un fluido termoportador con anticongelante que circulará en un intercambiador para transmitir el calor al agua almacenada.

El fluido puede circular por convección natural (sistemas termosifones – estanque más arriba de los colectores) o por medio de una bomba (circulación forzada).

En regiones donde hay riesgo de congelación, se favorecerá un sistema de circulación forzada, ya que colocar el tanque más arriba de los colectores a menudo no se puede realizar fácilmente (el estanque no se debe exponer a temperaturas exteriores bajas).

Un sistema auxiliar de calentamiento de agua puede completar la contribución solar o no según la temperatura de consigna deseada y la radiación solar disponible.

Se puede conectar la instalación solar al calefón existente sin problema, independiente de la fuente de energía que utilice, gas, electricidad u otra.

Otra solución consiste en la presencia de una resistencia eléctrica o de un intercambiador conectado a una caldera en la parte superior del tanque de almacenamiento.

En Chile, en las zonas donde no existe un riesgo de congelamiento, la tecnología menos costosa y más apta para producir agua caliente sanitaria en una vivienda es el sistema termosifón directo (no incluye intercambiador ni bomba de circulación).

En zonas donde hay riesgo de congelación, se empleará el sistema termosifón indirecto (con intercambiador).

En las zonas donde las temperaturas exteriores son bajas durante el invierno o en el caso en que no se puede colocar el tanque de almacenamiento más arriba del colector, se instalará un sistema con circulación forzada.

Esquemas de los distintos tipos de sistemas de calentamiento de agua para viviendas (sin sistema auxiliar)

1. Sistema de calentamiento de agua « termosifón » directo: circulación del agua en los colectores por efecto de convección natural

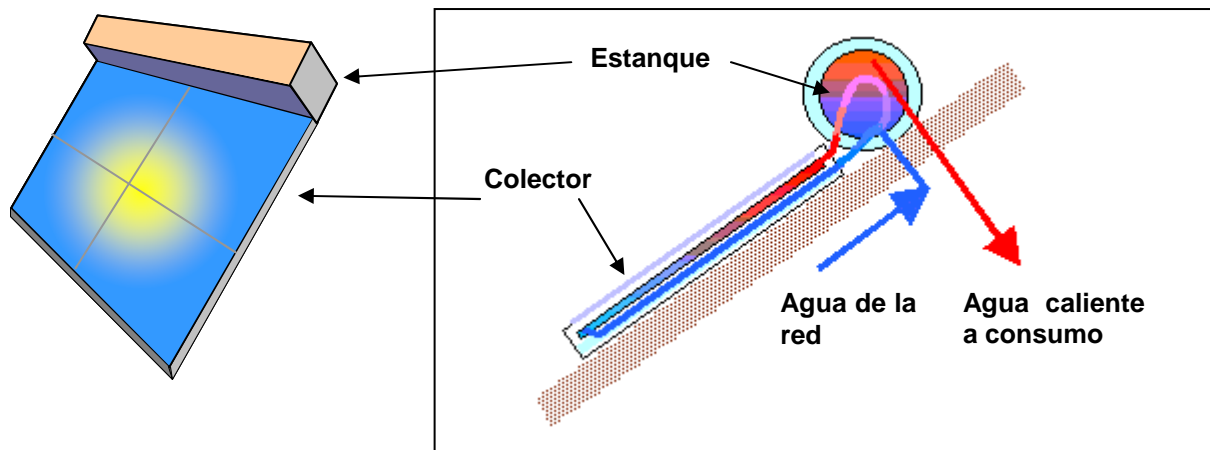
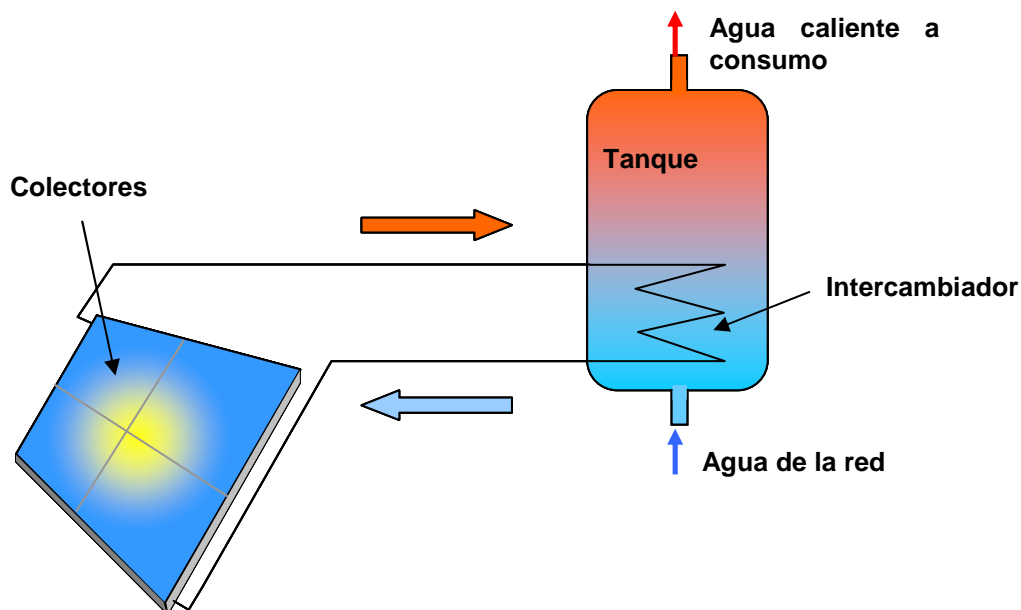
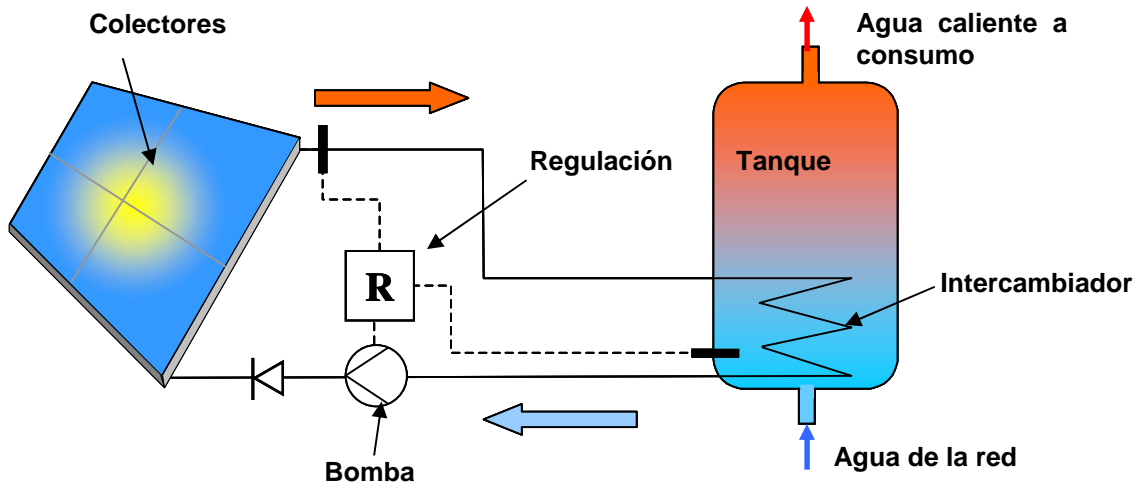


Figura n°7 Vista de un equipo completo / Vista « de corte » de un equipo

2. Sistema de calentamiento de agua « termosifón » indirecto: circulación de un líquido caloportador en los colectores por efecto de convección natural y transmisión al agua en el estanco por intermedio de un intercambiador



3. Sistema de calentamiento de agua indirecto a circulación forzada: circulación forzada (vía una bomba) de un líquido caloportador en los colectores



El funcionamiento de la bomba está controlado por una unidad de control llamada « regulación » que registra las temperaturas a la salida de los colectores y en la parte más fría del tanque de almacenamiento y las compara para activar o parar la bomba.

EL MERCADO SOLAR TERMICO ACTUAL

I - LA DEMANDA SOLAR TÉRMICA ACTUAL

I-1 - FUENTES ENERGÉTICAS ACTUALMENTE UTILIZADAS PARA LA PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA EN CHILE

Actualmente, el calentamiento de agua para uso doméstico en Chile se lleva a cabo mediante uso de gas natural y/o licuado, petróleo, leña o electricidad, dependiendo de cada región o bien según se trate de localidades urbanas o rurales.

En el sector residencial colectivo y el sector turístico, la producción de agua caliente sanitaria está principalmente asegurada por el uso de gas natural y gas licuado.

Según el Censo de Población y Vivienda realizado en abril del 2002 en Chile, sólo 57% de los hogares chilenos poseen un medio de producción de agua caliente sanitaria. En efecto, el Censo señala la existencia de 2.380.771 calefones para un total de 4.141.427 viviendas. Esta información no está desagregada según la fuente de energía utilizada.

La CNE propone considerar que 10% de esta cifra corresponde a “termos eléctricos de uso domiciliario”, lo que representaría del orden de 238.077 unidades a nivel nacional. Se considera que el resto son en su mayoría calentadores que funcionan con gas.

I-2 - INSTALACIONES SOLARES TÉRMICAS EXISTENTES

El número de instalaciones existentes funcionando o la superficie de colectores instalados no son conocidos ya que no existe un catastro de las instalaciones instaladas. Lo anterior es difícil de estimar debido a que algunas de las empresas que instalaron los colectores ya no existen y otras no poseen un registro de lo instalado o prefieren no comunicarlo.

En diciembre 2005, la Asociación Nacional de Energía Solar evaluó la superficie de colectores instalados a aproximadamente 6.000m², lo que parece bastante bajo.

En efecto, de los datos recopilados vía la encuesta, sabemos que en los últimos 3 años (de 2003 a 2005) se vendieron cerca de 3100 m² de colectores planos y tubos de vacío y 3600 m² de colectores simples sin cubierta de vidrio. Estos valores representan solamente una parte de las empresas existentes (aquellas que respondieron la encuesta).

Como referencia, podemos mencionar que 180.000 m² de captadores fueron instalados en 2005 en Francia.

Las instalaciones solares existentes son principalmente sistemas para el calentamiento de agua y de piscinas en el sector residencial. También existen instalaciones colectivas para el calentamiento de agua (sector residencial y sector terciario) y unas escasas instalaciones para la calefacción de viviendas.

El Censo 2002 permitió contabilizar 22 viviendas con horno solar de las cuales 17 se ubicaban en el área Urbana.

I-3 - CARACTERIZACIÓN DE LA DEMANDA SOLAR TÉRMICA ACTUAL

El tamaño del mercado solar térmico en el año 2005 no se conoce en forma precisa. Sin embargo, se puede estimar a partir de los resultados de la encuesta (11 empresas comunicaron sus ventas anuales) en aproximadamente 2500m² de colectores planos y tubos de vacío y del orden de 1500m² de colectores sin cubierta de vidrio.

El mercado actual consiste esencialmente en aplicaciones de calentamiento de agua y piscinas en el sector residencial.

A continuación, se describe las características socioeconómicas y geográficas de los clientes tales como las describieron las empresas que participaron en la encuesta.

Todas las empresas coincidieron que sus clientes son de ingreso alto o medio-alto.

En el 70% de los casos, sus clientes están ubicados entre Santiago y el norte de Chile, el resto en el Sur de Chile. Sólo el 25% de sus clientes pertenecen a zonas rurales.

Todas las empresas que respondieron indicaron que el motivo principal de sus clientes para adquirir equipos solares térmicos es por ahorro. Además se mencionaron: confiabilidad en el sistema, marketing para hoteles, medioambiente, prorroga del uso de la piscina.

II - LA OFERTA SOLAR TÉRMICA ACTUAL

II-1 - EMPRESAS CON ACTIVIDAD EN EL CAMPO DE LA ENERGÍA SOLAR TÉRMICA EN CHILE

Para la realización de la encuesta, se contactó 19 empresas fabricantes y distribuidores de colectores solares térmicos. A continuación se presenta la lista de las empresas consultadas:

Empresa	Ubicación	Email y/o Pagina Web	Marca (procedencia) colectores
Arkente S.A	Santiago	www.arkente.cl	Fabrica los colectores
Autoflame	Santiago	rvoigt@autoflame.cl	No comunicado
Avalck	Santiago	avalck@valck.cl	No comunicado
Cierchile	Santiago	info@cierchile.cl / www.cierchile.cl	No comunicado
Codifer	Quilpué	codifer@codifer.cl / www.heliotek.cl / www.codifer.cl	Heliotek (Brasil)
Comercial Huanacu LTDA.	Santiago	www.eig.cl	Marca no comunicada (China)
Covasolar	Antofagasta	chile@covasolar.cl / www.covasolar.cl	Chromagen (Israel) / Heliodyne (USA)
Eminsol	Antofagasta	ntapia@ucn.cl	Chromagen (Israel)
Energygroup	Santiago	www.energygroup.cl	Sunplus (China)
Ingesol	Viña del Mar	www.ingesolltda.cl	Fabrica los colectores
Macosolar	Santiago	info@macosolar.cl / www.macosolar.cl	Heliotek (Brasil)
Mekis-Arnolds	Santiago	ventas@mekis-arnolds.cl / www.mekis-arnolds.cl	Solahart (Australia)
Mirosolar	Santiago	mirosolar@mirosolar.cl / www.mirosolar.cl	Heliocol (Israel)
Rehau S.A	Santiago	www.rehau.cl	Rehau (Alemania)
Solahart Chile	Antofagasta		Solahart (Australia)
Solar 3	Santiago	Jcfsolar3@hotmail.com	Fabrica los colectores
Solarco	Santiago	www.solarco.cl	Fabrica los colectores
Termoservic	Santiago	termoservic@hotmail.com / www.termoservic.cl	Fabrica los colectores
Viosol	Santiago	info@viosol.cl / www.viosol.cl	Audsun (China)

Tabla n° 1 Lista de las empresas proveedoras de colectores solares térmicos en Chile consultadas en el marco de la encuesta

A esta lista se puede añadir las siguientes empresas que no fueron contactadas por el encuestador ya que no fueron detectadas a tiempo:

Empresa	Ubicación	Email y/o Pagina Web	Marca (procedencia) colectores
Euro Solar	Cartagena	www.euro-solar.cl	Helioakmi – Megasun (Grecia)
Isener	Santiago	www.isener.com	Chromagen (Israel)
SK Ecología S.A.	Santiago	www.ske.cl	Isofotón (España)
Soltec	Valparaíso	www.soltec-ltda.cl	No conocido

Tabla n°2 Lista de otras empresas proveedoras de colectores solares térmicos en Chile

Hasta ahora, no hemos identificado otro proveedor de colectores solares térmicos.

Sin embargo, es un sector que conoce actualmente una fuerte dinámica que implica un ritmo elevado de creaciones y desapariciones de empresas o de actividades (cuando la energía solar térmica no constituye la actividad principal de la empresa) y por lo tanto, no podemos afirmar que las listas sean exhaustivas.

No hemos identificado consultoras o instaladores especializados en el campo de la energía solar térmica.

Nota: Hay que distinguir las empresas del sector solar térmico de las del sector solar fotovoltaico que a menudo se confunden en un mismo grupo, el del sector solar. Este capítulo concierne únicamente las empresas del sector solar térmico.

Los porcentajes mencionados a continuación corresponden al total de las empresas que respondieron a la pregunta y no al total de las empresas consultadas.

Características de las empresas:

Se puede observar que de las 19 empresas estudiadas, 14 son de Santiago y sólo 5 son de regiones, en donde las 5 empresas de regiones se encuentran ubicadas en el norte del país. Por otro lado, de las empresas presentes en el mercado de los colectores solares en Santiago, el 58% comercializa sólo equipos solares térmicos, resultando interesante ya que en la mayoría de los casos restantes (empresas que realizan otras actividades), la importancia de los equipos solares en el negocio es alta. Además, hay que destacar que 4 empresas de las 5 presentes en el rubro en regiones, comercializan sólo equipos solares térmicos.

Dentro de las otras actividades desarrolladas por las otras empresas, las que más se repitieron son la venta de artículos y servicios relacionados con obras sanitarias ambientales, bombas de agua y filtros, entre otros.

Los medios de distribución:

El 80% de las empresas que comercializan equipos solares térmicos (fabricantes e importadores) realizan directamente la venta y la instalación al cliente.

Hay que destacar que si bien una gran cantidad de empresas instala, esto no significa que no puedan subcontratar la instalación. De hecho, la mitad de las empresas que instala manifestó que subcontrata la instalación para algunos casos específicos.

A priori, no existen instaladores independientes de los proveedores que se dediquen exclusivamente a instalar estos equipos.

Servicios de post-venta:

Según los entrevistados en el pasado se produjeron fallas de los equipos y un mal servicio de post venta lo que implicó el desprestigio de la energía solar térmica. En este momento, se está corrigiendo esa falencia y asumiendo la necesidad de otorgar este servicio.

En lo que respecta a las garantías, prácticamente todas las empresas que llevan más de un año en el rubro, brindan una garantía de los materiales del equipo de entre 1 a 10 años (promedio de 5 años), período dentro del cual muchas realizan mantención 1 vez al año durante 3 ó 5 años.

Las empresas nuevas en el rubro aún no tienen clara la situación en este ámbito, y comentaron que están en espera de una norma para la regulación de este tema.

No existe garantía de resultados, es decir que el instalador o fabricante de colectores certifique el porcentaje de combustible (o electricidad) ahorrado por el equipo solar.

Asociación Chilena de Energía Solar (ACESOL)

Fue creada en el mes de Julio del 2006, encontrándose actualmente en fase de constitución y probablemente se integrará con la Asociación Nacional Energía Solar que existía previamente.

En su nota de presentación postula como objetivo: Integrar a todos los actores del mercado de la energía solar en una agrupación líder, proactiva, sin fines de lucro, de carácter nacional que los represente plenamente, con el propósito de fomentar y dirigir las actividades del sector solar en forma

articulada con todas las entidades gubernamentales y no gubernamentales nacionales e internacionales, comprometiéndose con la protección del medio ambiente y la generación de energía limpia.

Asimismo postula:

- Facilitar a nuestros asociados la certificación de sus productos.
- Impulsar la elaboración de manuales de buenas prácticas para el diseño e instalación de los sistemas.
- Incentivar a los organismos competentes para que realicen cursos de perfeccionamiento a los profesionales que se desempeñan en esta área.
- Impulsar a nivel nacional las exigencias que deben ser cumplidas por los productos que son utilizados en esta área con niveles de calidad internacionales.
- Fomentar en todos los niveles las ventajas del empleo de la energía solar como solución al problema energético del mundo actual.
- Sensibilizar al gobierno de turno, acerca de la necesidad de incentivos, subsidios con el objeto de masificar el empleo de la energía solar como beneficio real para nuestro país.

II-2 - VOLUMENES Y TIPOS DE EQUIPAMIENTOS COMERCIALIZADOS

Dentro de las empresas consultadas, casi todas instalan equipos para la producción de ACS individual, la producción de ACS colectiva y el calentamiento de piscinas, pero prácticamente no se encontraron casos de instalación para calefacción. Sólo la empresa Covasolar (Antofagasta) realiza este tipo de servicio.

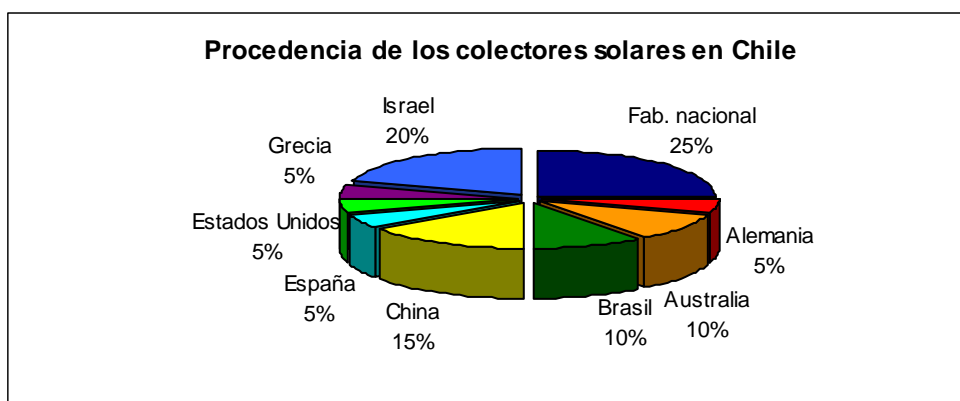


Gráfico n°2 Procedencia de los colectores solares en Chile (Fuente: elaboración propia)

Al analizar la procedencia de los colectores solares (considerando todas las empresas identificadas), se puede observar en el Gráfico n° 2 que casi el 25 % de las empresas chilenas fabrican sus propios colectores, mientras el resto importa los equipos, principalmente desde Israel, Australia, Brasil y China pero también desde los Estados Unidos, España, Grecia y Alemania.

75% de los proveedores de colectores solares chilenos comercializan colectores planos.

Productores chilenos

Se identificaron 5 empresas que fabrican colectores solares: Arkente S.A., Ingesol, Solar3, Solarco y Térmoservic. Todas están ubicadas en Santiago salvo Ingesol basada en Viña del Mar.

Los productores chilenos fabrican casi exclusivamente colectores planos (Ingesol desarrolló también un colector con tanque integrado).

En el gráfico n°2, se presenta los volúmenes de venta comunicados por 4 de los 5 fabricantes de colectores solares.

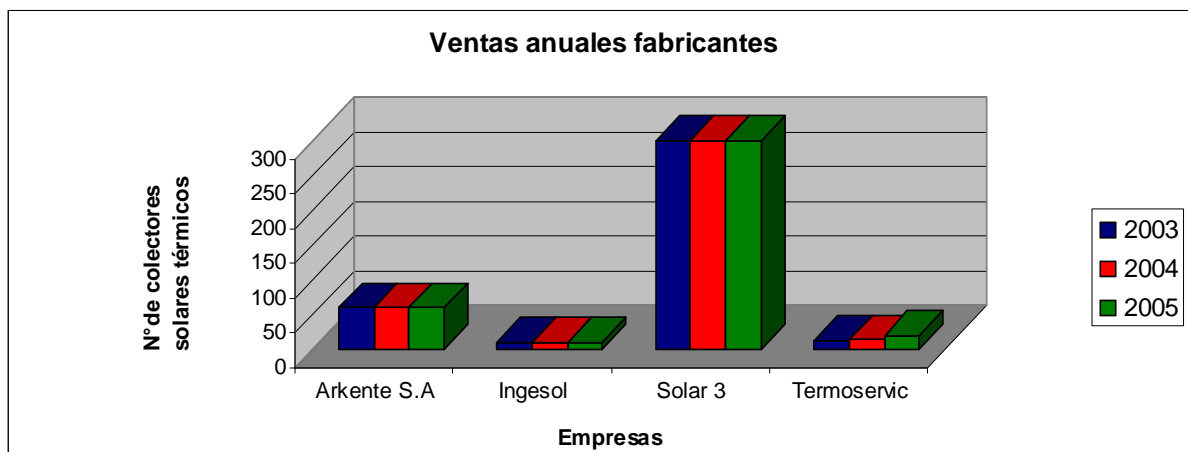


Gráfico n° 3 Volúmenes de venta de colectores solares de los fabricantes chilenos (Fuente: elaboración propia)

Los volúmenes producidos varían entre 5 colectores (Ingesol) y 300 (Solar3) y son muy estables en el tiempo según los datos comunicados por las empresas consultadas.

Importadores

El 60% de los importadores de colectores solares chilenos comercializan colectores planos. 3 empresas proponen colectores tubulares (Cierchile, Energygroup, Viosol). La empresa Miosolar vende únicamente colectores simples sin cubierta de vidrio.

Algunas empresas (p.e. Macosolar, Codifer) proponen colectores planos para la producción de ACS así como colectores simples sin cubierta de vidrio para el calentamiento de piscinas.

En el Gráfico n° 4, se puede observar las ventas anuales comunicadas por las empresas que importan equipos solares.

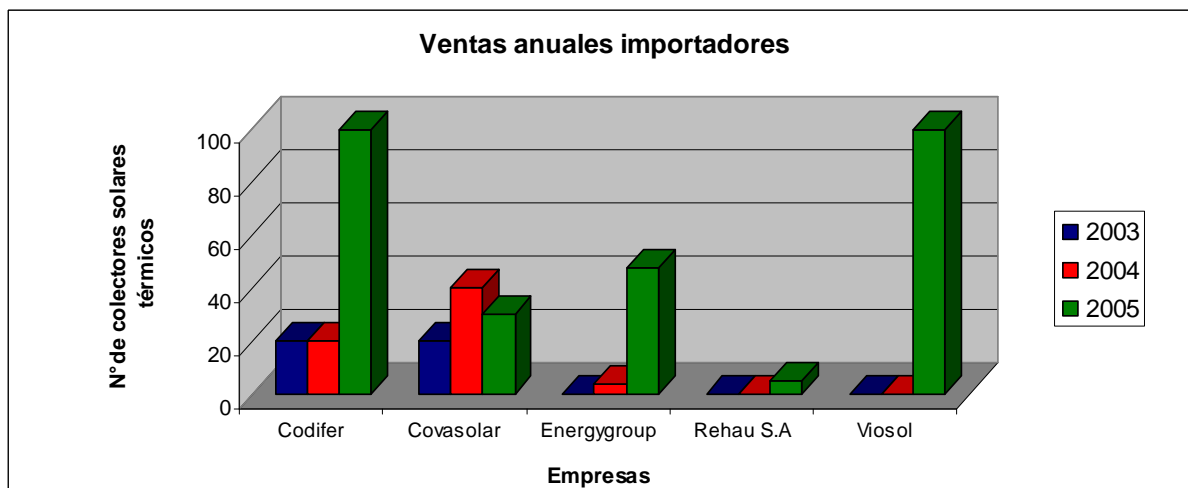


Gráfico n° 4 Volúmenes de venta de los importadores de colectores solares chilenos (Fuente: elaboración propia)

Para la obtención del Gráfico n° 4, no se tomó en cuenta a la empresa Miosolar porque no presenta variaciones en sus ventas en los últimos 3 años (1300 m² de colectores simples sin cubierta al año) y sus ventas muy altas no permitían tener una escala adecuada para observar la evolución de las demás.

Al analizar las ventas de los últimos tres años de los importadores se puede observar que hay varias empresas que por estar recién entrando al negocio de los colectores solares, no poseen registros de ventas en años anteriores.

Junto con esto se puede señalar que la tendencia es al alza en las ventas, con lo cual, como se aprecia en la Gráfico n° 4, las ventas de colectores del año 2005 son prácticamente siempre superiores a los años anteriores.

Más abajo se expone fotos extraídas de sitios Internet de algunas empresas:



Equipo termosifón e instalación solar con circulación forzada - colectores tubulares (materiales importados Sunplus) (Fuente: www.energygroup.cl)



Instalaciones solares con colectores planos (sistema colectivo e individual) (Fuente: www.macosolar.cl)



Colectores simples sin cubierta para el calentamiento de una piscina de vivienda y colectores planos con estanque de almacenamiento para el calentamiento de agua sanitaria (materiales importados Solahart) (Fuente: www.mekis-arnolds.cl)



Sistemas de calentamiento de piscinas de vivienda (colectores simples a la derecha y colectores planos a la izquierda) (Fuente: www.ingesolltda.cl)



Instalación con colectores planos para el calentamiento de agua de una vivienda (Fuente: www.ingesolltda.cl)



Instalaciones colectivas con colectores planos (Fuente: www.covasolar.cl)

II-3 - PRECIOS DE LOS EQUIPOS⁽³⁾

El precio de una instalación solar, individual o colectiva (de pequeño tamaño), incluyendo tanque de almacenamiento y colectores planos oscila entre \$300.000 y \$500.000 por m², IVA y mano de obra incluidos, lo que representa entre 480 y 800 €/m².

En Francia, este mismo costo oscila entre 700 y 1200 €/m². Los precios en Chile son inferiores a Europa porque las instalaciones pueden ser más simples y la mano de obra menos costosa. Estos serán aún más bajos cuando el mercado se desarrolle.

En la Región metropolitana, una vivienda ocupada por una familia de 5 o 6 personas necesita un sistema de 4 m² de colectores planos y un tanque de 200 o 300 litros. El costo total de la instalación incluyendo mano de obra e IVA alcanzaría los \$1.500.000 – \$2.000.000.

En Chile, un calentador de agua termo eléctrico de 250 litros cuesta alrededor de \$280.000 y un calentador de agua usando gas natural de capacidad de producción de 10 litros/min cuesta alrededor de \$100.000.

El kWh eléctrico cuesta entre \$80 y \$90 y el kWh gas natural entre \$40 y \$50.

II-4 - BARRERAS AL DESARROLLO DEL MERCADO IDENTIFICADAS POR LAS EMPRESAS

Dentro de las principales barreras de entrada para los colectores, las empresas identificaron en un 60% la alta inversión inicial de un sistema solar térmico y la falta de incentivos por parte del estado.

El resto de los casos se dividió entre el desconocimiento y la desconfianza de los potenciales clientes respecto a una tecnología que sufre de las malas experiencias del pasado.

⁽³⁾ \$=peso chileno

III - HISTÓRICO DEL MERCADO Y CONCLUSIONES

La energía solar térmica conoció en los años 80 un primer « boom » a través del mundo, consecuencia de la crisis del petróleo de los años 70.

En Chile, al final de los años 70 y a principios de los años 80, varias empresas se crearon o diversificaron sus actividades en el campo de la energía solar térmica.

Desgraciadamente, la falta de fiabilidad de ciertas tecnologías artesanales, la falta de profesionalismo de algunas empresas y la falta de mantenimiento de los equipamientos llevaron a una serie de contra-referencias que penalizaron enormemente la imagen de la energía solar térmica.

La mayoría de estas empresas fueron obligadas a cerrar o a abandonar esta nueva actividad. Se pueden citar por ejemplo las empresas Madeco o Indugas. En los años 90, el mercado solar térmico no evolucionó mucho.

Desde hace algunos años, nuevas empresas proponen equipamientos solares térmicos importados o fabricados. En efecto, la tecnología es ahora mucha más fiable y ha sido probada, representando en Chile un mercado potencial importante.

El mercado de los colectores solares se ha logrado diversificar y ampliar, pero sigue siendo limitado.

La baja demanda de colectores solares actual se puede explicar por:

- El desconocimiento de la tecnología por falta de ejemplos de instalaciones funcionando o campañas de sensibilización a la energía solar térmica.
- La inexistencia de medidas para combatir la desconfianza en la tecnología, como la obligación de respetar normas existentes, la acreditación de los instaladores, un etiquetado de los colectores, etc ;
- La alta inversión inicial que representa un equipo solar térmico respecto a un calentador tradicional con gas o electricidad: no existen subsidios a la inversión en instalaciones solares térmicas, financiamiento para preinversión o préstamos flexibles para adquisición.

La elaboración de un programa nacional de fomento al uso de colectores solares térmicos, en curso de estudio, permitiría superar estos frenos al desarrollo del mercado solar térmico.

La situación energética chilena, el crecimiento de los costos de las energías convencionales así como la toma de consciencia medioambiental de los chilenos pueden apoyar un crecimiento futuro del mercado.

DEMANDA POTENCIAL DE COLECTORES SOLARES TERMICOS EN CHILE

El presente capítulo pretende mostrar una visión global de los potenciales de demanda de los colectores solares en Chile. Específicamente para el calentamiento de agua tanto para procesos industriales como para el consumo de viviendas particulares y en centros de atención al público.

Los resultados de este capítulo servirán de bases a la definición de los posibles impactos así como los objetivos del Plan Nacional de Fomento al Uso de Colectores Solares. Según las acciones que lo compondrán, se establecerán las tasas de penetración del mercado solar térmico que se pretende alcanzar en cada sector considerado.

Nota relativa a las hipótesis utilizadas a continuación

1. Estimación de los consumos de ACS

Los cálculos de consumos de ACS de los sectores estudiados se basan en hipótesis detalladas en los capítulos correspondientes y procedentes de fuentes presentadas en el Anexo 5.

2. Evaluación del potencial de demanda máxima de colectores solares

Para evaluar el potencial de demanda de colectores solares se han utilizado las siguientes hipótesis:

- En las regiones V a VIII y la R.M., cada 60 litros diarios de consumo de agua caliente a 60°C corresponde a un potencial de instalación de 1 metro cuadrado de un colector solar plano
- En las regiones I a IV, cada 75 litros diarios de consumo de agua caliente a 60°C corresponde a un potencial de instalación de 1 metro cuadrado de un colector solar plano

Estos valores permiten evaluar la **demanda potencial máxima de colectores solares**, ya que no se podrán instalar colectores en todos los edificios considerados, sea por razones económicas, técnicas u otras.

Se fundamentan estas hipótesis y se explican los cálculos de consumos de agua caliente y de demanda potencial máxima de colectores solares para cada sector en el Anexo 5.

I - ZONA DE ESTUDIO

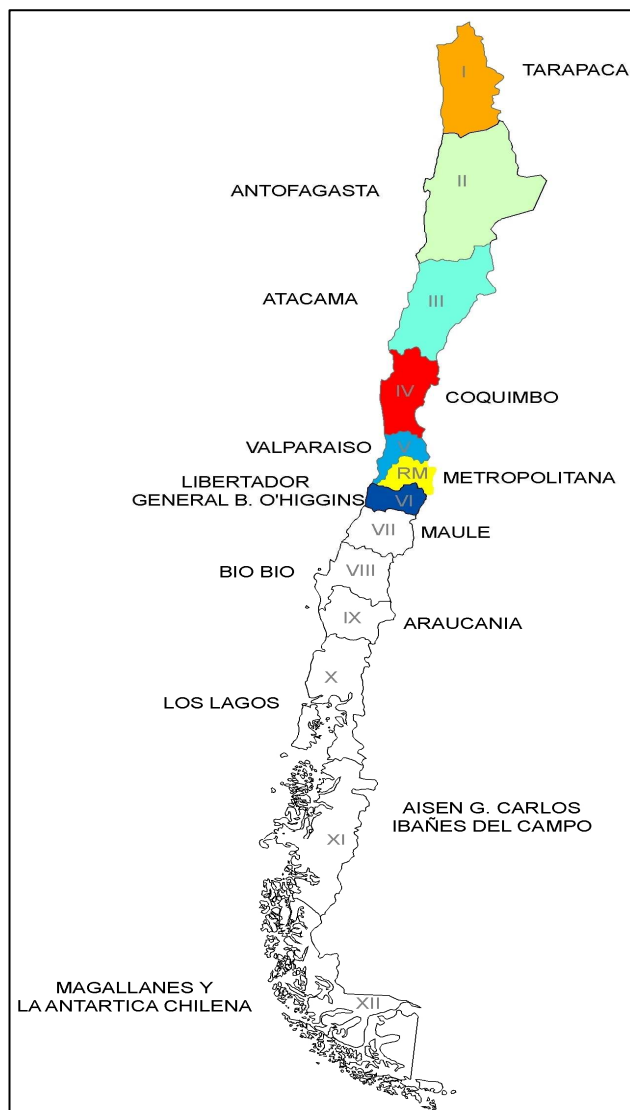
En el Norte de Chile, existe un gran potencial energético de la radiación solar ya que cuenta con uno de las más altos índices a nivel mundial, presentando condiciones extraordinariamente favorables para su utilización. Los índices de radiación muestran que desde la I a la IV Región existe una radiación entre 4200 - 4800 kcal/m².día, entre la V y la VIII se encuentra cercano a las 3400 kcal/m².día y en el resto del país bajo las 3000 kcal/m².día (ver tabla de radiación solar).

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

³ Tabla n° 3 Radiación Solar Diaria Total Horizontal Promedio Anual para las Regiones de Chile (Fuente: Energía Solar, aplicaciones e Ingeniería – Ing. Pedro Sarmiento M.)

La zona de estudio comprende desde la I a la VI Región incluyendo a la Metropolitana, como se muestra en la figura. En estas Regiones se considera el potencial consumo de agua caliente en distintos ámbitos. Las regiones se pueden agrupar en tres grandes áreas principales:

- **Norte Grande:** zona principalmente árida, donde se puede encontrar el desierto más seco del mundo, Desierto de Atacama. Compuesto por valles, oasis, salares y quebradas. Concentra al centro minero de Chile en producciones de cobre, oro, plata y salitre alrededor de la zona de Antofagasta, Arica e Iquique. Los centros urbanos se localizan, en su mayoría, cerca del borde costero constituyendo puertos y balnearios.
- **Norte Chico:** aquí se encuentra la continuación del Desierto de Atacama, donde se puede observar el fenómeno del Desierto Florido, un espectáculo multicolor del norte de Chile. Gracias a sus cielos despejados, durante casi todo el año, se han instalado importantes observatorios astronómicos. Además, se ubica el Valle del Elqui y las ciudades de Copiapó y La Serena.
- **Zona Central:** en esta zona se concentra la mayor parte de la actividad nacional, comercio, servicios e industria. En la costa se ubica Valparaíso, principal puerto de Chile y patrimonio de la humanidad. Además, se localizan varios balnearios de gran afluencia turística, destacándose Viña del Mar donde cada año se realiza el Festival Internacional de la Canción. Se destaca la zona por la presencia de abundante vegetación típica de un clima mediterráneo.



Zona de estudio

Extensión de la zona de estudio para el sector residencial

Para determinar el potencial de demanda de colectores solares del sector residencial, se amplía la zona de estudio propuesta a las regiones VII y VIII. En efecto, el sector residencial es el sector con el mayor potencial para el mercado solar térmico (muy superior a los otros sectores) y considerar estas regiones que presentan una radiación solar que sigue siendo importante (entre 3400 y 3700 kcal/m².día) y un número de habitantes no despreciable permitirá evaluar este potencial con más representatividad.

II - SECTORES ESTUDIADOS

Para caracterizar la demanda potencial solar térmica se han considerado como ámbitos de estudio, al turismo, establecimientos de salud pública y privada, el parque de viviendas existentes como el de viviendas nuevas, y a la industria de la minería y agroalimentaria.

Estas categorías de estudio han sido analizadas por medio de estadísticas de consumo, con la finalidad de realizar una descripción de éstas, una estimación final del consumo de agua y la demanda potencial máxima de colectores correspondiente.

II-1 - TURISMO

II-1.a - Introducción

El Turismo, es un gran consumidor de servicios tanto básicos como no básicos. Su caracterización es de interés, ya que dentro de los servicios básicos ofrecidos para los turistas se encuentra el consumo de agua caliente, ya sea para cocina o servicios higiénicos, específicamente duchas.

En este capítulo se considera, en primera instancia, a los servicios de hospedaje establecidos y en segunda, a los servicios de hospedaje ofrecidos por Parques y Reservas Nacionales pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE).

Para el estudio se consideraron como variables descriptivas la cantidad de pasajeros que se reciben en las hospederías, la capacidad de camas ofrecidas y la tasa de ocupabilidad de camas, generadas en el año 2004. Éstas permitirán una cuantificación de los posibles usuarios de colectores solares y en un estudio futuro será la base para una investigación más acabada de este potencial sector consumidor.

II-1.b - Estadísticas de los Establecimientos.

Disponibilidad de camas

En la zona de estudio existe una gran disponibilidad de camas dentro de los servicios de hospedería. En total, se dispone de 104.240 camas en las que se incluye Hoteles, Hospederías Familiares, Moteles, Residenciales, Campings, entre otros (glosario presentado en Anexo 6).

Si se consideran los días de servicio de los establecimientos, se puede decir, que el número de camas-días ofrecido es de 14.410.646 en toda el área estudiada.

En la siguiente figura, se observa la disponibilidad de camas según Región, incluyendo a todos los establecimientos de alojamiento.

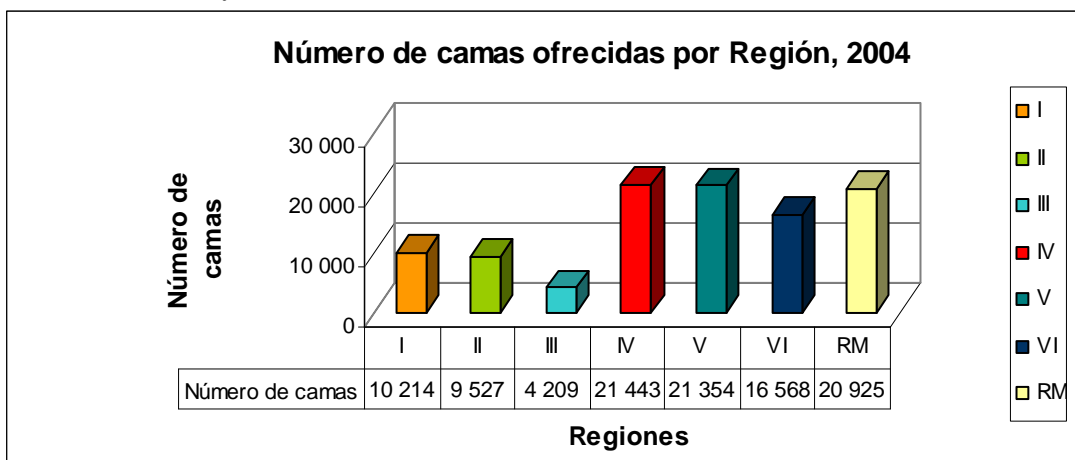


Gráfico n°5 Número de camas según Región (Fuente: Elaboración Propia)

En el Gráfico n° 5, se observa que las Regiones IV, V, VI y Metropolitana concentran el mayor número de camas ofrecidas, con un 77% del total de la zona estudiada.

La disponibilidad de camas, se distribuye en distintas categorías según la clasificación del Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR) de Chile (glosario presentado en Anexo 6), de acuerdo a dichas categorías, la disponibilidad de camas se distribuye de la siguiente forma:

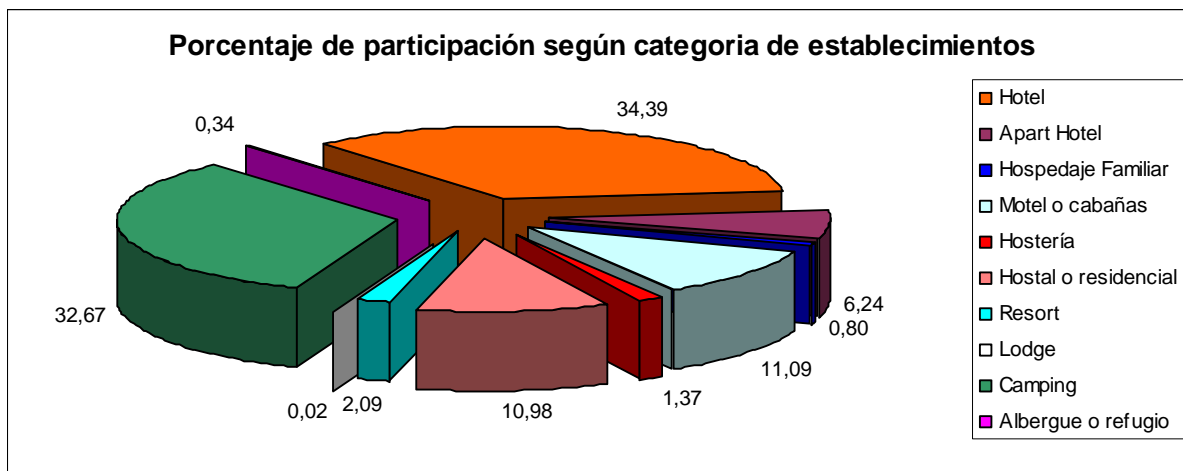


Gráfico n°6 Porcentaje de Participación según Categoría de Establecimiento. (Fuente: SERNATUR, Chile 2004)

Del total de las Regiones se puede inferir, según el Gráfico n° 6, que la mayor participación en la distribución de camas corresponde a Hoteles, seguido por Campings, contemplando el 67% del total de camas. Otra importante participación la presentan Moteles y Hostales con un 22%. El 11% restante se distribuye entre Apart Hotel, Hospedaje Familiar, Hosterías, Lodge y Albergues.

En el siguiente gráfico se puede observar la distribución de las categorías según Región, y por la cantidad de camas disponibles.

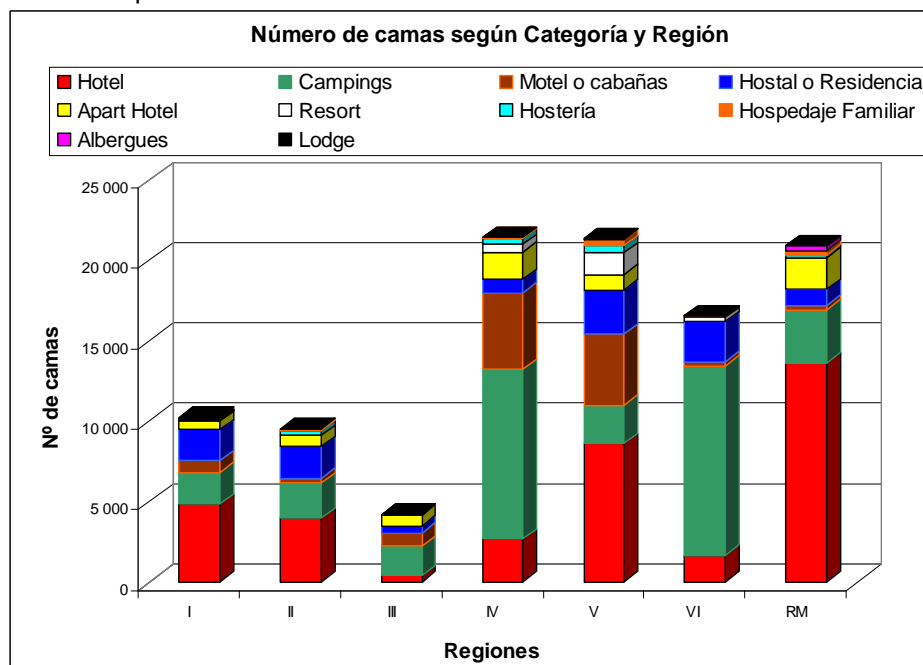


Gráfico n°7 Número de Camas (Fuente: SERNATUR, Chile 2004)

En consecuencia, es importante considerar, que la mayor disponibilidad de camas se encuentra en la IV Región con un notable dominio de los campings a diferencia de la R.M. que se encuentra dominado por la disponibilidad de camas en Hoteles. En el resto de las Regiones se observa un porcentaje similar de Campings, Moteles, Hoteles, Apart Hotel y Residenciales y Hostales.

Los de menor participación son aquellos servicios de hospedaje como Lodge, Hospedaje Familiar, Hosterías, Albergues y Resor.

Llegada de pasajeros.

Durante el año 2004 se recibió un total de 2.077.640 pasajeros en los establecimientos de alojamientos desde la I a la VI Región, incluyendo a la Metropolitana. De la estacionalidad de las llegadas (demanda), se observa que sobre un tercio de éstas (33,6%) se produce durante el primer trimestre del año y un 28,0% en el último, en tanto que la menor demanda ocurre durante el período abril-junio. El detalle de esta cifra se puede observar en el Gráfico n°8.

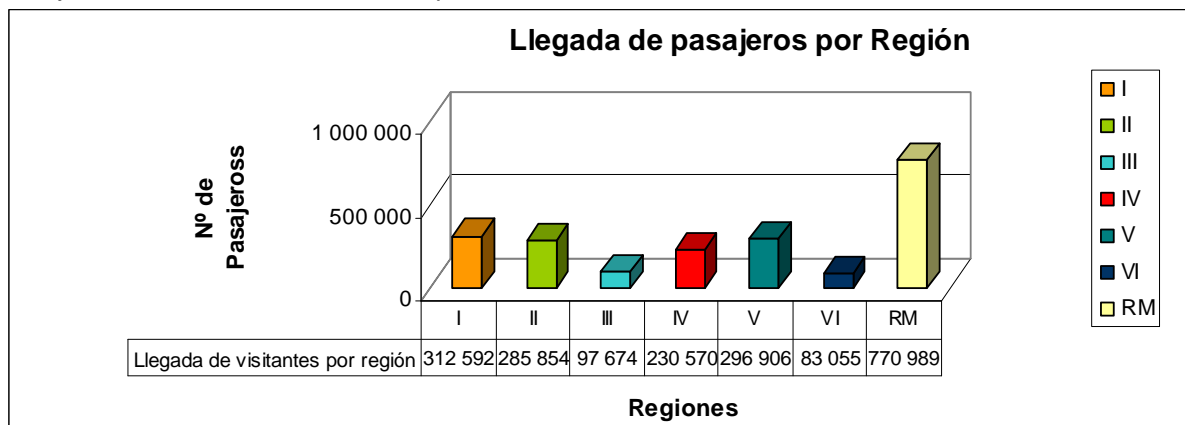


Gráfico n°8 Llegada de pasajeros según Región (Fuente: SERNATUR, Chile 2004)

En la figura anterior, la Región Metropolitana (R.M.) tiene un marcado dominio de la recepción de pasajeros, con un 37% del total de visitas, seguida por la I Región con 15,05% y la V con 14,29%. Esto se puede deber principalmente a que en la R.M. se encuentra el principal Aeropuerto, que obliga a pernoctar antes de dirigirse a cualquier punto del País. La I Región al ser limítrofe con Perú recibe gran cantidad de turistas provenientes de ese país y en la V Región, donde se ubica el principal puerto de Chile, donde se reciben grandes barcos comerciales y cruceros, además de ser conocida mundialmente como Patrimonio de la Humanidad.

La menor llegada de pasajeros se concentra en la VI Región con una participación de un 4% sobre el total, y en la III Región con un 4,7%. Esto se puede deber a la falta de promoción turística.

Finalmente, la II Región participa con 13,7% y la IV con 11,1%, la que sin ser de las Regiones preferidas por los turistas, concentra una alta afluencia de visitantes.

Por lo anterior, se puede inferir que las Regiones con mayor demanda potencial de colectores solares se encuentran la R.M., I, V, II y IV, dado por el número de pasajeros que llega a los establecimientos de hospedaje.

Tasa de Ocupabilidad de camas.

Esta variable permite vislumbrar la tendencia de ocupación de las camas ofrecidas, en la zona de estudio, por los pasajeros. La Tasa de Ocupabilidad se obtiene de la suma de noches que se ocuparon las camas en relación a las camas-día ofrecidas (N° de camas * N° de días de funcionamiento al mes). En la siguiente figura, se puede observar la Tasa de Ocupabilidad de cada una de las regiones.

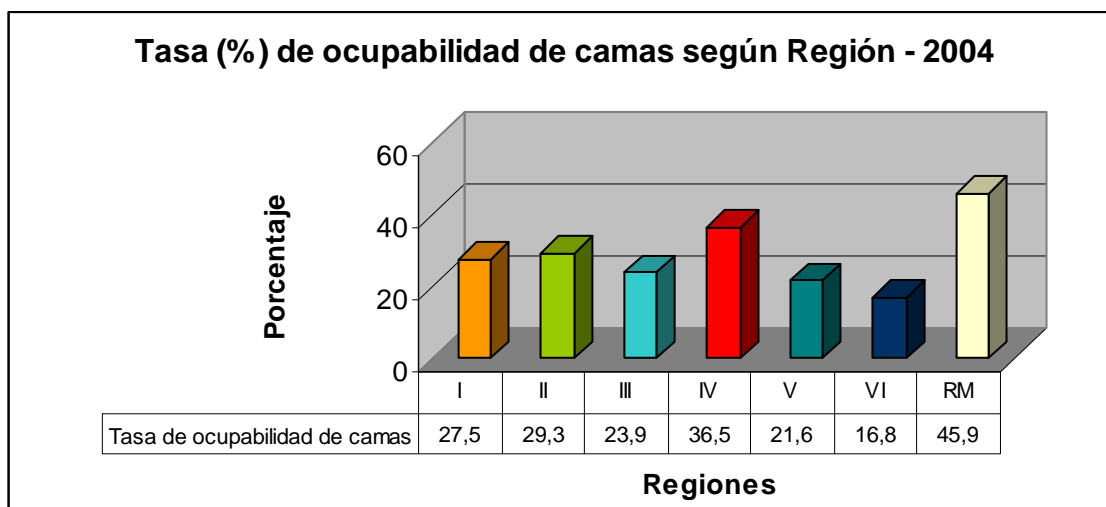


Gráfico n°9 Tasa de Ocupabilidad de camas (Fuente: SERNATUR, Chile 2004)

En general, la Tasa de Ocupabilidad es muy baja en relación a la capacidad ofrecida de camas. Se puede observar, que la mayor Tasa de Ocupabilidad la posee la R.M. con cerca de un 45,9% y la de menor tasa se presenta en la VI Región con un 16,8%. Para el resto de las regiones, se presenta relativamente homogénea con un promedio de 27,6%.

Esto indica que los pasajeros analizados en el punto 1.2.2 del presente capítulo, pernoctan mayor cantidad de días en la R.M. y en la IV Región que en el resto de las regiones.

II-1.c - Estadísticas de parques y reservas nacionales

El Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) se encuentra a cargo de la Corporación Nacional Forestal, e incluye todas las áreas silvestres existentes en el país. Actualmente, Chile cuenta con 95 unidades, distribuidas en 32 Parques Nacionales, 48 Reservas Nacionales y 15 Monumentos Naturales, las que en total cubren una superficie aproximada de 14 millones de hectáreas, equivalentes al 19% del territorio nacional.

Estas áreas se encuentran generalmente en zonas exentas de urbanización, ya que corresponden a aquellos ambientes naturales, terrestres o acuáticos que el Estado protege y maneja para lograr su conservación. Generalmente, cuentan con guardaparques todos los días del año, que pernoctan en el recinto. Se encargan del ingreso de los visitantes, de dar charlas educativas, velar por la seguridad de éste, entre otras.

El abastecimiento de agua caliente muchas veces no es posible, ya que cualquier construcción debe ser evaluada según el impacto ambiental que genera y muchas veces los sistemas implican importantes alteraciones al medio. Es por este motivo que es interesante evaluar el potencial consumo de colectores solares, ya que podrían evitarse grandes construcciones o bien eliminar el empleo de sistemas menos tecnológicos con grandes riesgos para las áreas, como es la leña u otro tipo de combustible inflamable. Esto permitiría entregar un mejor servicio tanto para los visitantes como para los guardaparques.

En la zona estudiada existe un total de 31 áreas protegidas por el Estado, en las cuales se recibieron 367.620 visitas en el año 2004. Se estima que existen alrededor de 10.000 pernoctaciones de turistas en alguna de estas áreas durante el año.

A su vez la Administración, a cargo de CONAF, generalmente poseen en promedio 2 guarda parques que se alojan permanentemente en el sector durante el año.

II-1.d - Consumo de agua y demanda potencial máxima de colectores solares

Para estimar el consumo de agua en los servicios de Hospedería establecidos para todo uso (limpieza del cuarto, uso de duchas, baño, cocina, etc.), se han considerado las siguientes hipótesis:

Establecimiento turístico	Consumo total diario de agua caliente a 60°C (litros/cama)
Hoteles, Moteles, Otros	70
Camping	30

Según lo anterior, en la siguiente figura se muestra el consumo total de agua caliente según Región.

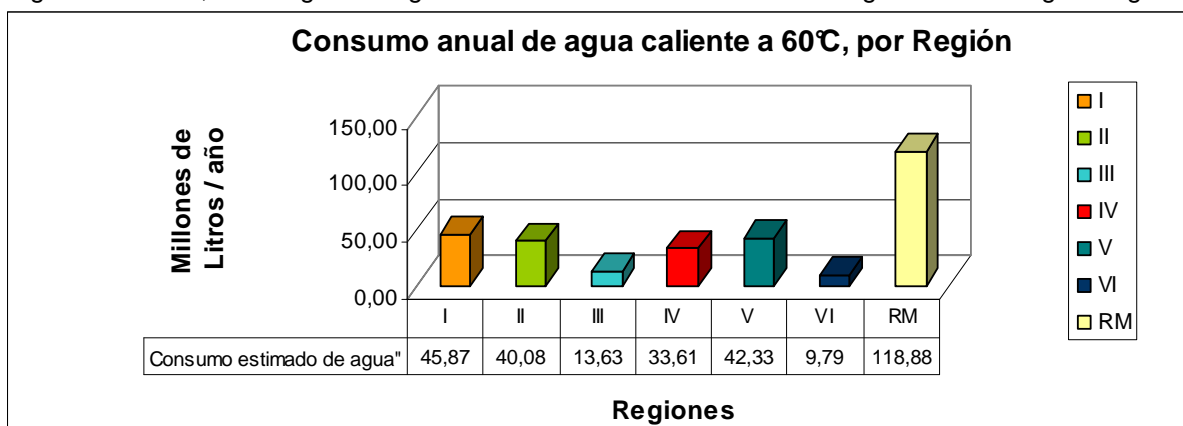


Gráfico n° 10 Consumo estimado de agua caliente (60 °C) del sector del turismo por Región (millones de litros por año) (Fuente: Elaboración Propia)

Del gráfico anterior, se puede concluir que el potencial de consumo total de agua podría llegar a los 304 millones de litros anuales de agua caliente (60°C) en las Regiones en estudio.

En las áreas pertenecientes al SNASPE existe un potencial de consumo, representado por el número de personas que pernoctan en el sector, aproximado a 10.730 personas anuales. Si se considera un promedio de 20 litros de agua a 60°C por ducha, se puede establecer que el consumo de agua caliente estimado para este efecto es de 214.600 litros anuales. Esta cifra corresponde a un potencial máximo de instalación de 10 m² de colectores planos que son muy pocos. No se considerará en el párrafo siguiente.

Demanda potencial máxima de colectores solares:

Teniendo en cuenta las hipótesis de fracciones de metros cuadrados de colectores solares instalados por cantidad de agua caliente a 60°C según regiones presentadas en página 28, el potencial máximo para la instalación de colectores planos en el sector del turismo sobre la zona estudiada es aproximadamente de **12.700m²**. Se reparte de la manera siguiente:

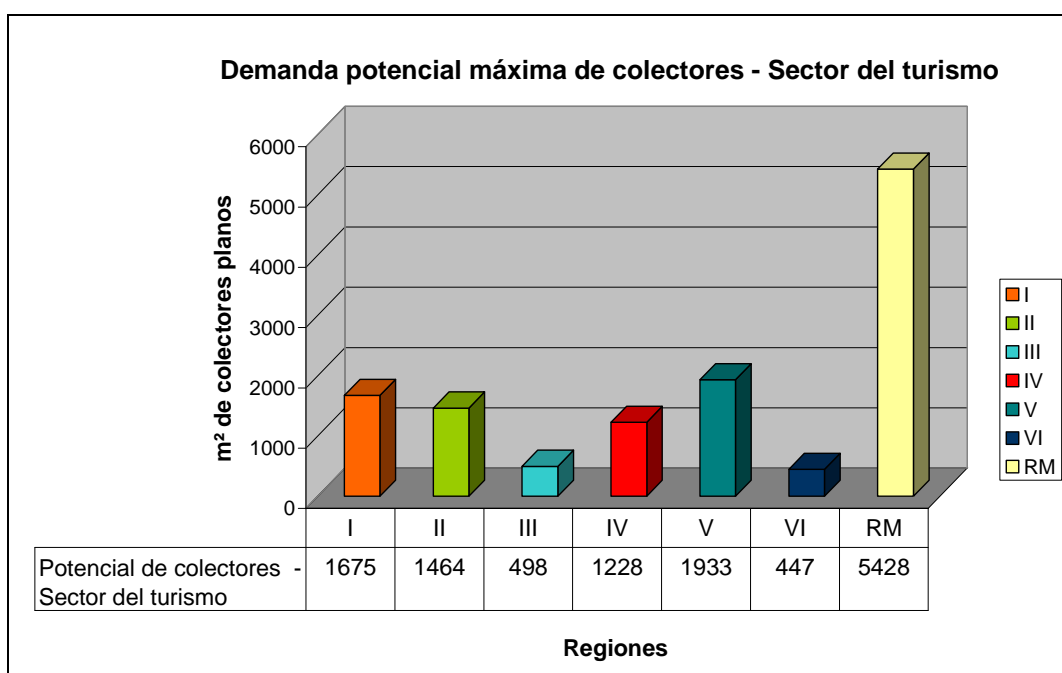


Gráfico n° 11 Demanda potencial máxima de colectores solares en el sector del turismo, por Región (m² instalados) (Fuente: Elaboración Propia)

Según el Gráfico n° 11, la R.M. concentra un 43 % del potencial, seguido por la V, la I y la II con respectivamente el 15%, el 13% y el 12%, la IV con un 9% y la III y VI con el 4% cada uno.

Ejemplo de aplicación solar térmica para un hotel:

Al considerar un hotel en Santiago de una capacidad de 30 camas con una tasa de ocupación anual de 40% y un consumo diario de un turista de 70 litros a 60°C. El consumo total de agua caliente del establecimiento sería de 306 m³ por año. Una instalación solar térmica con colectores planos de 16m² y un volumen de almacenamiento de 1.000 litros contribuiría un 58% de las necesidades energéticas para el calentamiento de agua.

En comparación a una instalación de producción de agua sanitaria que funciona con gas natural, esta instalación solar permitiría ahorrar cerca de \$563.000⁽⁴⁾ por año (o sea 828 €) y evitar la emisión de 2.750 kg de CO₂ al año⁽⁵⁾.

Se estima una inversión inicial de 5,6 millones de pesos y un costo de mantenimiento anual de 40 mil pesos, basándose en los resultados de la encuesta dirigida a los proveedores de colectores solares Chilenos. Considerando estos datos, el tiempo para rentabilizar esta instalación sería de 10,7 años (sin considerar una eventual progresión de la tarifa de gas actual).

Resumen :

Hotel en Santiago de 30 camas con un 40% de tasa de ocupación	
Colectores planos (m ²)	16
Necesidades energéticas para calentar ACS (kWh/año)	16.250
Contribución energía solar (kWh/año)	9.380
Ahorros anuales sobre factura de gas natural (\$/año)	563.000
Inversión inicial (\$)	5.600.000
Tiempo para rentabilizar la inversión (años)	10,7
Emisiones anuales de CO ₂ evitadas (kg/año)	2.750

⁽⁴⁾ El cálculo se basa sobre una tarifa constante de \$42 por kWh de gas natural ahorrado (fuente: www.cne.cl, consumo de 58 m³ en 2006), el rendimiento del calentador existente estimado al 70%.. Para un resultado más realista, se necesitaría integrar las perspectivas de evolución de la tarifa de los combustibles.

⁽⁵⁾ Se considera una cantidad de 205g de CO₂ por kWh PCI de gas natural evitado (fuente ADEME)

II-2 - SERVICIOS DE SALUD

II-2.a - Introducción

Los servicios de salud en Chile se concentran en dos grandes grupos: los Públicos y Privados, representados por Hospitales y Clínicas respectivamente. En la zona de estudio existe un total de 240 establecimientos de salud.

El interés para el estudio, radica en que se utiliza gran cantidad de agua caliente principalmente, en los establecimientos donde la estadía de los pacientes es mayor. La información base para este estudio se obtuvo de las estadísticas del año 2004.

II-2.b - Estadísticas

Disponibilidad de Camas.

La disponibilidad de camas se concentra principalmente en los Hospitales y Clínicas, y en menor grado en los consultorios y servicios rurales. Por lo que se espera que estos servicios generen mayor demanda de agua caliente.

Para calcular esta variable, se consideró la cantidad de camas ofrecidas por el número de días de atención del centro de salud por año. Según esto, existe un total de camas ofrecidas en centros de servicios de salud de 8.401.466. Esta cifra se desglosa a continuación según Región y tipo de servicio "Hospitales" o "Clínicas", correspondiendo a públicos y privados respectivamente.

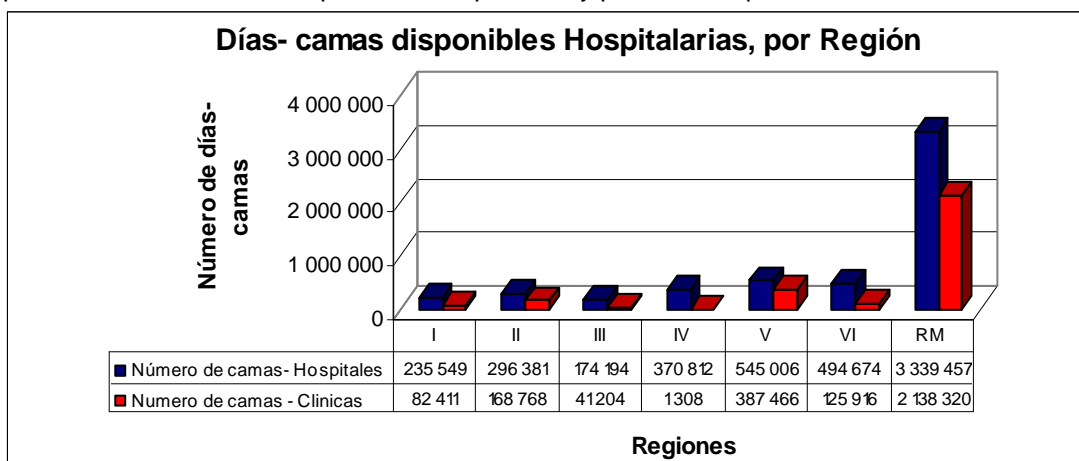


Gráfico n° 12 Cantidad de camas ofrecidas por año (Fuente: Departamento de Estadísticas e Información de Salud de Chile. DEIS)

En el Gráfico n° 12, se extrae que existe una mayor disponibilidad de camas en los centros Hospitalarios Públicos "Hospitales", que en los Privados "Clínicas".

La R.M. presenta una mayor oferta de camas tanto en Hospitales como Clínicas, esto se puede deber al mayor número de población existente. En la III Región se observa la menor disposición de camas en ambos tipos de servicios y la IV Región presenta el menor número de camas ofrecidas en centros privados de atención.

Ocupabilidad de camas.

Esta variable permite conocer el uso real de las camas ofrecidas, que corresponde a los días de camas ofrecidas por la cantidad de días que fueron ocupadas, según los días que atienden los servicios de salud.

En el Gráfico n° 13, se puede observar el detalle de esta ocupabilidad de camas según las regiones estudiadas.

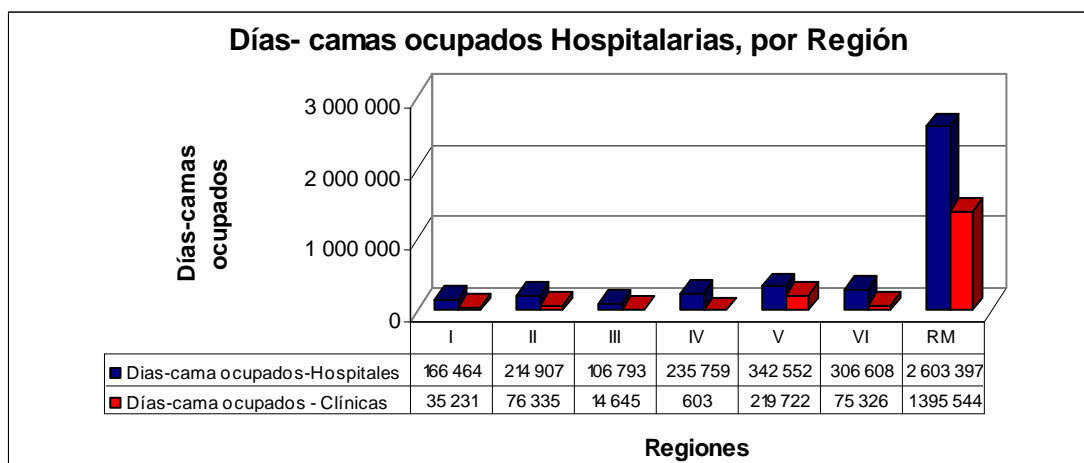


Gráfico n° 13 Días-camas utilizadas por año (Fuente : Departamento de Estadísticas e Información de Salud de Chile. DEIS)

Según el gráfico, se observa una mayor ocupación de camas en los centros públicos que en los privados, manteniendo la relación de camas disponibles analizadas en el punto anterior. La mayor ocupabilidad de camas se presenta en la R.M. posiblemente en relación a la población existente en esta Región. En el resto de las Regiones, existe homogeneidad en la ocupación de camas en relación a la cantidad de camas.

Tasa de ocupabilidad de camas.

Esta variable resume a las dos anteriores, relacionándolas con el objetivo de obtener el Porcentaje (Tasa) en que son utilizadas las camas ofrecidas. Esto permitirá obtener una visión global del sector.

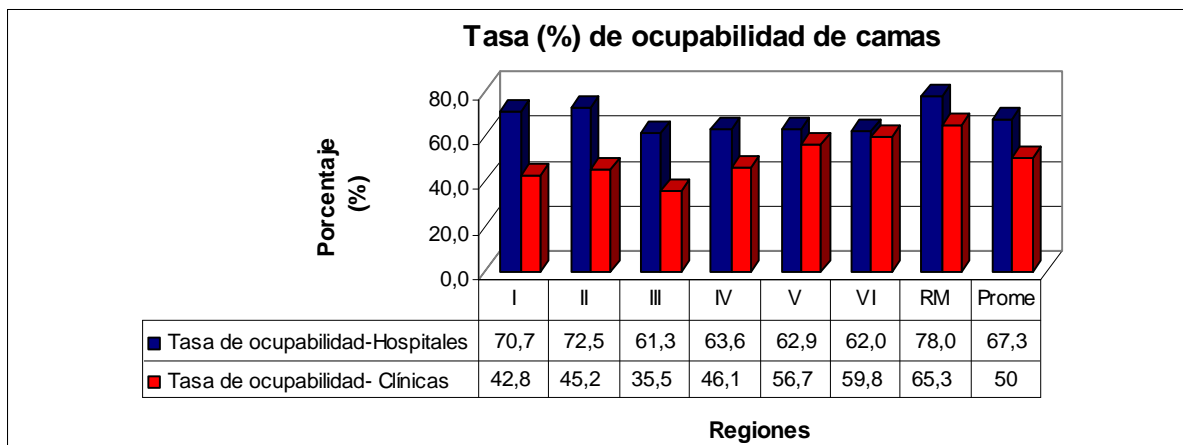


Gráfico n° 14 Tasa de Ocupabilidad de camas en servicios de salud, según Región (Fuente: Departamento de Estadísticas e Información de Salud de Chile. DEIS)

El Gráfico n° 14 señala la tasa de Ocupabilidad de ambos centros de atención según Regiones. Se observa una mayor tasa en los Centros Hospitalarios, mostrando una preferencia de la población, posiblemente debido a los costos más bajos presentados en estos establecimientos. Los Centros Públicos presentan un porcentaje de ocupación promedio de 67,3%, mientras que los Privados alcanzan sólo el 50%. La R.M. presenta la tasa más alta para ambos centros de atención. La más baja se presenta en la III Región.

II-2.c - Consumo de agua y demanda potencial máxima de colectores solares

Con las variables estudiadas se puede estimar el posible consumo de agua caliente de los servicio de salud. Se consideró la hipótesis siguiente: **gasto diario de 60 litros de agua caliente a 60°C** por

día.cama ocupado en los centros de atención, considerando todos los usos de ACS relacionados a la ocupación de una cama: lavado de sábanas, limpieza del cuarto, uso de duchas, baño, cocina. El consumo de agua estimado se muestra en la figura siguiente, tanto por Región como centro de salud.

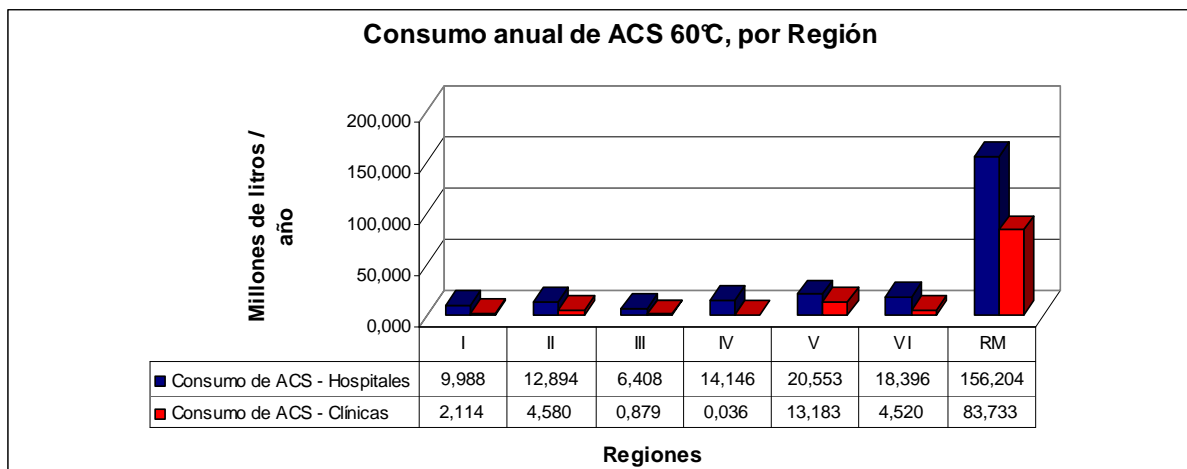


Gráfico n° 15 Estimación del consumo anual de agua caliente sanitaria (60°C) en Centros de Salud (millones de litros/año) (Fuente: Elaboración Propia)

Del Gráfico n° 15, se puede inferir que el consumo total estimado de agua caliente a 60°C en toda el área de estudio es de 350 millones de litros al año, aproximadamente.

Demanda potencial máxima de colectores solares:

Teniendo en cuenta las hipótesis de fracciones de metros cuadrados de colectores solares instalados por cantidad de agua caliente a 60°C según regiones presentadas en página 28, el potencial máximo para la instalación de colectores planos en los servicios de salud sobre la zona estudiada es aproximadamente de **15.400 m²**. Se reparte de la manera siguiente:

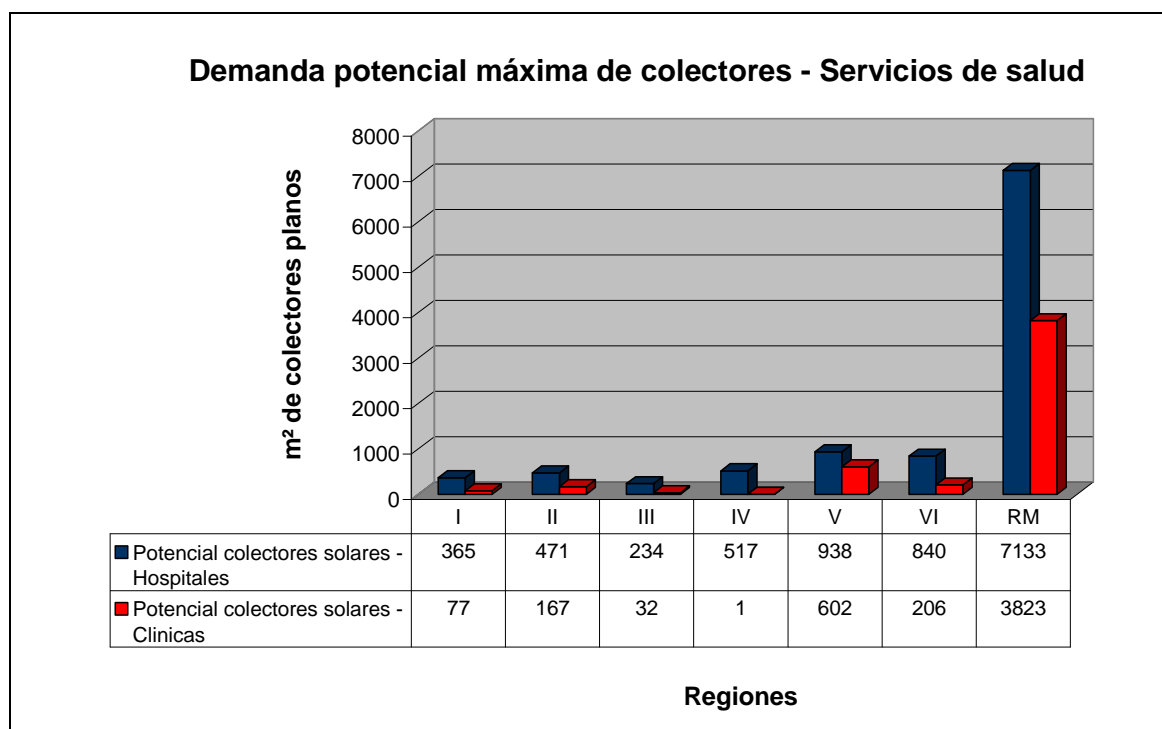


Gráfico n° 16 Demanda potencial máxima de colectores solares en centros de salud, por Región (m² instalados) (Fuente: Elaboración Propia)

El mayor potencial para la instalación de colectores solares se presenta en la R.M. muy por sobre el resto de las regiones en estudio, llegando aproximadamente a 7.130 m² en el área pública y cerca de 3.820 m² en el área privada, lo que representa el 71% del mercado potencial del sector.

El resto de las Regiones presentan cifras que se encuentran bajo los 950 m² de colectores en el caso de los Hospitales y bajo los 600 m² en el caso de las Clínicas, con un 29% de participación total repartido en 6 regiones.

Ejemplo de aplicación solar térmica para un hospital:

Al considerar un hospital en Antofagasta de una capacidad de 100 camas con una tasa de ocupación anual de 70% y un consumo diario de 60 litros a 60°C por cama. El consumo total de agua caliente del centro de salud sería de 1.530 m³ por año. Una instalación solar térmica con colectores planos de 80 m² y un volumen de almacenamiento de 5.000 litros contribuiría un 76% de las necesidades energéticas para el calentamiento de agua.

En comparación a una instalación de producción de agua sanitaria que funciona con gas licuado, esta instalación solar permitiría ahorrar cerca de \$5.093.000⁽⁶⁾ (o sea 7490 €) al año y evitar la emisión de 18.925 kg de CO₂ al año⁽⁷⁾.

Se estima una inversión inicial de 24 millones de pesos, y un costo de mantenimiento anual de 60 mil pesos, basándose en los resultados de la encuesta dirigida a los proveedores de colectores solares Chilenos. Considerando estos datos, el tiempo para rentabilizar esta instalación sería de 4,8 años (sin considerar una eventual progresión de la tarifa de gas licuado actual).

Resumen :

Hospital en Antofagasta de 100 camas con un 70% de tasa de ocupación	
Colectores planos (m ²)	80
Necesidades energéticas para calentar ACS (kWh/año)	76.100
Contribución energía solar (kWh/año)	57.500
Ahorros anuales sobre factura de gas licuado (\$/año)	5.093.000
Inversión inicial (\$)	24.000.000
Tiempo de amortización (años)	4,8
Emisiones anuales de CO ₂ evitadas (kg/año)	18.925

⁽⁶⁾ El calculo se basa sobre una tarifa constante de \$62 por kWh de gas licuado ahorrado (fuente: www.cne.cl, tubo de 45 kg en 2005-2006), el rendimiento del calentador existente estimado al 70. Para un resultado más realista, se necesitaría integrar las perspectivas de evolución de la tarifa de los combustibles.

⁽⁷⁾ Se considera una cantidad de 230,4g de CO₂ por kWh PCI de gas licuado de petróleo evitado (fuente ADEME)

II-3 - SECTOR RESIDENCIAL

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se dedica a evaluar la demanda potencial máxima de colectores solares que representa el sector residencial, siendo evidente el gran potencial que posee ésta categoría como posible consumidor de colectores solares.

Para esto, se dividió el análisis en 2 partes : la primera corresponde al parque de viviendas existentes según Censo 2002 y en la segunda parte se estima el potencial del parque de nuevas viviendas del año 2006 a 2015.

ESTADÍSTICAS

II-3.a - Número total de viviendas existentes según área (Urbano y Rural) y tipo de vivienda

En el área de estudio que incluye las regiones I a VIII así como la Región Metropolitana, según Censo 2002, existe un total de 3.294.878 viviendas urbanas y 486.365 viviendas rurales. En el Gráfico n° 17 se observa la distribución de éstas viviendas según Región.

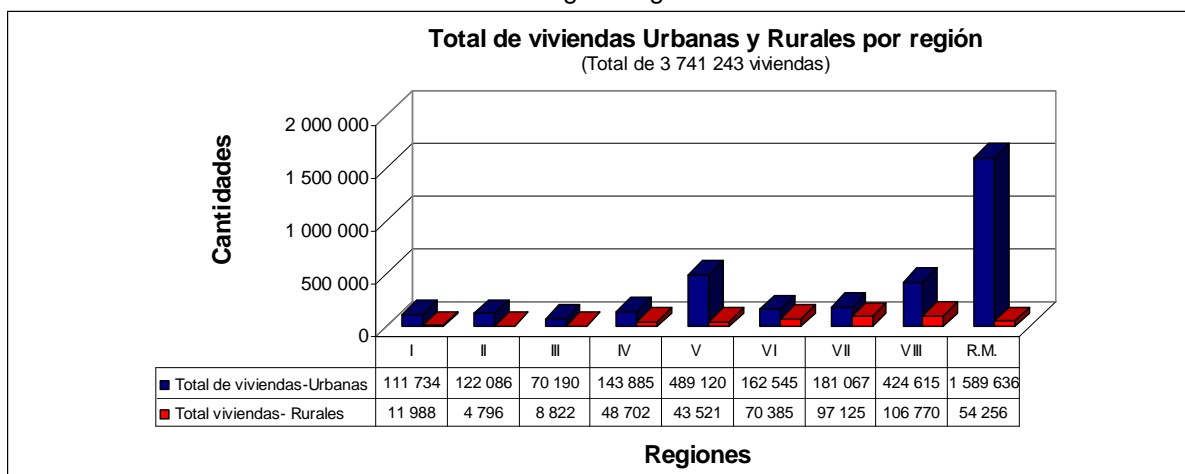


Gráfico n° 17 Total de viviendas según área Urbana y Rural, por Región (Fuente: Información Censo 2002, INE)

Del gráfico, se extrae que la mayoría de las viviendas se encuentran en áreas urbanas con el 88% del total, a diferencia de las viviendas rurales que sólo representan el 12% del total.

La R.M. concentra el 43,9% del total de las viviendas, seguida por la V y la VIII Regiones con 14,2% cada una, la VII Región con 7,4%, la VI Región con 6,2%, la IV Región con 5,1%, la II Región con 3,4%, la I Región con 3,3% y finalmente la III con 2,1 %.

La VIII y la VI Regiones poseen el mayor número de viviendas rurales con respectivamente 23,9% y 21,8% del total, la Región con menor porcentaje de participación es la II Región con aproximadamente el 1%.

En cuanto a las viviendas urbanas, la R.M. posee el mayor porcentaje con el 48,2% del total, la III Región con el 2,1% es el menor.

Las regiones con la mayor tasa de urbanización son la R.M. con un 96,8% y la II con un 96,2%; las con menor tasa de urbanización son la VII con un 65,1 % y la VI con un 69,8%.

Es interesante considerar la distribución de las categorías de viviendas (glosario presentado en Anexo 6) en ambas áreas, a modo de visualizar el tipo de vivienda más utilizado en la zona en estudio y destacar las viviendas permanentes de las semipermanentes.

Para esto se obtuvo el promedio, en porcentaje, de participación considerando a todas las Regiones estudiadas.

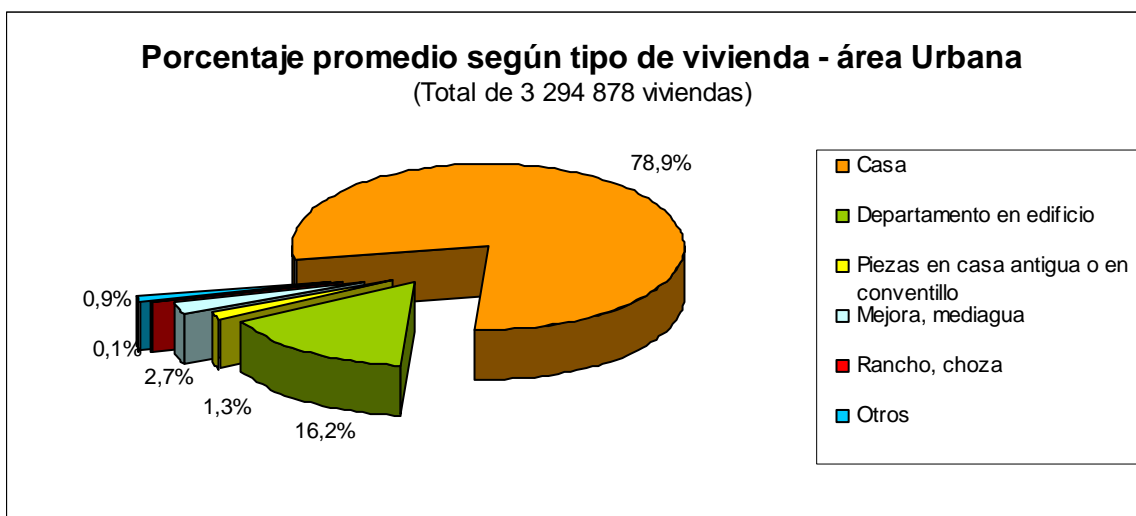


Gráfico n° 18 Porcentaje promedio de participación de las viviendas según categoría, en el área urbana (Fuente: Información Censo 2002, INE)

Se puede visualizar una clara mayoría de viviendas tipo Casa en la zona urbana, con el 78,9% del total en las Regiones. En el tipo Departamento, la participación es de 16,2% del total. La de menor frecuencia son los ranchos o chozas con sólo el 0,1% y otro tipo de viviendas (Móvil, Ruca, otro tipo de vivienda particular y colectiva) con el 0,9%.

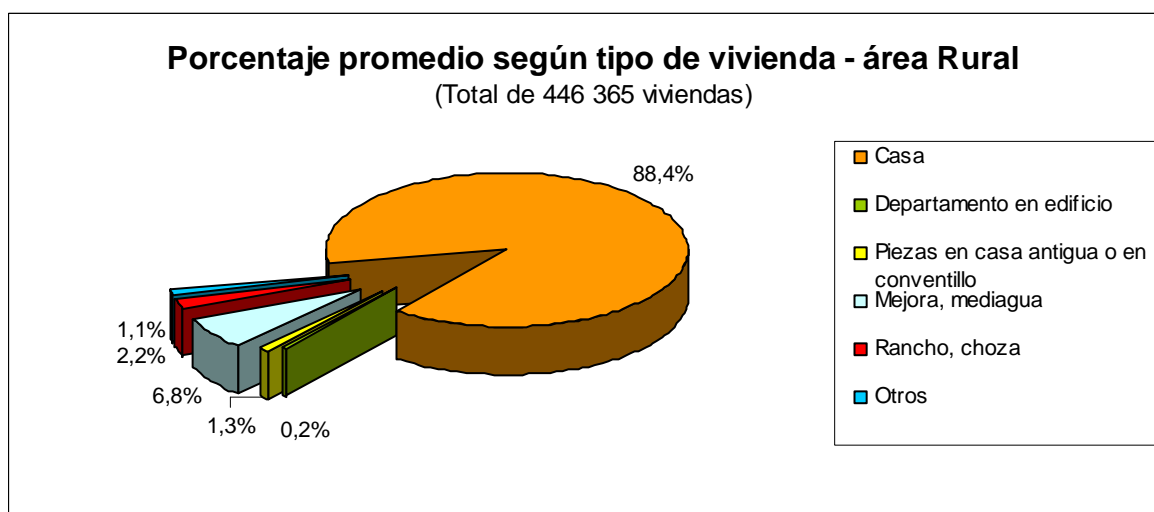


Gráfico n° 19 Porcentaje promedio de participación de las viviendas según categoría, en el área rural (Fuente: Información Censo 2002, INE)

En el área rural (Gráfico n° 19), también se observa un dominio de las Casas como viviendas principales con un 88,4%, luego las casas de tipo Mejoras o Medias aguas con 6,8% de participación. La menor frecuencia se encuentra en los departamentos con 0,2%.

Considerando la clasificación utilizada para el Censo 2002 que distinga las viviendas permanentes (Casas, Departamentos en edificio, Piezas en casa antigua o en conventillo) de las viviendas semipermanentes (Mejoras, Medias aguas, Ranchos y chozas, Rucas y las viviendas móviles) y de las colectivas, se obtuvo los gráficos Gráfico n° 20 y Gráfico n° 21.

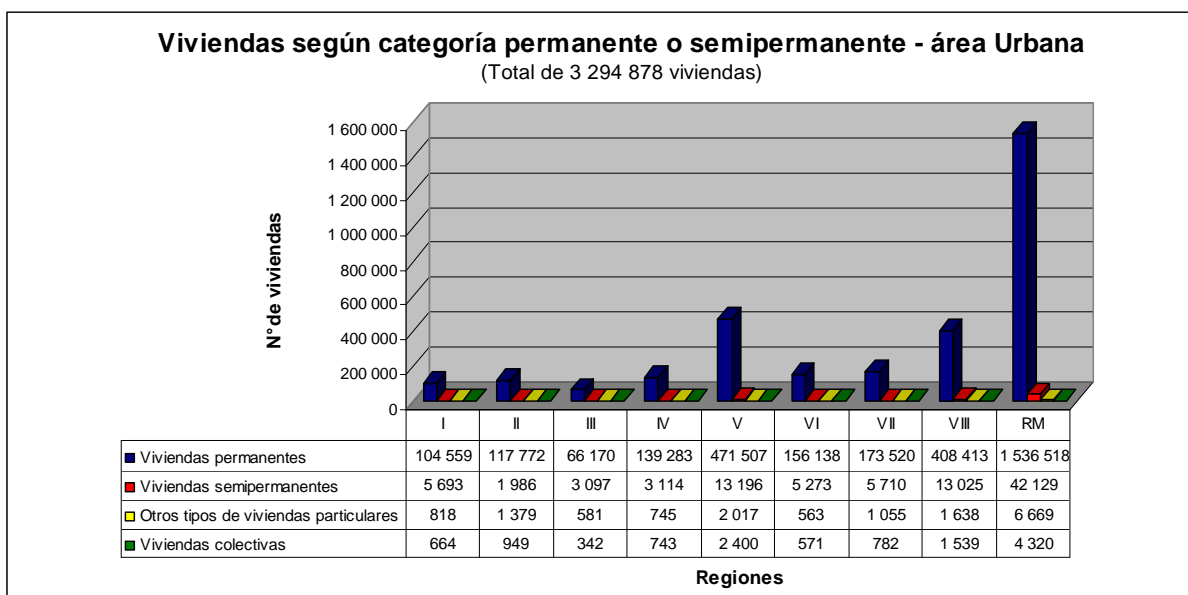


Gráfico n° 20 Número de viviendas según categoría permanente y semipermanente, en el área Urbana (Fuente: Información Censo 2002, INE)

Se observa en el Gráfico n° 20 que la casi totalidad de las viviendas en el área Urbana son de categoría permanente.

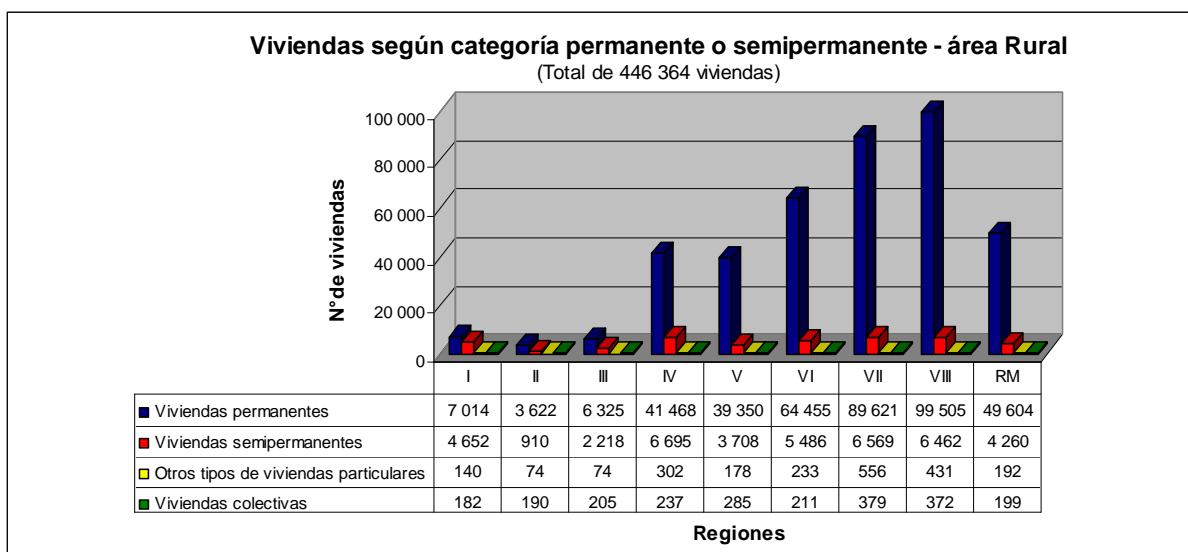


Gráfico n° 21 Número de viviendas según categoría permanente y semipermanente, en el área Rural (Fuente: Información Censo 2002, INE)

En el Gráfico n° 21, se puede visualizar la importancia de las viviendas de categoría semipermanentes en el área Rural que pueden alcanzar un 38,8% en la Región I y un 25,1% en la Región III. Sin embargo, la participación de las viviendas permanentes sigue siendo la más importante de todas las categorías representadas.

Las categorías "Otros tipos de viviendas particulares" no se considerará a continuación, su participación en la repartición de las viviendas según Región y área es despreciable (no sobrepasa los 1,5%).

Las viviendas de tipo semipermanente se caracterizan por una estructura frágil o móvil, lo que implica una implementación difícil o imposible de colectores solares. Por lo tanto, esta categoría de vivienda se descartará para el cálculo del potencial de colectores solares.

II-3.b - Total de habitantes por Región y por categoría de vivienda

Para el Censo 2002 se consideró, además del número de viviendas por Región, la población. Es así como se puede estimar la cantidad de personas que habitan en cada una de las regiones por categoría de vivienda, lo que posteriormente permitirá obtener una estimación del consumo de agua.

En el área estudiada existe un total de 12.931.447 personas en ambas áreas de análisis.

En la siguiente figura se cuantifica el número de personas por Región y por categoría de vivienda (no se representó la categoría "otro tipo de vivienda particular" ni la población en tránsito).

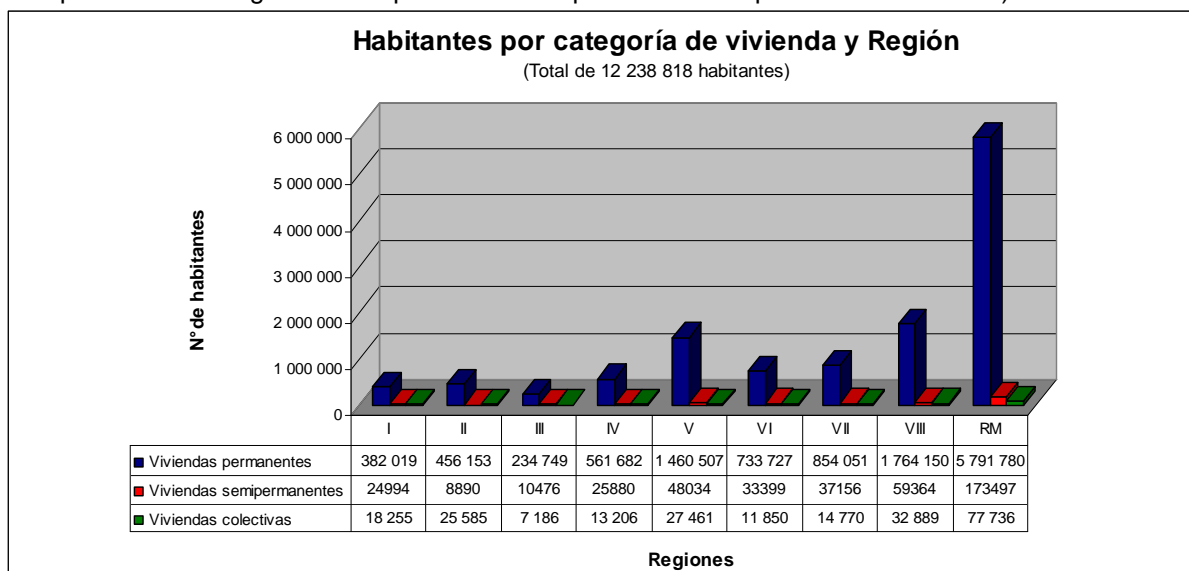


Gráfico n° 22 Número de habitantes por categoría de vivienda y Región, áreas Urbana y Rural (Fuente: Información Censo 2002, INE)

Del gráfico anterior y de los gráficos Gráfico n° 20 Gráfico n° 21, se deduce el número de personas por hogar según la categoría de vivienda y Región. Se presenta los resultados correspondientes en la siguiente tabla:

(Personas por vivienda)	Viviendas permanentes	Viviendas semipermanentes	Viviendas colectivas
I	3,4	2,4	21,6
II	3,8	3,1	22,5
III	3,2	2,0	13,1
IV	3,1	2,6	13,5
V	2,9	2,8	10,2
VI	3,3	3,1	15,2
VII	3,2	3,0	12,7
VIII	3,5	3,0	17,2
RM	3,7	3,7	17,2
Promedio	3,3	2,9	15,9

Tabla n° 4 Número de personas por vivienda según categoría de vivienda y región (Fuente: Elaboración propia)

De la Tabla n° 4, se obtiene el número de personas por vivienda según categoría y Región que nos servirá de base para el cálculo de las necesidades de agua caliente.

II-3.c - Combustible para cocinar

Es interesante para el estudio conocer los combustibles utilizados para cocinar, ya que puede ser un indicio de la energía utilizada para calentar el agua.

De un total de 3.574.844 de viviendas permanentes encuestados (Rurales y Urbanos) en el Censo 2002, considerando a todas las regiones en estudio, se ha podido estimar, como promedio que el 82,6% de las viviendas utilizan el Gas Licuado como combustible para cocinar, en la segunda preferencia se encuentra el Gas Natural con 9%, y en tercera la Leña o Aserrín con el 4,5%. Bajo el 1% se encuentra el Carbón, Parafina, Electricidad y Energía solar (0,001%). Hay que considerar que el 3,4% de las personas encuestadas no cocinan.

Si se supone que la energía utilizada para cocinar es la misma que la utilizada para calentar el agua sanitaria de los hogares, este análisis confirma la hipótesis mencionada en la página 16, según la cual el 90% de calentadores de agua en Chile funcionan con gas.

II-3.d - Viviendas existentes con calefón

El Censo 2002 presenta el número de viviendas por equipamiento. La lista de equipamientos incluye la rúbrica “calefont” que reagrupa los calentadores de agua de todo tipo (sin distinguir la fuente energética utilizada que puede ser gas natural, gas licuado, electricidad, etc...).

Para evaluar el potencial del mercado de colectores solares, se supondrá en un primer paso que sólo las personas que ya tienen agua caliente sanitaria y que por ende, tienen que asumir los gastos asociados, son susceptibles de adquirir una instalación solar.

Según el Censo 2002, sólo 57% de los hogares chilenos poseen un medio de producción de agua caliente sanitaria. En efecto, el Censo señala la existencia de 2.380.771 calefones para un total de 4.141.427 viviendas.

Además, algunos hogares tienen calefón pero no lo utilizan con el fin de disminuir su factura energética.

En zonas rurales de las regiones I, II e III, no es raro observar tanques de plástico negro en los tejados de las casas colocados para calentar el agua con la energía solar.

En el gráfico siguiente se considera el número de calefones por categoría de vivienda y Región según el área Urbana o Rural.

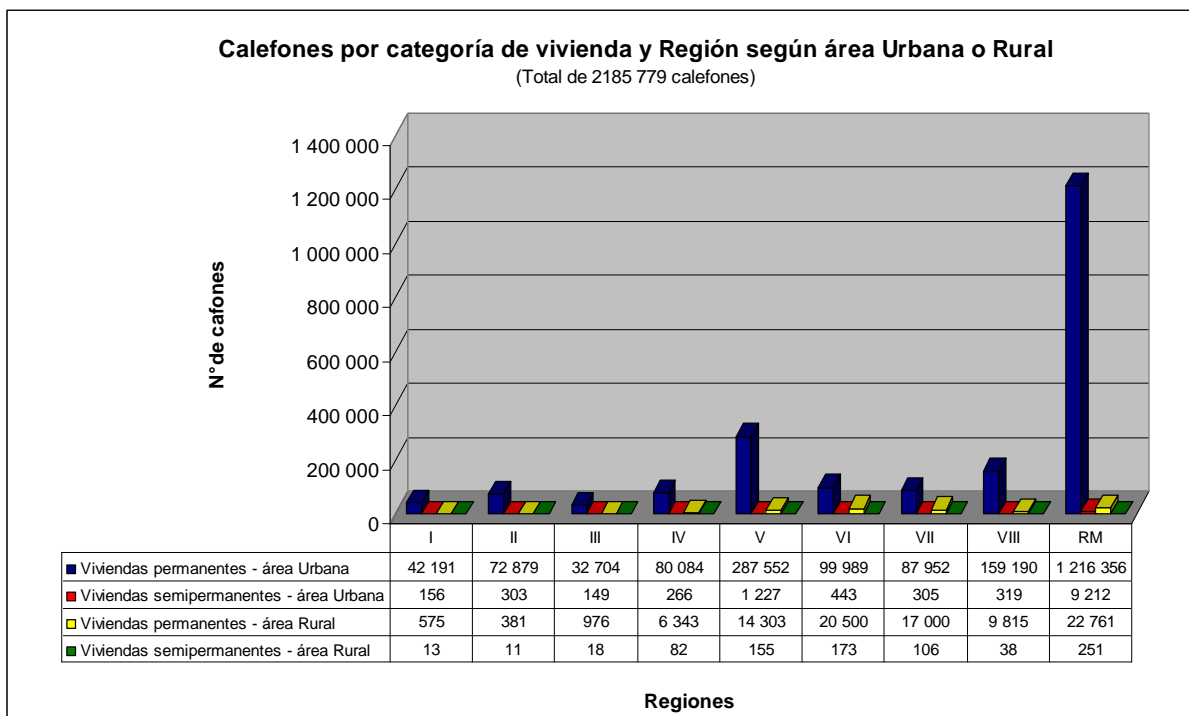


Gráfico n°23 Número de calefones (todo tipo) por categoría de vivienda y región, según área de ubicación (Fuente: Información Censo 2002, INE)

Se observa en el Gráfico n° 23 que las viviendas permanentes concentran más del 99% de los calefones contabilizados, sólo el 0,6% de las viviendas semipermanentes están equipadas con un calefón.

Considerando una relación directa entre el mercado potencial de colectores solares para el sector residencial y los calefones existentes, se confirma el hecho que las viviendas semipermanentes no representan un nicho significativo para el mercado solar térmico en este sector.

El 95,4% de las viviendas permanentes con calefón se ubican en el área Urbana, del cual el 56% se ubica en la Región Metropolitana, el 13,2% en la V Región y el 7,3% en la VIII Región. El 23,5% restante se reparte en el área Urbana de las 6 otras regiones y en el área Rural de la totalidad de la zona de estudio.

Basándonos en estas primeras hipótesis, **las viviendas permanentes del área urbana de las regiones V, VIII y RM concentran el 76,5% del mercado potencial de colectores solares del sector residencial.**

A continuación se analiza la fracción de viviendas permanentes por calefones por área de ubicación y Región.

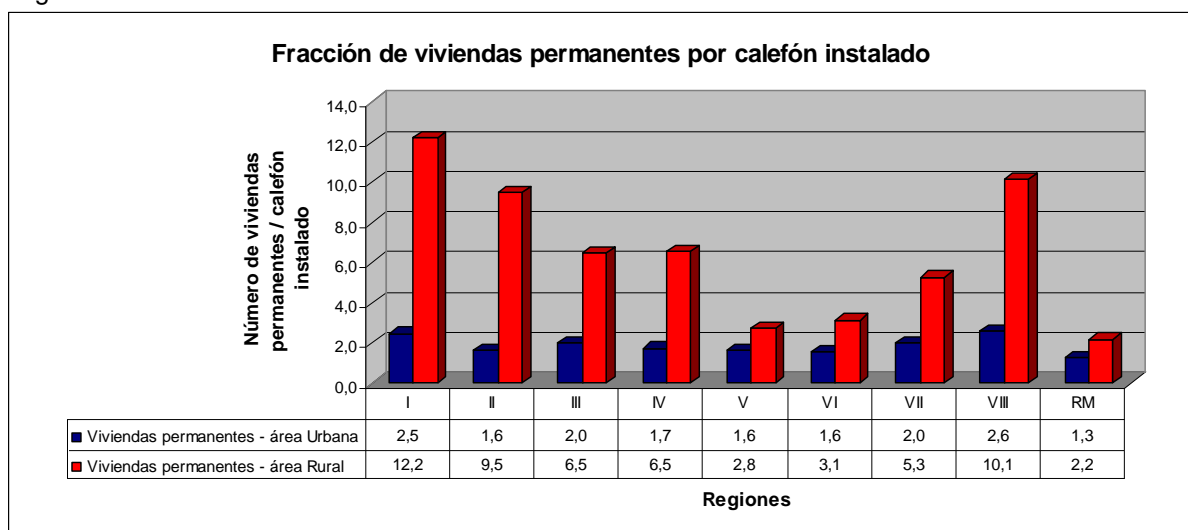


Gráfico n° 24 Fracción de viviendas por calefón (todo tipo) instalado por área de ubicación y Región
(Fuente: Elaboración propia)

Del gráfico anterior, se extrae que la fracción de viviendas permanentes por calefón instalado en el área Urbana es bastante estable en toda la zona de estudio. Sin embargo varía entre 1,3 y 2,6 respectivamente en la R.M. y la Región VIII.

En cambio, en el área rural, esta misma fracción varía mucho más según las Regiones.

Decrece del Norte al Sur de la Región I (12,2) hasta la R.M. (2,2) luego crece a partir de la Región VI (3,1) hasta la VIII (10,1).

La primera variación observada se puede explicar en parte por las condiciones climáticas que implican temperaturas más altas en el Norte que en el Sur.

El crecimiento que aparece luego bajando al Sur puede estar relacionado con la repartición socioeconómica de la población rural de dichas Regiones, suponiendo que los hogares de nivel socioeconómico bajo no poseen calefón.

II-3.e - Consumo de agua y demanda potencial máxima de colectores solares del parque de viviendas existentes

Para la estimación de la demanda potencial máxima de colectores solares del sector residencial se considerará solamente las viviendas permanentes con calefón.

Se descarta las viviendas semipermanentes por las características de sus estructuras y su baja tasa de equipamiento de calefones así como los hogares sin calefón.

Tampoco se analizará las viviendas colectivas que pueden representar un cierto potencial de demanda de colectores pero que no son lo suficiente definidas para caracterizar sus necesidades de ACS.

El cálculo de los consumos de agua del sector residencial se basa en las siguientes hipótesis:

- promedio de 3,3 personas por vivienda permanente
- consumo de 30 litros de agua a 60°C para usos sanitarios diarios

Según lo anterior se estima que el consumo de agua en toda el área en estudio es de 354 millones de litros diarios. En la figura siguiente se detalla el consumo de agua según Región.

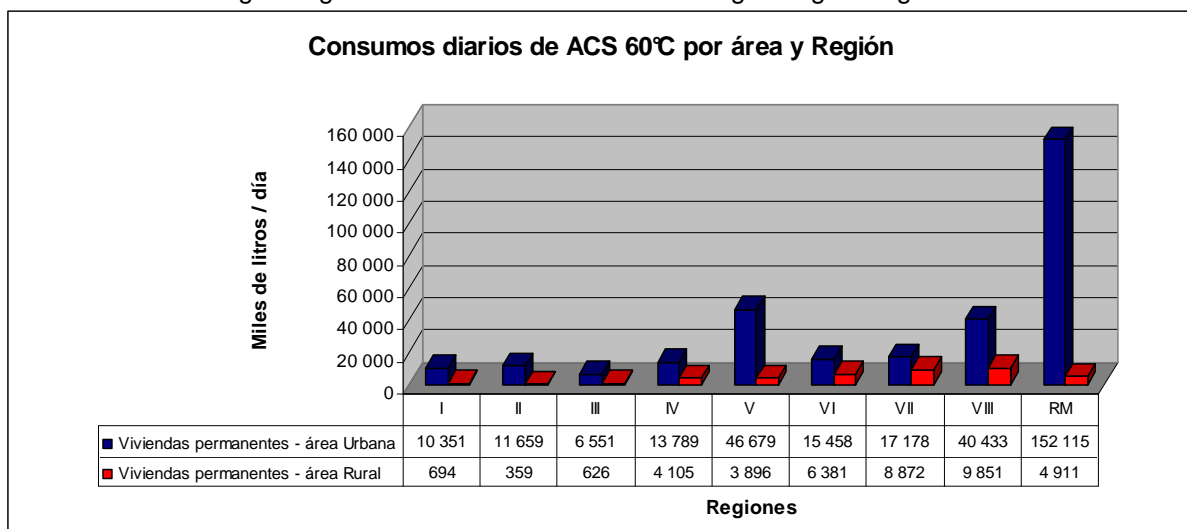


Gráfico n°25 Consumo diario de agua caliente sanitaria en viviendas permanentes (miles litros/día) por área de ubicación y Región (Fuente: Elaboración Propia)

Demanda potencial máxima de colectores solares del parque de viviendas existentes:

Teniendo en cuenta las hipótesis de fracciones de metros cuadrados de colectores solares instalados por cantidad de agua caliente a 60°C según regiones presentadas en página 28, el potencial máximo para la instalación de colectores planos en el sector residencial sobre la zona estudiada es aproximadamente de **5,578 millones de m²**.

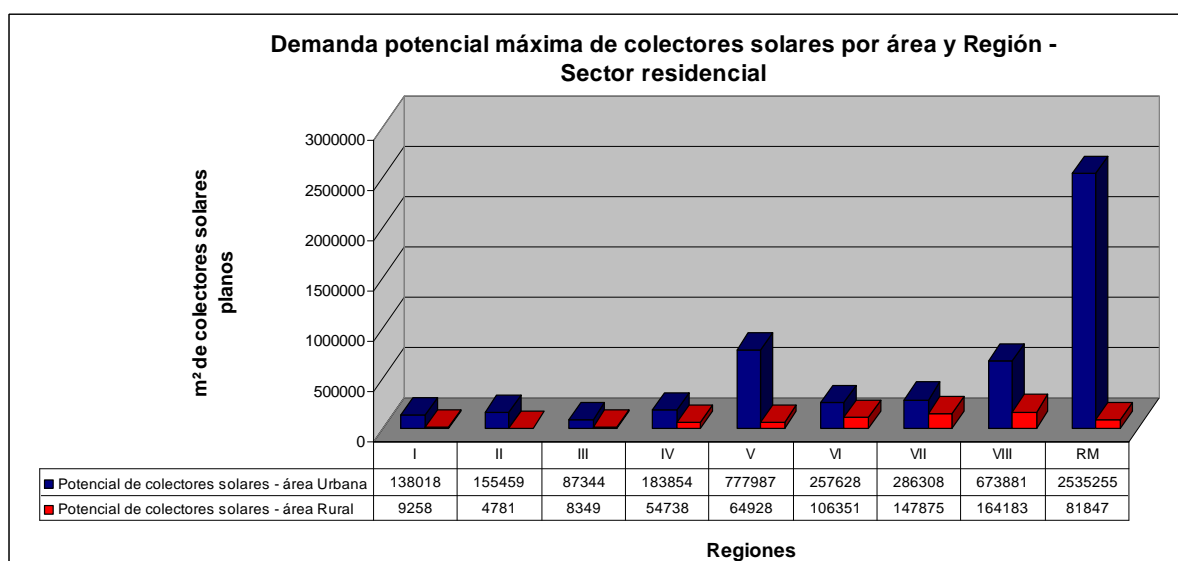


Gráfico n°26 Demanda potencial máxima de instalación de colectores solares en el sector residencial, por área de ubicación y Región (m²) (Fuente: Elaboración Propia)

Del Gráfico n°26, se extrae que la demanda potencial máxima de colectores se reparte en el 88,8% en el área urbana y el 12,2 % en el área Rural de la zona de estudio.

El mayor potencial para el mercado solar térmico del sector residencial se concentra en la RM, toda área confundida, con cerca de 2,6 millones de m² de colectores, o sea el 46% de la demanda potencial máxima de colectores en la zona de estudio. En segundo lugar, se encuentra las Regiones V y la VIII con alrededor de 840.000 m² de colectores cada uno, o sea cerca del 15%.

En cuanto a las Regiones I, II, IV, VI y VII existe un potencial de instalación de colectores creciente de 147.000m² hasta 434.000 m².

La Región con menor potencial es la III aunque alcanza los 95.700 m² de colectores, es decir el 1,7% del total.

Las Regiones que presentan el mayor potencial en el área Rural son la VII y la VIII con el 23% y 25,6% del potencial en esta área.

II-3.f - Parque de viviendas nuevas

En los subcapítulos precedentes, se analizó la demanda potencial de colectores del parque de viviendas existentes (censo 2002).

En este subcapítulo, se dedica a evaluar la demanda potencial de colectores solares asociada al parque de viviendas nuevas. No solamente la instalación y la integración arquitectónica de colectores solares son más fáciles y menos costosas cuando son previstas en la etapa de proyecto de una construcción, sino que las viviendas nuevas representan una meta más accesible a través de un marco regulatorio específico.

Se dedujo la evolución del parque de viviendas nuevas en los 3 últimos años en base al número de viviendas permanentes del Censo 2002 y a las estadísticas del número de viviendas construidas por Región y por mes, transmitidas por el Ministerio de Vivienda y Urbanización.

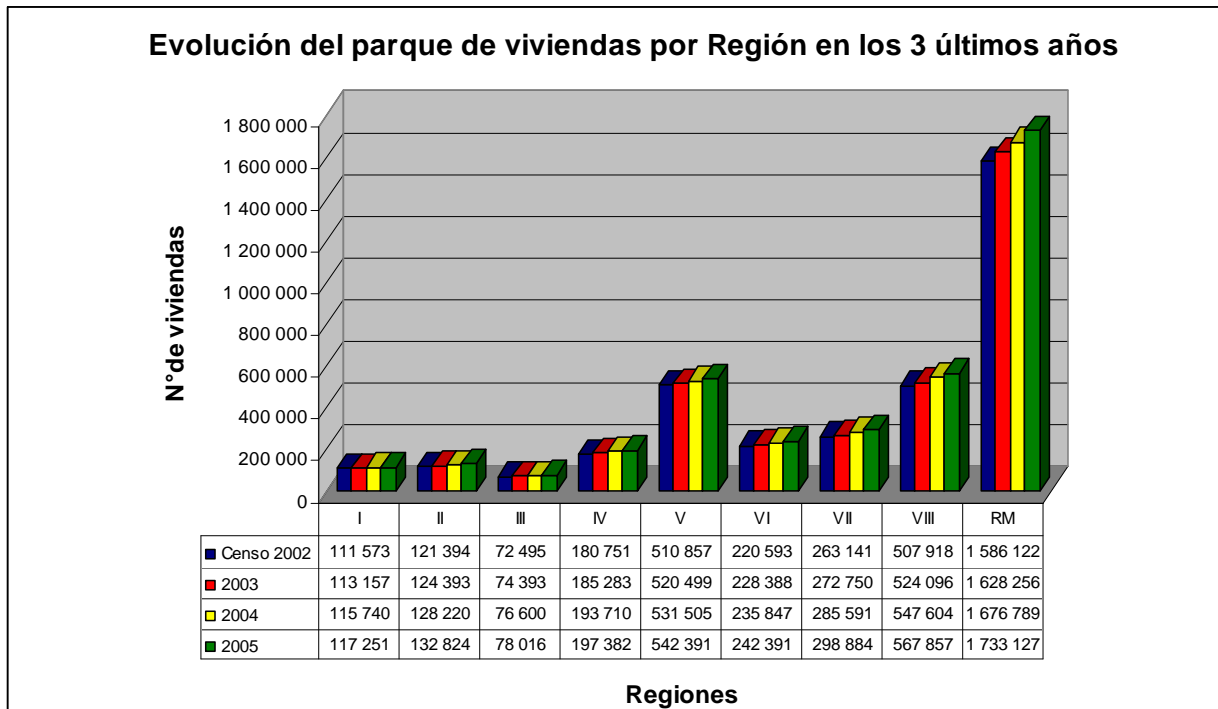


Gráfico n° 27 Evolución del parque de viviendas por Región en los 3 últimos años (Fuente: Información MINVU)

En la zona estudiada, se contabilizó un total de 96.371 viviendas construidas en 2003, 120.391 en 2004 y 118.517 en 2005.

La Regiones I y III son las donde se construyen el menor número de viviendas nuevas con 1.511 y 1.416 viviendas construidas en 2005.

La Región con mayor número de viviendas construidas al año es la R.M. con 56.338 viviendas nuevas en 2005 seguida por la región VIII con 20.253.

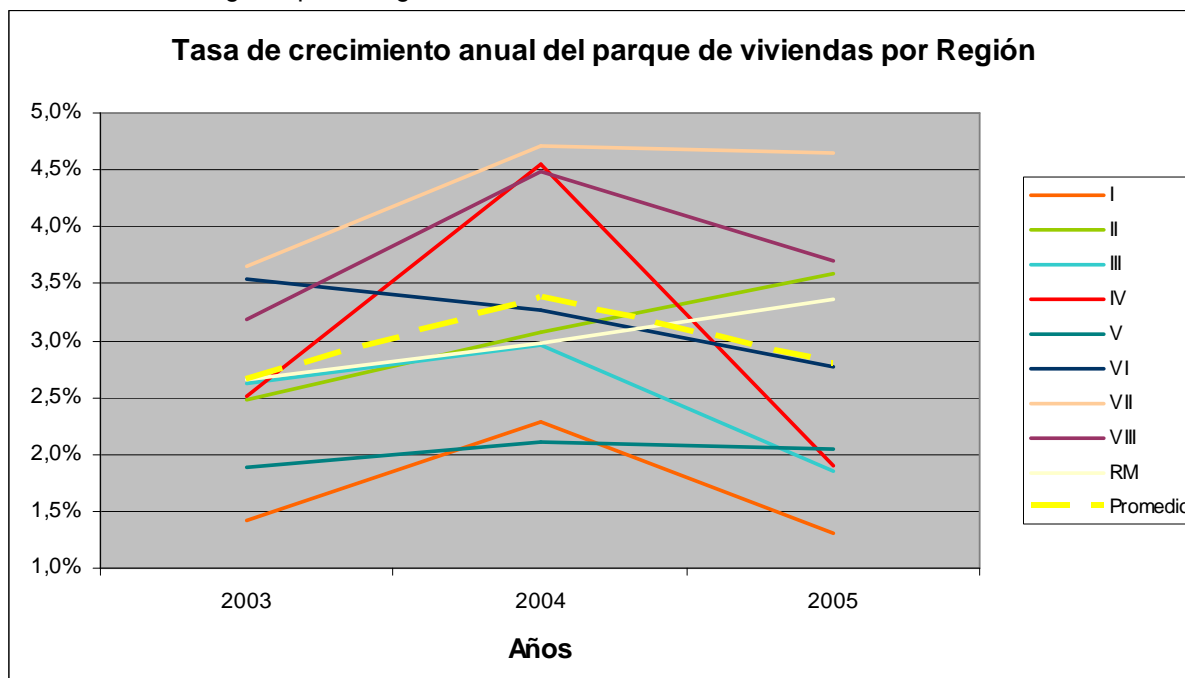


Gráfico n°28 Tasa de crecimiento anual del parque de viviendas por Región (Fuente: Elaboración propia)

Se observa en los Gráfico n°27 y Gráfico n°28 que el parque de viviendas crece de manera variable según la Región y el año del período estudiado.

Del Gráfico n°28, se concluye a partir de la línea discontinua amarilla, que representa el promedio de la tasa de crecimiento de toda la zona de estudio, que el parque de viviendas ha crecido de manera más importante en el año 2004 que en el 2003 o 2005. Subió del 2,7% en 2003 hasta el 3,4% en 2004 y luego bajó hasta el 2,8% en 2005.

La R.M. y la II Región son las únicas regiones que tienen una tasa de crecimiento en constante aumento durante el período de estudio, alcanzando respectivamente un 3,4% y 3,6%.

La tasa de crecimiento del parque de viviendas de la I Región es la menor y disminuyó hasta el 1,3% en 2005.

La VII Región presenta la mayor tasa de crecimiento de su parque de viviendas con un 4,7% en 2005. La tasa de crecimiento que presenta la más alta variación en el período estudiado, es la del parque de viviendas de la VI Región.

Para realizar la proyección a los 10 años del parque de viviendas nuevas presentada en el Gráfico n° 29, se consideró la tasa de crecimiento promedio de cada Región en los 3 últimos años.

Esta proyección servirá de base para el cálculo del potencial del parque de viviendas nuevas para el mercado de colectores solares.

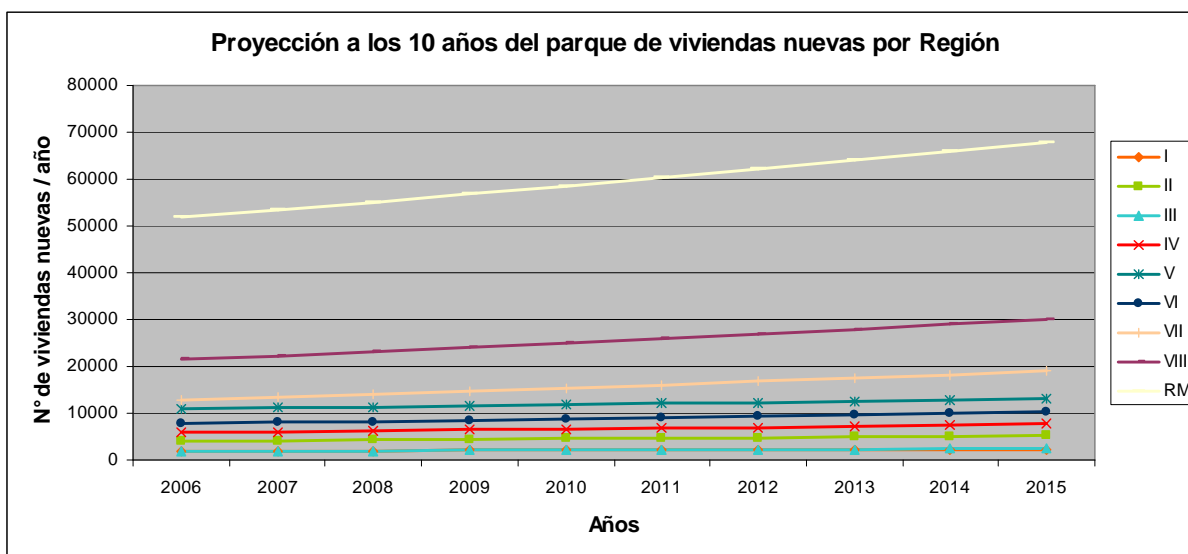


Gráfico n°29 Proyección a los 10 años del parque de viviendas nuevas por Región (Fuente: Elaboración propia)

Consumo de agua y demanda potencial máxima de colectores solares del parque de viviendas nuevas

Del gráfico anterior y considerando las hipótesis utilizadas por el cálculo de las necesidades de ACS presentadas en página 46, se obtiene los siguientes resultados:

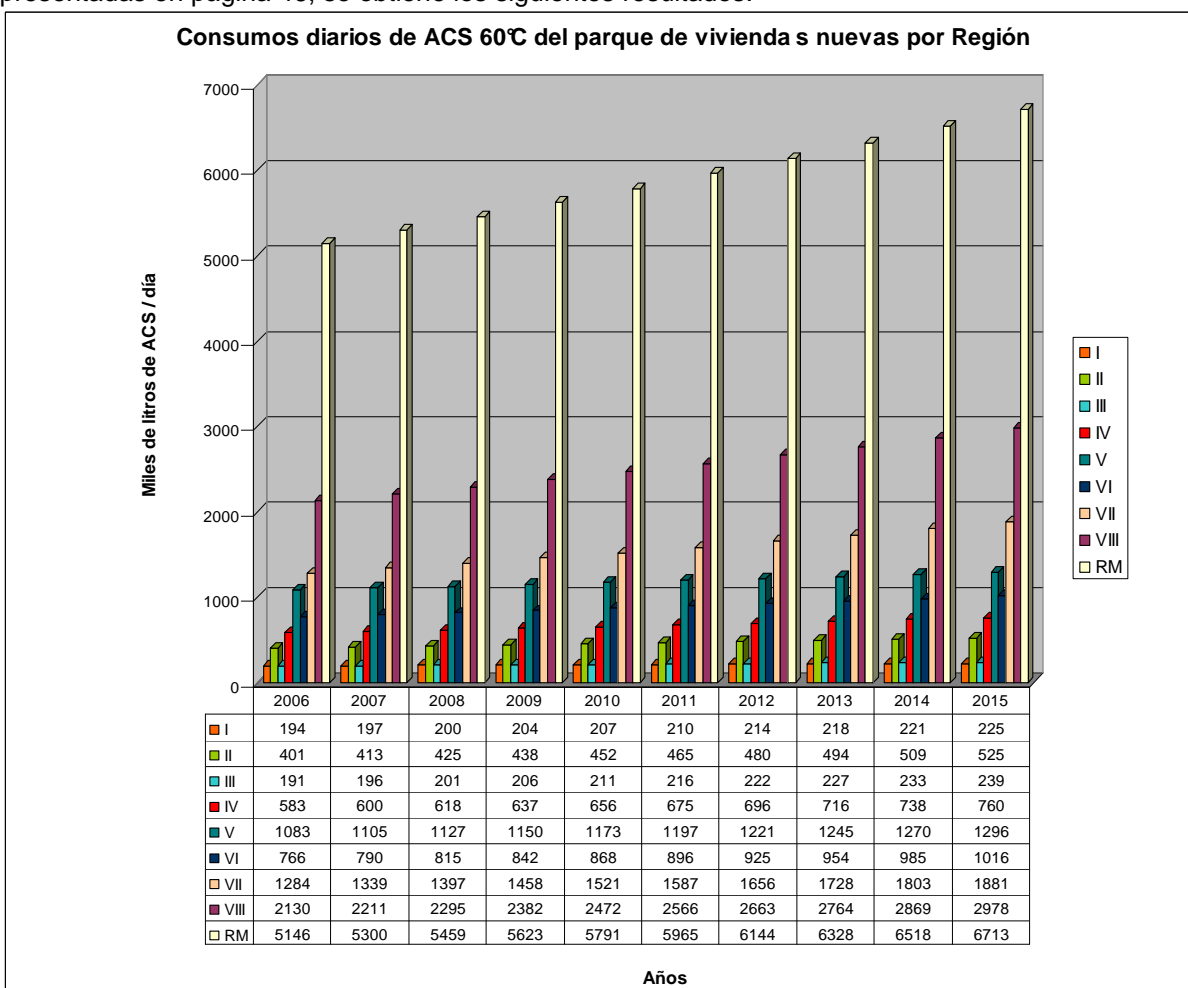


Gráfico n°30 Consumos diarios de ACS 60°C del parque de viviendas nuevas por Región (miles de litros / día) – Proyección a los 10 años (Fuente: Elaboración propia)

El consumo de ACS del parque de viviendas nuevas en el año 2006 se estima en 11,78 millones de litros diarios y alcanzaría los 15,63 millones de litros diarios en el año 2015.

Estos valores se traducen en m² de colectores solares en los gráficos siguientes usando las hipótesis de metros cuadrados de colectores solares instalados por cantidad de agua caliente a 60°C presentadas en página 28.

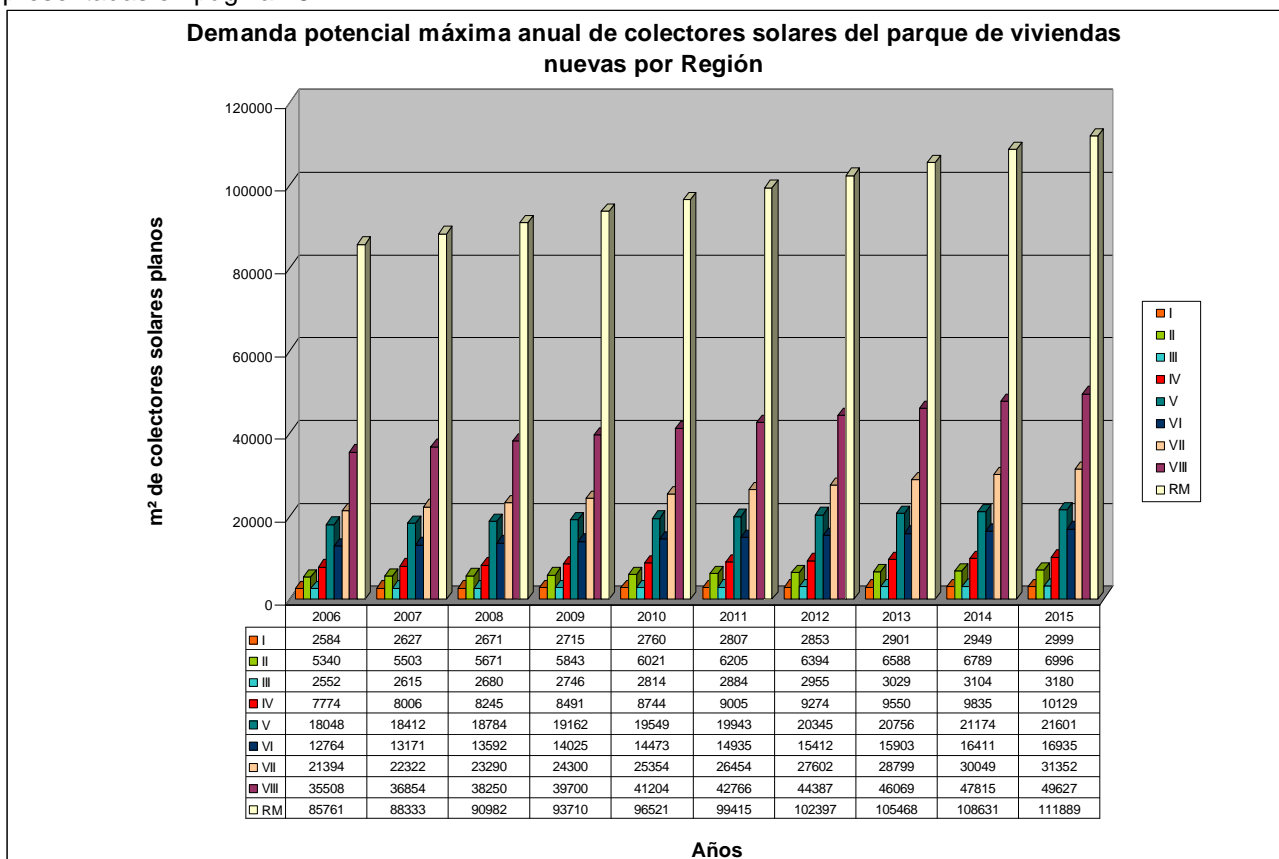


Gráfico n° 31 Demanda potencial máxima de colectores solares anual del parque de viviendas nuevas por Región – Proyección a los 10 años (Fuente: Elaboración propia)

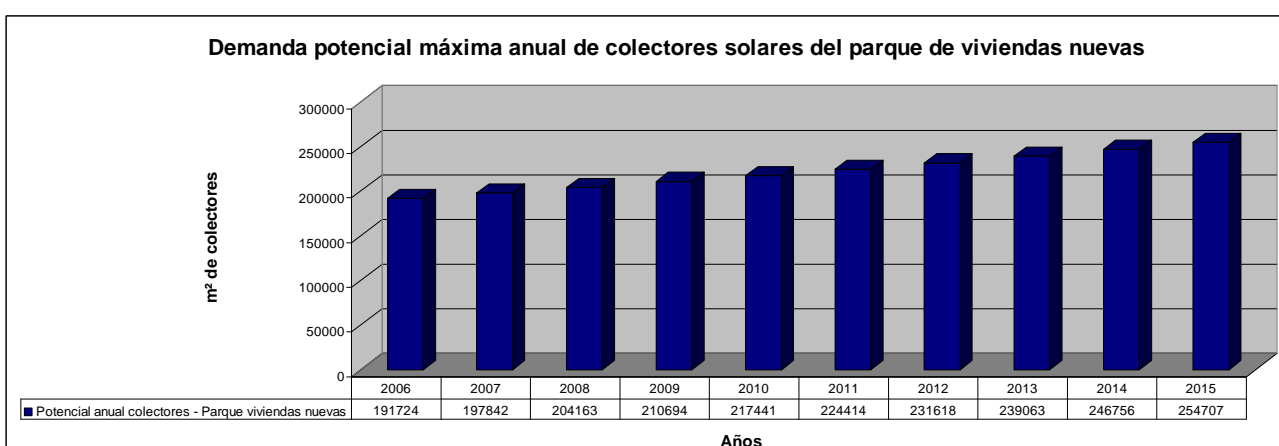


Gráfico n° 32 Demanda potencial máxima de colectores solares anual del parque de viviendas nuevas – Proyección a los 10 años (Fuente: Elaboración propia)

Se estima que el mercado potencial relativo al parque de viviendas nuevas será de 191.724 m² en el año 2006 y alcanzará los 254.707 m² en 2015.

Sumando los valores anuales del período de estudio, el parque de viviendas nuevas representa una demanda potencial máxima de colectores de **2,218 millones de m²**.

Viviendas sociales

En el análisis del sector residencial, no hemos considerado los hogares sin calefón porque se supone que no son susceptibles de adquirir una instalación solar de alta inversión inicial.

La energía solar gratuita permitiría a estos hogares tener ACS sin tener que pagar una factura de gas o de electricidad. Esto es válido si no se considera que en la mayoría de los casos se necesita combinar una instalación solar con un respaldo mediante calefón con gas o resistencia eléctrica (por ejemplo) para asegurar una producción ininterrumpida de ACS.

Existen distintos programas de construcción de viviendas adaptados a los distintos niveles de ingreso de la población. Estos programas son administrados por el Ministerio de Vivienda y Urbanización (MINVU) a través de los Servicio de Vivienda y Urbanización de cada Región. Hasta ahora ninguno incluye la energía solar térmica y el calentamiento de agua no forma parte de los estándares del programa "Vivienda dinámica sin deuda" para los habitantes con menos recursos – el subsidio máximo determinado para la construcción de estas viviendas (~280 UF⁽⁸⁾/vivienda) no lo permite.

La idea de incluir la energía solar en los programas de construcción de viviendas ya fue considerada en el pasado pero nunca se emprendió por falta de recursos financieros. Sin embargo, sigue siendo una posibilidad, sobre todo en los programas que incluyen subsidios y reembolsos. En este caso, gran parte del costo de un calefón solar térmico podría ser incluido en el subsidio inicial.

Ejemplo de aplicación solar térmica para una vivienda:

Al considerar una vivienda en Santiago de 4 personas. El consumo diario de agua caliente sanitaria a 60°C del hogar se estima a 120 litros. Una instalación solar térmica con colectores planos de 2 m² y un tanque de almacenamiento de 150 litros contribuiría un 52% de las necesidades energéticas para el calentamiento de agua.

En comparación a una calefón con gas natural, esta instalación solar permitiría ahorrar cerca de \$90.500⁽⁹⁾ (o sea 133 €) al año y evitar la emisión de 378 kg de CO₂ al año⁽¹⁰⁾.

Se estima una inversión inicial de un millón de pesos y un costo de mantenimiento anual de 20 mil pesos, basándose en los resultados de la encuesta dirigida a los proveedores de colectores solares chilenos. Considerando estos datos, el tiempo para rentabilizar esta instalación sería de 11 años (sin considerar una eventual progresión de la tarifa de gas actual).

Resumen:

Vivienda en santiago de 4 personas	
Colectores planos (m ²)	2
Necesidades energéticas para calentar ACS (kWh/año)	2.300
Contribución energía solar (kWh/año)	1.200
Ahorros anuales sobre factura de gas natural (\$/año)	90.500
Inversión inicial (\$)	1.000.000
Tiempo de amortización (años)	11
Emisiones anuales de CO ₂ evitadas (kg/año)	378

⁽⁸⁾ UF=\$18.341 nominales a octubre 2006

⁽⁹⁾ El calculo se basa sobre una tarifa constante de \$49 por kWh de gas natural ahorrado (fuente: www.cne.cl, consumo de 19,3 m³ en 2006) y el rendimiento del calentador existente estimado al 65%. Para un resultado más realista, se necesitaría integrar las perspectivas de evolución de la tarifa de los combustibles.

⁽¹⁰⁾ Se considera una cantidad de 205g de CO₂ por kWh PCI de gas natural evitado (fuente ADEME)

II-4 - SECTOR INDUSTRIAL

La Industria es un sector con gran potencial de demanda para los colectores solares como fuente de energía, ya que los procesos industriales incluyen a menudo consumos importantes de agua caliente. La dificultad es que cada sitio es un caso distinto y el uso de la energía solar no es siempre adecuado y cuando lo es, implica la utilización de ingeniería específica.

Dentro del estudio se ha tomado una muestra de tres grandes sectores, estos son el Avícola, el Minero y el de los Mataderos. De esta forma, se podrá tener una noción del potencial consumo de agua caliente y de colectores solares.

II-4.a - Avícolas

Introducción

En Chile existen 22 faenadoras de productos avícolas pertenecientes a 12 empresas distintas distribuidas en las I, II, V, VI Región y en la Metropolitana. En los últimos años, el consumo de carne de aves ha aumentado, sobrepasando al de carnes rojas llegando aproximadamente a 535.001.922 kilogramos anuales.

La producción avícola esta representada por Gallinas con 1,19%, Pavos con 15,38%, Broilers 83,4% y otros 0,02%. La mayor producción se concentra en Broilers liderando el sector según con 446.233 toneladas anuales, por lo que a continuación se detalla la distribución de producción según Región.

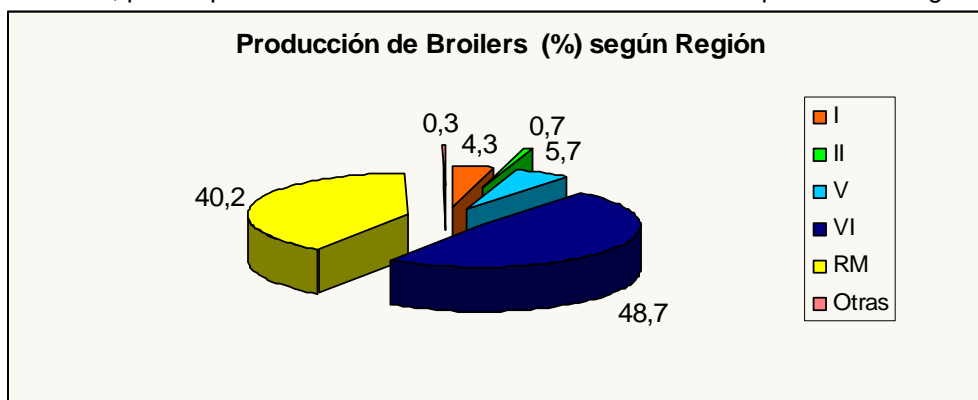


Gráfico n° 33 Porcentaje de producción avícola según Región (Fuente: Asociación de Productores Avícolas de Chile A.G. (APA))

Como se puede observar en el Gráfico n° 33, las faenadoras se concentran en la VI Región y en la Metropolitana (RM) con cerca del 90% del total de la Industria. En el resto de las regiones es bastante baja la participación con 5,7% la V Región y 4,3% la I Región.

Consumo de agua y demanda potencial máxima de colectores solares

El proceso avícola utiliza bastante agua en varias etapas, tales como para el alimento, para la limpieza de aves y en la industria. El consumo de agua caliente se produce en la etapa de escaldado donde se sumergen las aves a una temperatura 52 °C aproximadamente, durante 90 a 120 segundos lo que permite extraer las plumas con mayor facilidad. Este proceso conviene al uso de colectores solares planos, ya que su rendimiento es bastante bueno a estas temperaturas.

Según estudios, se ha estimado que se consume de 15 a 20 m³ de agua por tonelada de ave procesada⁽¹¹⁾, totalizando un consumo de agua aproximado de 7.809.078 m³ (7.809.078 miles de litros) en el proceso completo. Si se supone que el gasto en agua caliente es cercano al 20% se puede decir que el consumo de agua caliente es aproximadamente 1.561.815 miles de Litros.

⁽¹¹⁾ Fuente : Guía para el control y prevención de la contaminación Industrial: Sector Criadero de aves, subsector productores avícolas – CONAMA, 1998

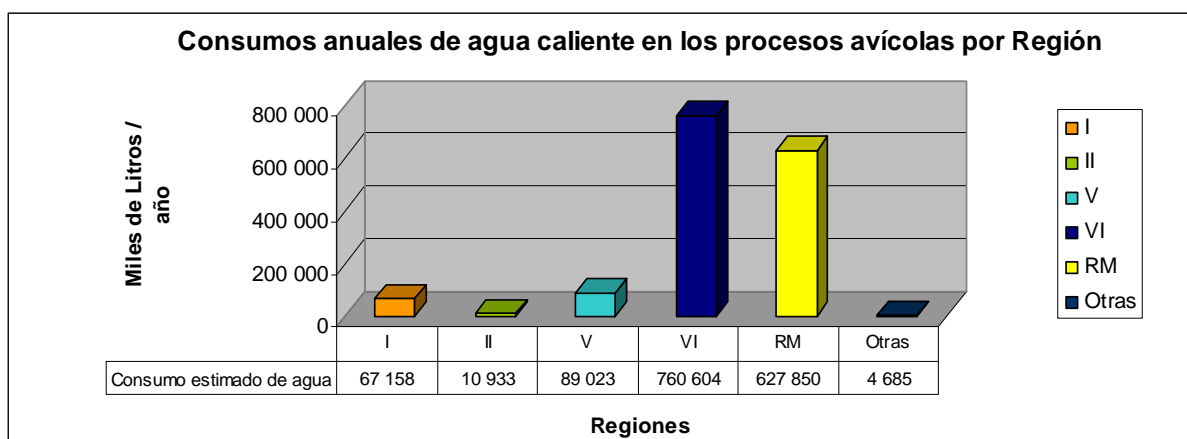


Gráfico n° 34 Consumo anual de agua caliente estimado en los procesos avícolas (miles de litros/año) (Fuente: Información INE, 2004)

En el Gráfico n° 34 se observa el mayor consumo en la VI Región con 760.604 miles de litros anuales y la R.M con cerca de 627.850 miles de litros anuales. En el resto de las Regiones, el consumo es muy inferior, por bajo los 90.000 miles de litros anuales.

Demanda potencial máxima de colectores solares:

Teniendo en cuenta las hipótesis de fracciones de metros cuadrados de colectores solares instalados por cantidad de agua caliente a 60°C según regiones presentadas en página 28, el potencial máximo para la instalación de colectores planos en la industria avícola en la zona estudiada es aproximadamente de **70.500 de m²**. Se reparte de la manera siguiente:

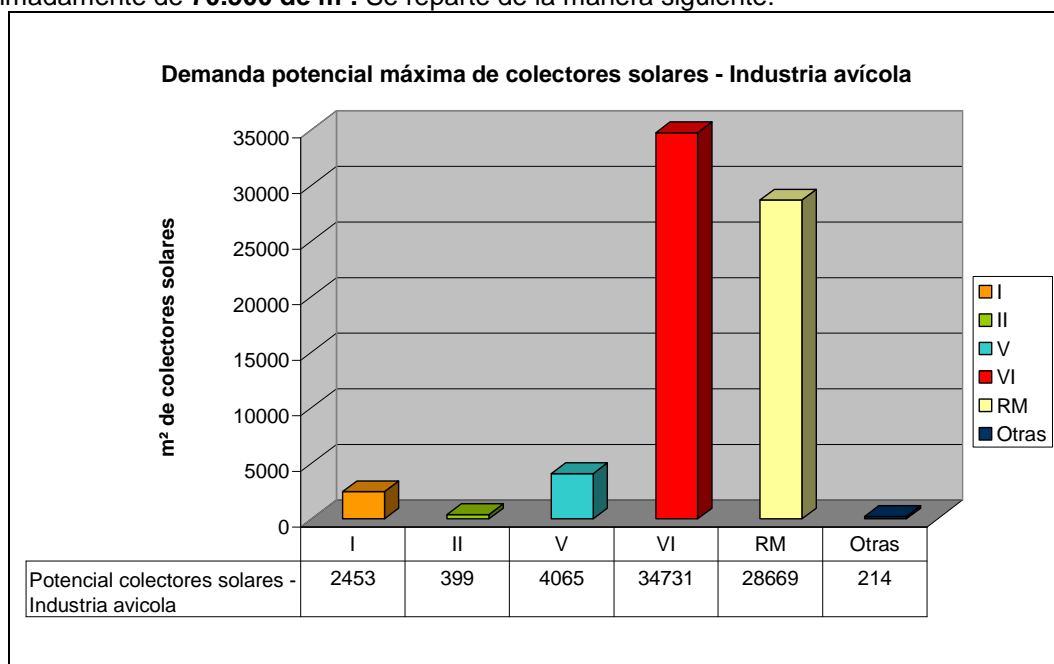


Gráfico n° 35 Demanda potencial máxima de instalación de colectores solares en la industria avícola, por Región (m²) (Fuente: Elaboración Propia)

El mayor potencial para la instalación de colectores solares en este sector se presenta en la VI Región y la R.M. que concentran cerca de 90% del mercado potencial con 63.400 m².

II-4.b - Minería

En Chile la minería es el principal exportador y productor dentro de la economía nacional, la principal extracción es de cobre que representa el 30% del PIB nacional, siendo el principal productor mundial de este mineral. Los consumos energéticos para extraer el mineral son muy importantes, corresponden hasta un 30% del volumen de negocios de una empresa minera.

Consumo de agua y demanda potencial máxima de colectores solares

Esta industria presenta consumos de agua caliente en algunos de sus procesos, pero principalmente utiliza agua fría, ya que generalmente se necesita enfriar el producto a lo largo de los procesos. Sin embargo, existen técnicas que utilizan agua caliente, donde mediante el proceso de electroobtención se recupera el cobre de una solución electrolítica concentrada para producir cátodos de alta pureza de cobre (99, 99%), muy cotizados en el mercado.

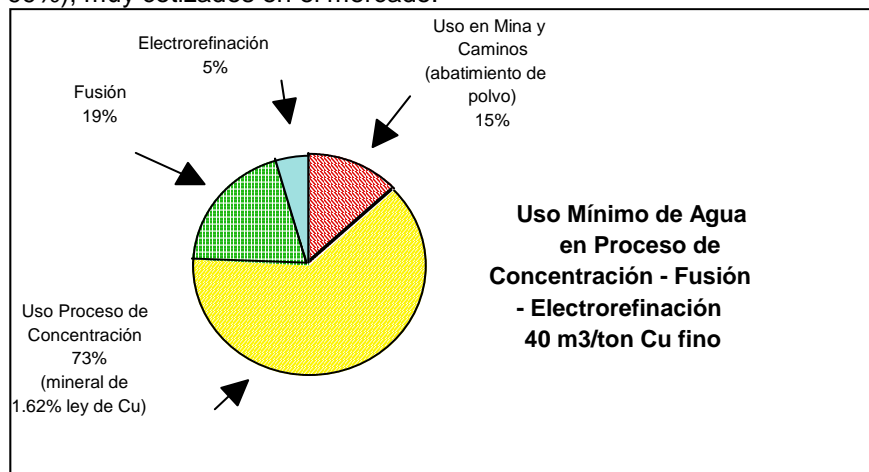


Gráfico n°36 Consumo de agua en el proceso de obtención Cobre fino (Fuente: Gustavo Lagos, Marcelo Andía. Pontificia Universidad Católica. Mayo, 2000)

Del Gráfico n° 36 se destaca que el 5% de agua ocupado en la electrorefinación corresponde a agua caliente.

La temperatura del agua caliente no se conoce por falta de datos, que no fueron obtenidos por razones comerciales.

Considerando los diversos consumos de agua en la minería, dicho consumo puede encontrarse en el rango de 26 m³/ton. de cobre catódico, producido para aquellas minas que utilizan poca agua en el riego de caminos y que tienen un proceso moderno de tratamiento de minerales mediante lixiviación – extracción por solventes – electro obtención, y 180 m³/ ton. de cobre catódico producido para aquellas faenas que usan mucha agua en el riego de caminos y que tienen un proceso ineficiente de recuperación de agua en los procesos de concentración – fusión – electrorefinación. Para efectos del estudio consideraremos el uso mínimo de agua caliente (Gráfico n°36) de 40m³/Ton de Cu fino.

Con la información anterior, se puede estimar el consumo de una de las mineras más grandes de Chile de cobre:

- Minera La Escondida
- Ubicación: Antofagasta (II Región)
- Producción: 1.195.158 toneladas/año
- Cátodos: 152.117 toneladas (electroobtención)
- Consumo de agua: 40 m³/Tonelada
- Consumo agua caliente: 304.234 miles de litros aprox. (Electrorefinación, 5% del consumo de agua)

En el año 2004 se produjeron un total de 2 354 738 toneladas de cobre electrolítico (cátodos) en el país. Se detalla a continuación la repartición de esta producción por Región:

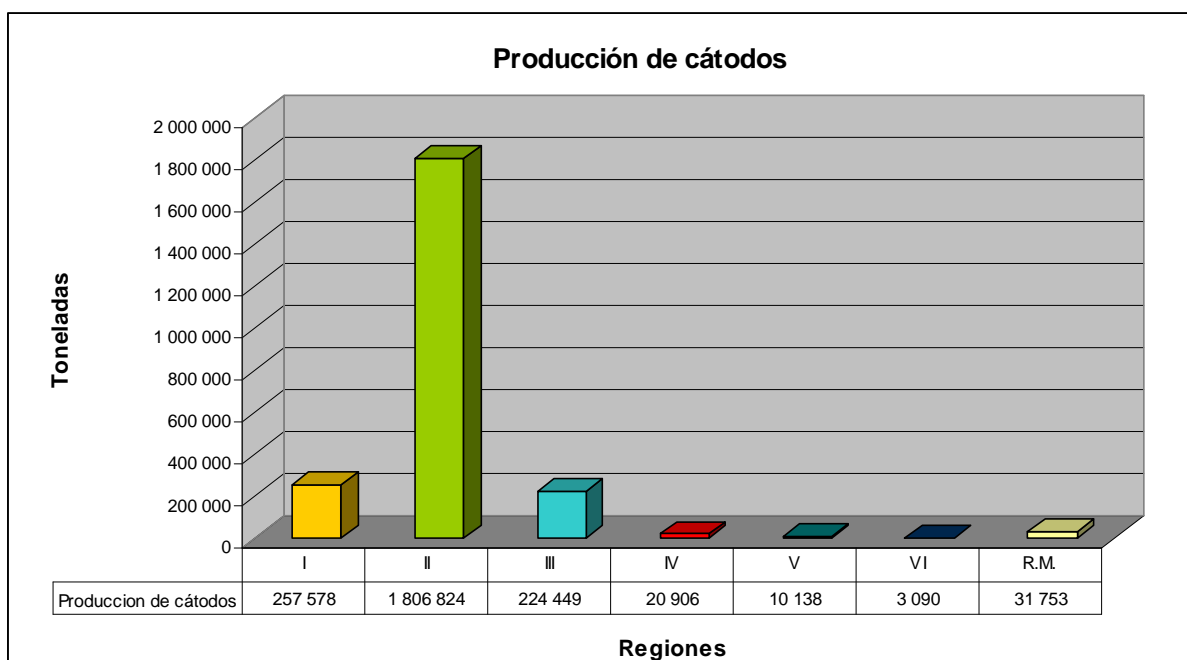


Gráfico n° 37 Repartición de la producción de cátodos por Región en 2004 (Toneladas) (Fuente: "Anuario de la Minería 2004" – INE / Servicio nacional de geología y minería)

Como se puede observar en el Gráfico n° 37, la II Región centraliza el 77% de cobre electrolítico producido. Las I y III Regiones concentran aproximadamente el 20% de la producción de cátodos y el 2,8% restante se reparte en las IV, V, VI Regiones y la R.M.

Siguiendo la lógica anterior, se puede estimar los consumos de agua caliente anuales necesarios a la producción de cátodos por Región, totalizando cerca de 4.907.500 miles de litros/año.

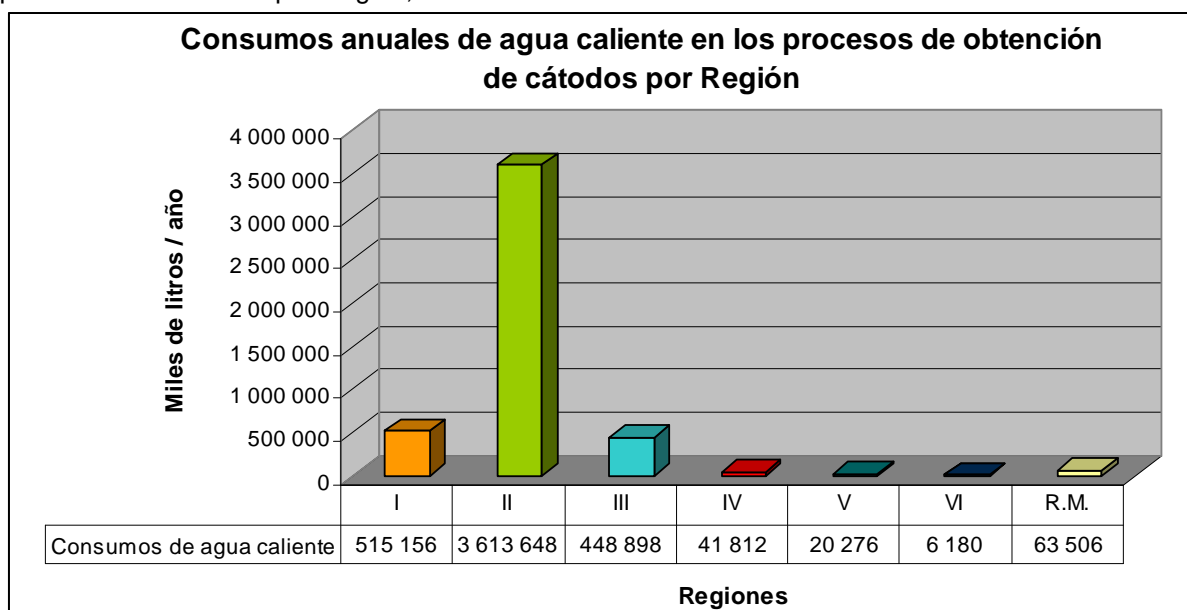


Gráfico n° 38 Consumo de agua caliente anual estimado en los procesos de obtención de cátodos por Región (miles de litros/año) (Fuente: Elaboración propia)

Se puede visualizar en el Gráfico n° 38 una distribución idéntica en porcentaje por Región a la de la producción de cobre fino (Gráfico n° 37), ya que los consumos de agua caliente son directamente proporcionales a las producciones de cátodos.

Demanda potencial máxima de colectores solares:

Teniendo en cuenta las hipótesis de fracciones de metros cuadrados de colectores solares instalados por cantidad de agua caliente a 60°C según regiones presentadas en página 28, el potencial máximo para la instalación de colectores planos en la industria minera en la zona estudiada es aproximadamente de **172 900 m²**. Se reparte de la manera siguiente:

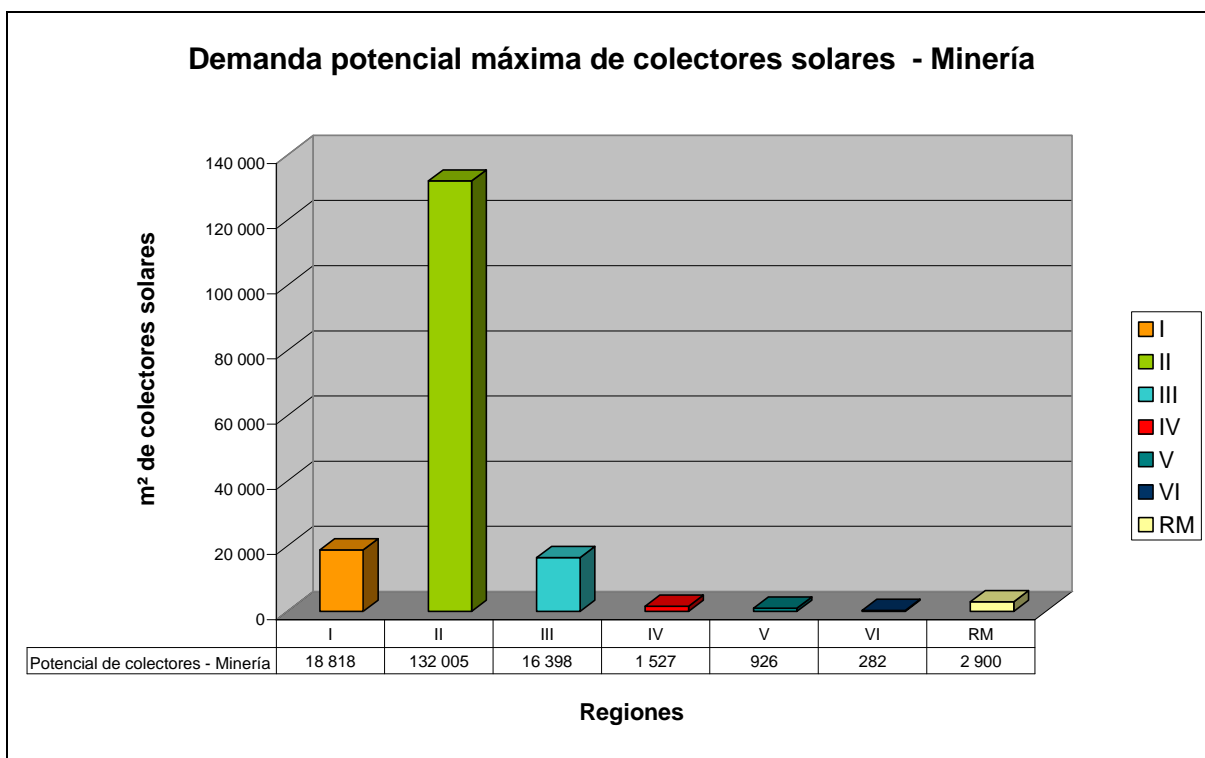


Gráfico n° 39 Demanda potencial máxima de instalación de colectores solares en la industria minera, por región (m²) (Fuente: Elaboración propia)

El mayor potencial para la instalación de colectores solares del sector se ubica en la II Región con cerca del 77% del mercado potencial, o sea 132.000 m². Las I y III Regiones concentran la casi totalidad del resto del mercado con unos 35.200 m².

Nota:

Hay que recordar que se estimó esta demanda potencial máxima considerando solamente los procesos de obtención de cobre fino.

Existe otra área de la minería que podría consumir agua caliente, esta es la de los Campamentos Mineros, donde los trabajadores pernoctan por largos períodos de tiempo. Generalmente se encuentran cercanos a la faenas (minas) por lo que no se establecen en lugares urbanizados.

En los campamentos debe existir una implementación completa de servicios básicos, considerando piezas, casinos y baños. Según el Reglamento de Seguridad Minera, se establece que debe existir una llave de agua caliente por cada 10 personas. Además, el Decreto supremo N° 594 sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en lugares de trabajo, señala que en lugares sin suministros de agua potable se debe mantener una dotación mínima de 100 litros diarios por persona. Sin embargo este potencial no es representativo con respecto al calentamiento de agua de proceso (<1%).

II-4.c - Mataderos

Introducción

Los mataderos son aquellos establecimientos donde se sacrifican y faenan los animales, destinados a consumo humano. En Chile existen 109 faenadoras de carnes, que se ubican a lo largo de todo el territorio. 12 se encuentran la Región Metropolitana, y la gran mayoría se encuentra en la zona sur del país.

El total de cabezas tratadas en la zona en estudio fue de 4.682.940 en el año 2005, repartidas entre bovinos, ovinos, porcinos, equinos y caprinos. En el gráfico siguiente se puede observar la cantidad de cabezas que se faenan según las Regiones en estudio.

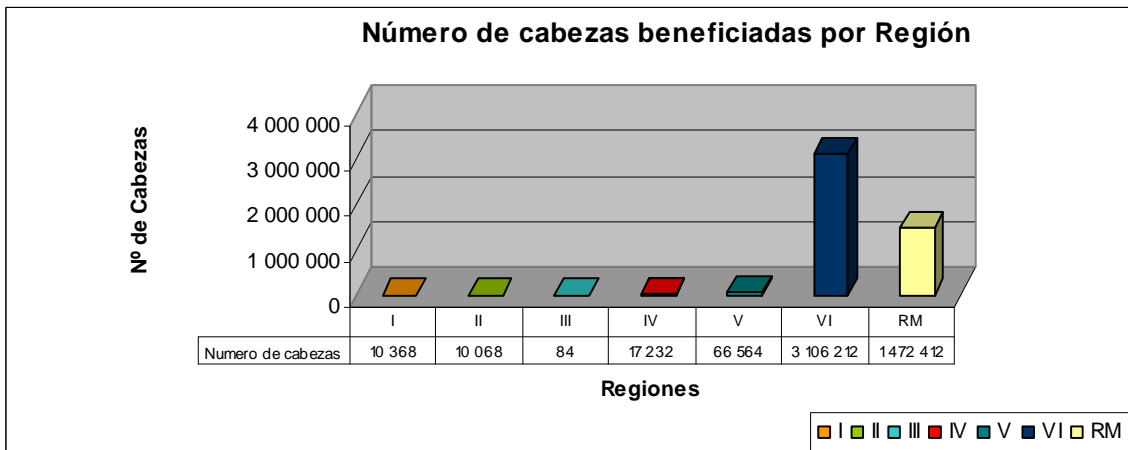
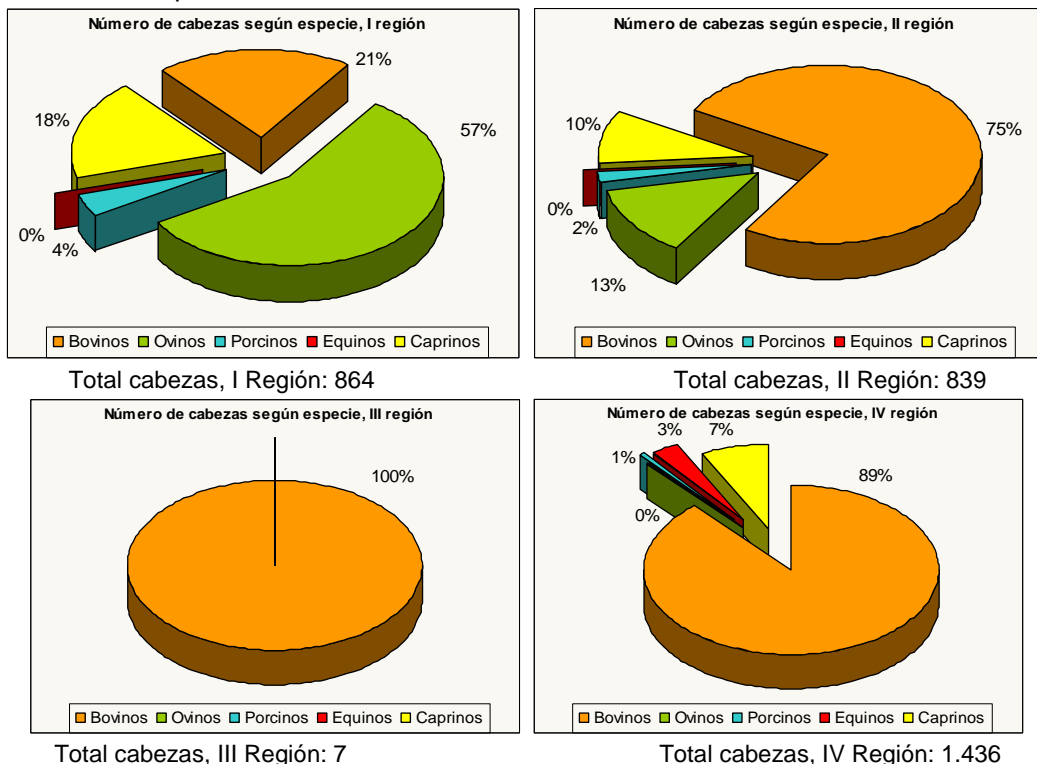


Gráfico n°40 Número de cabezas beneficiadas por Región (Fuente: INE, 2005)

Según lo anterior, se puede observar que el mayor número de cabezas tratadas en mataderos se encuentra en la VI Región, seguida por la R.M. la V y la IV Región. Con alrededor de 10.000 cabezas la I y II Región y la de menor producción la tercera con sólo 84 cabezas.

Es de interés conocer la distribución de cabezas según especie ya que determina el consumo de agua, siendo distinta para cada una.



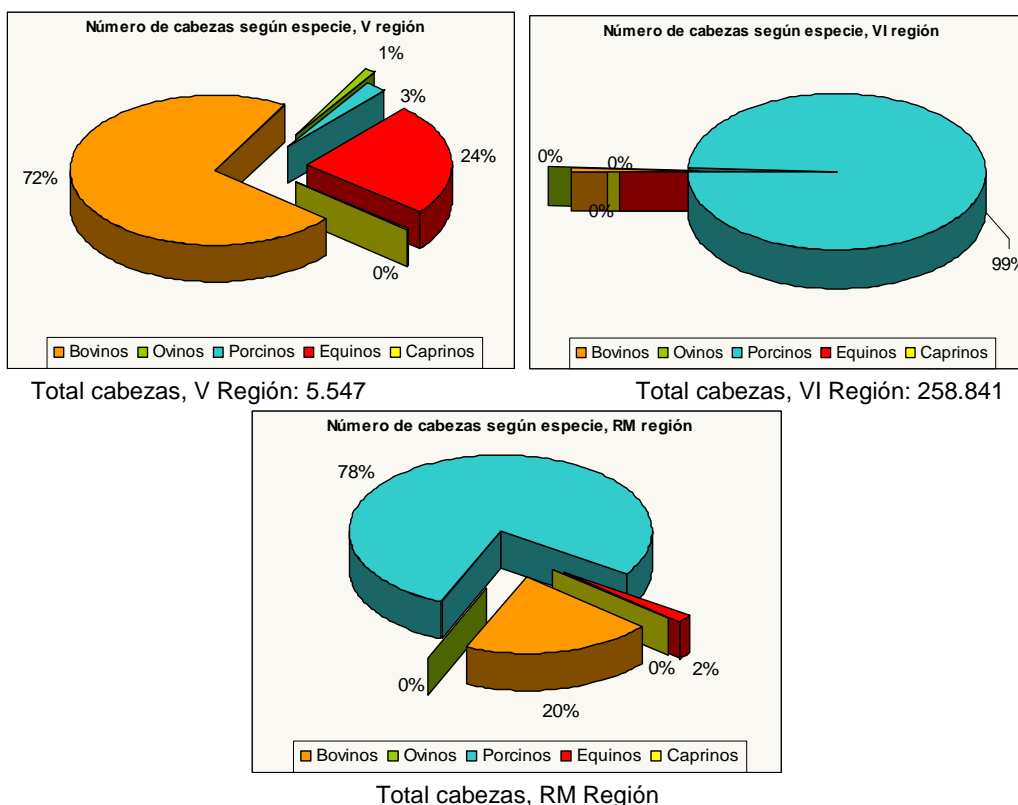


Gráfico n°41 Porcentaje y participación según especie, por Región (Fuente: INE, 2005)

En las regiones II, III, IV, V existe un dominio de cabezas Bovinas procesadas, en la VI y RM dominan los Porcinos y en la I los Ovinos, según la información del Instituto Nacional de Estadísticas (2005).

Consumo de agua y demanda potencial máxima de colectores solares

Dentro del proceso de los mataderos se utilizan diferentes temperaturas para los distintos animales faenados. En la etapa de escaldado para aves la temperatura se debe encontrar entre 50 – 55°C y para cerdos entre 58 - 62°C, recordando que en esta etapa se persigue facilitar la extracción de plumas y pelos respectivamente. En estos procesos conviene el uso de colectores solares planos, ya que su rendimiento es bastante bueno a estas temperaturas.

En la etapa de esterilización de instrumentos, el agua debe estar por sobre los 80°C, de manera de poder lograr su objetivo. El uso de colectores tubulares es más adecuado para calentar agua a estas temperaturas elevadas que el uso de colectores planos. En todo caso, no se puede considerar 2 tipos de colectores en una misma instalación. Consideramos el uso de los colectores planos para calentar el agua de escaldado.

Según la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), el agua utilizada en el lavado y enfriamiento por cada una de las especies es el siguiente:

- Bovino o equino: 1.200 litros por cabeza
- Porcino: 500 litros por cabeza
- Ovino y caprino: 200 litros por cabeza

Para el caso en estudio se considerará que el 30 % del agua consumida corresponde a agua caliente ya que se utiliza para el lavado y para el escaldado.

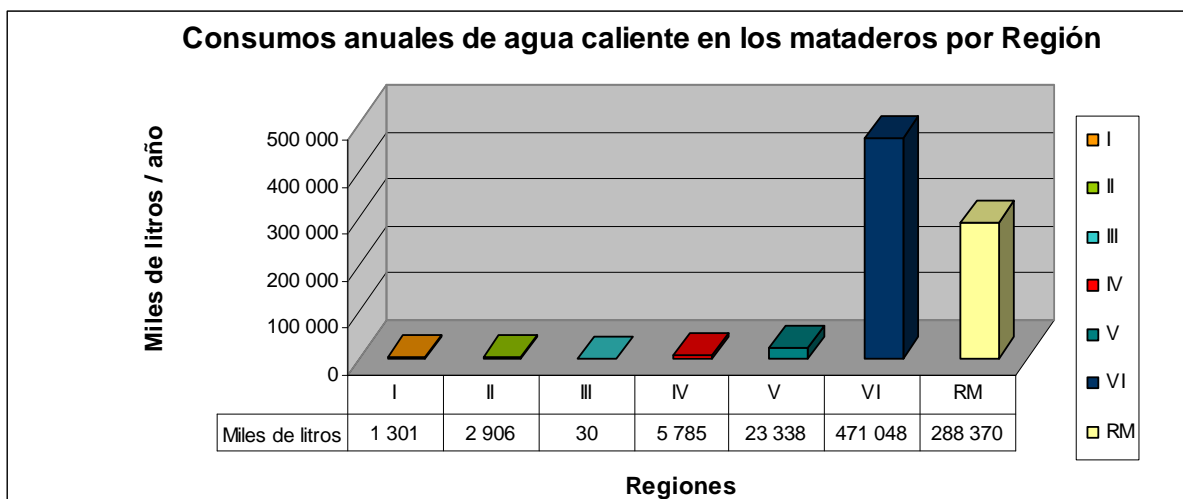


Gráfico n° 42 Consumo anual de agua caliente (miles de litros / año) en mataderos, por Región (Fuente: Elaboración Propia)

Se puede inferir que el consumo total de agua caliente en mataderos en la zona de estudio es de 792.778.320 al año, bajo el supuesto que el 30% del consumo total es agua caliente.

Las regiones de mayor consumo son la VI y la R.M. con 471.048 y 288.370 miles de litros respectivamente. La de menor consumo es la III con sólo 30 mil litros. El resto de la Regiones se encuentran entre 1.300 y 23.000 miles de litros.

Demanda potencial máxima de instalación de colectores solares:

Teniendo en cuenta las hipótesis de fracciones de metros cuadrados de colectores solares instalados por cantidad de agua caliente a 60°C según regiones presentadas en página 28, el potencial máximo para la instalación de colectores planos en los mataderos de la zona estudiada es aproximadamente de **36.000 m²**.

Se reparte de la manera siguiente:

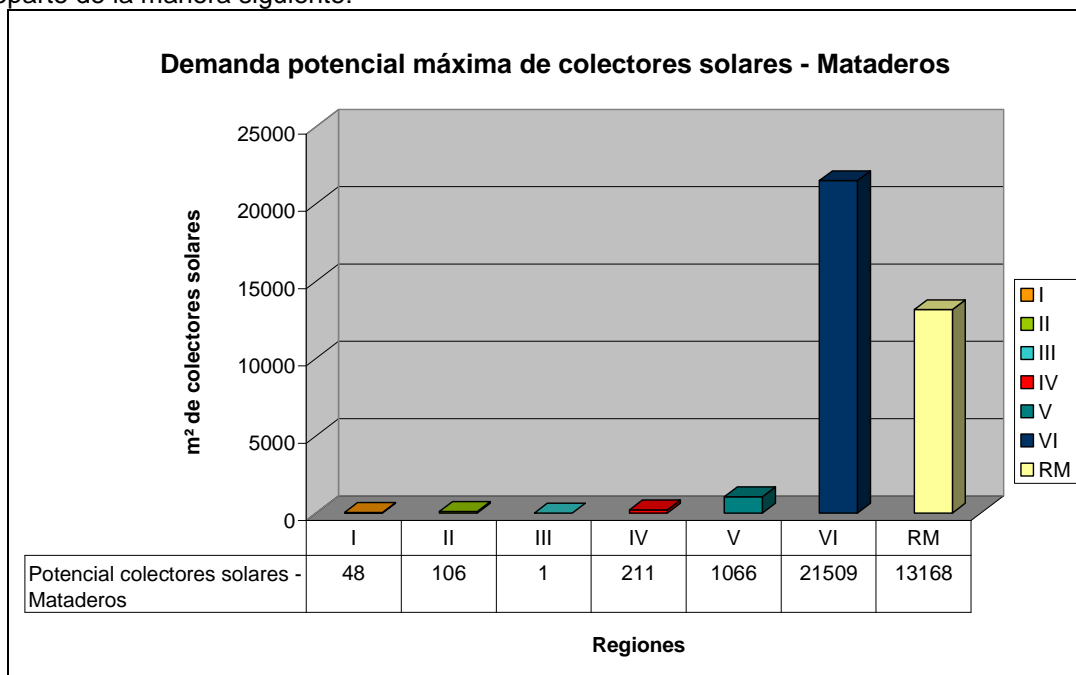


Gráfico n° 43 Demanda potencial máxima de instalación de colectores solares en la industria avícola, por Región (m²) (Fuente: Elaboración Propia)

El mayor potencial para la instalación de colectores solares en los mataderos se presenta en la VI Región y la R.M. que concentran cerca de 96% del mercado potencial con alrededor de 35000 m².

II-4.d - Conserveras

Según lo estudiado y recopilado la industria conservera utiliza grandes volúmenes de agua caliente, generalmente obtenidas en calderas que utilizan como combustible carbón o petróleo ya que sus costos son más bajos que el gas natural u otro combustible menos contaminante.

En el proceso se utiliza para esterilización, escaldado de frutas, cocción, limpieza de instrumentos, entre otras.

Por ejemplo, para la esterilización se utiliza agua a temperatura por sobre los 130 ° C, para el escaldado de fruta se ocupan aguas entre 95 y 100°C y para la cocción superior a los 60°C.

Según lo anterior, esta industria no forma parte de la demanda potencial, en primera instancia, de colectores solares, ya que las temperaturas que se ocupan en el proceso pueden implicar un mal rendimiento de estas tecnologías. Es así que el estudio de caracterización de esta industria ha quedado fuera del presente informe.

II-5 - OTROS SECTORES

II-5.a - Regimientos militares

En la zona en estudio se encuentran alrededor de 18 regimientos, los cuales por sus características propias se encuentran, generalmente fuera del área urbanizada.

Lamentablemente la información de la cantidad de personas que habitan en los regimientos es de carácter confidencial, lo que no permitió obtener una estimación del consumo de agua caliente.

Lo anterior no significa que el proyecto sea inviable si no que se deberá seguir el conducto militar para presentar proyectos formales, los cuales están a otro nivel de estudio.

II-5.b - Establecimientos educativos

Puede ser interesante equipar ciertos establecimientos educativos que presentan necesidades de ACS importantes con una instalación solar pero no es una aplicación ideal para la tecnología solar térmica.

De hecho, el perfil de los consumos de agua caliente sanitaria de un establecimiento educativo no es constante a lo largo del año y no coincide con el período de mayor radiación solar, es decir el verano cuando no está ocupado, lo que puede afectar la rentabilidad de la instalación así como aumentar los riesgos de sobrecalentamiento.

Sin embargo, el interés de equipar las escuelas con colectores solares es el impacto pedagógico que puede tener sobre los alumnos y profesores.

Otra medida interesante de realizar en paralelo a la instalación de colectores solares, es una campaña de sensibilización para los ocupantes, como por ejemplo, la organización de clases de medioambiente y la realización por los niños de cartas que indican que se lavan las manos o se duchan con agua caliente solar.

Por lo tanto, es preferible considerar el sector educativo en el marco de proyectos de demostración y estudiar cada caso específicamente, que analizarlo en su globalidad para definir el potencial que podría presentar para el mercado de colectores solares térmicos.

III - RESUMEN DE RESULTADOS

El área en estudio⁽¹²⁾ muestra un potencial de mercado de colectores solares en todos los sectores estudiados, con un valor total máximo estimado cercano a los 6.133 millones de m² de colectores, sin contabilizar el sector minero que necesita estudios complementarios para un análisis profundo.

En la siguiente tabla se resumen los principales resultados de la demanda potencial de colectores solares según las categorías analizadas para las Regiones I a VI y la R.M..

Categoría	m ²	%
Turismo	12.700	0,2%
Servicios de salud	15.400	0,2%
Parque viviendas existentes	4.466.000	70,8%
Parque viviendas nuevas (potencial acumulado 2006 - 2015)	1.535.000	24,3%
Avícola	70.500	1,1%
Minería	172.900	2,7%
Mataderos	36.000	0,6%
Total	6.308.500	100,0%

Tabla n°5 Resumen del potencial máximo del Mercado solar térmico según categoría (Fuente: Elaboración propia)

El parque de viviendas existentes presenta un marcado dominio con cerca del 71% de la demanda potencial máxima para colectores solares, seguido por el parque de viviendas nuevas con un 24%, el 5% restante se distribuye en el resto de las categorías, el sector de la minería representando cerca del 3%. La menor participación se encuentra en los servicios de salud y el sector del turismo con el 0.002% cada uno.

En cuanto al potencial máximo para el mercado solar térmico a nivel regional, la distribución de la demanda potencial de colectores solares total según Región⁽¹²⁾ es la que se muestra a continuación.

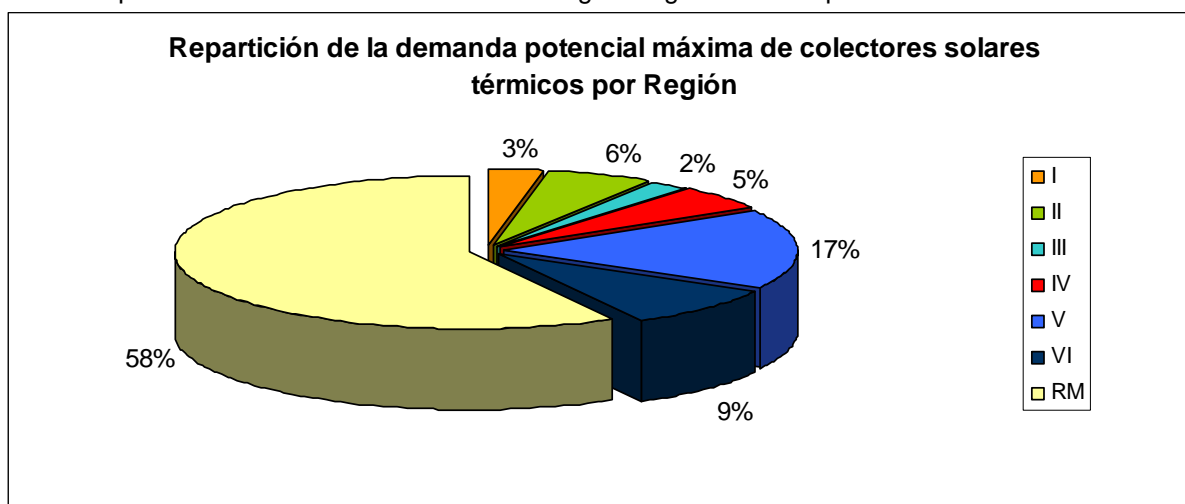


Gráfico n°44 Distribución de la demanda potencial de colectores solares según Región (Fuente: Elaboración Propia)

De la distribución de la demanda potencial máxima de colectores por Región, se puede inferir que en orden de mayor a menor importancia se encuentra la R.M., V, VI, II, IV, I y finalmente la III Región. **La RM se destaca del resto de las regiones, el 58% de la demanda potencial máxima se concentra en esta Región.**

⁽¹²⁾ En este capítulo, no se considera los resultados relativos a las Regiones VII y VIII del sector residencial para poder comparar los potenciales de las regiones entre ellos.

IV - CONCLUSIONES⁽¹³⁾

El agua caliente es un producto muy versátil que abarca variados sectores y distintas formas de uso. En las categorías estudiadas se observó el consumo de agua caliente para usos sanitarios, para tratamientos de minerales, para escaldado, entre otras.

El área en estudio muestra una demanda potencial de colectores solares en todos los sectores estudiados. Sin embargo el sector residencial se destaca distintamente, concentrando más de 96% de la demanda potencial máxima de colectores solares, parque de viviendas existentes y parque de viviendas nuevas, con unos 6.001.000 m² de colectores solares.

En el 2005, el mercado solar térmico francés era destinado al 93% al sector residencial, lo que confirma la importancia de ese sector en un mercado solar desarrollado.

Además, hay que señalar el impacto social que podría tener la energía solar si se considerara para las viviendas de gente con menos recursos que no se pueden permitir duchar con agua caliente.

El resto de los sectores estudiados presentan una demanda potencial interesante también, aunque sea mucho menos importante que para el sector viviendas.

En efecto, los sectores de la salud y del turismo representan sólo el 0,2% cada uno de la demanda potencial total. Pero pueden tener un impacto social y demostrativo muy importante para el desarrollo de la energía solar térmica en Chile (desarrollo del turismo local verde, ACS en todos los hospitales).

La instalación de colectores solares en el sector industrial debe ser rentable para que sea considerada, ya que la mayoría de las empresas invierten según prioridades a menudo puramente económicas. Sin embargo, la imagen ecológica que pueden dar las empresas y su independencia energética empiezan a pesar en las decisiones de inversión de los empresarios.

Considerando lo anterior, la industria puede representar un potencial interesante para la energía solar térmica, sobretodo con el aumento de los precios de los combustibles. Los sectores industriales analizados en este estudio representan un 4,4% de la demanda potencial máxima de colectores, el 60% de esta participación siendo la del sector minero.

La Región Metropolitana concentra el 58% del potencial de demanda máxima de colectores solares, encontrándose muy por arriba de las otras regiones, siendo la principal zona urbana del país.

Se recuerda que los resultados presentados en este análisis de demanda potencial no son representativos del futuro mercado solar térmico ya que no se han considerado restricciones técnicas o económicas para la implementación de los colectores. En cambio, equivalen a un potencial máximo para este mercado, lo que representa una referencia detallada para estimar los impactos o definir lo objetivos del Plan Nacional de Fomento al Uso de Colectores Solares.

⁽¹³⁾ Las cifras de demanda potencial máxima de colectores solares en Chile son extraídas del capítulo III.

BARRERAS AL DESARROLLO DEL MERCADO SOLAR TÉRMICO CHILENO

Las entrevistas con los actores del campo energético organizadas durante la recopilación de datos, permitieron establecer una pre-identificación de las principales barreras al desarrollo del mercado solar térmico chileno, presentadas a continuación:

- Alto coste inicial
- Competencia con los calefones
- Desincentivos municipales para instalaciones solares térmicas (ley rentas municipales)
- Falta de mecanismos de financiamiento
- Falta de capacitación profesional
- Desconocimiento de la tecnología a nivel del sector público y privado
- Reglamentación inexistente (homologación,...) a nivel nacional
- Contrainformación sobre la tecnología (desprestigio de la tecnología debido a mala experiencia en años noventa)

Hasta ahora, la falta de apoyo e intervención del estado para la promoción y el desarrollo de la energía solar térmica penalizó el mercado. Sin embargo, con el lanzamiento del Programa de fomento al uso de los colectores solares, siendo este estudio de mercado la primera etapa, la situación podría evolucionar rápidamente.

CONCLUSIONES

Chile presenta una fuerte dependencia energética debido a la creciente necesidad de importar petróleo y derivados y gas natural para satisfacer su demanda interna y mantener su nivel de crecimiento económico.

Además, la decisión de Argentina de aplicar restricciones sobre las exportaciones de gas natural hacia Chile, así como el incremento del precio del petróleo desencadenan una crisis energética que amenaza el crecimiento económico del país.

Consciente de la situación, el Gobierno ha emprendido medidas para reducir su dependencia energética, recurriendo a nuevos recursos energéticos así como a la utilización eficiente de la energía.

Estas medidas no sólo permitirán diversificar la matriz energética del país sino que se inscriben en la toma de conciencia de los problemas medioambientales de la comunidad internacional.

Una de estas medidas consiste en la realización de un estudio para evaluar el interés de instaurar un programa de promoción y desarrollo de la energía solar térmica en Chile.

Este informe consiste en la primera etapa del estudio; proporciona una fotografía de la situación actual del mercado solar térmico Chileno así como una estimación de la demanda potencial máxima de colectores solares de varios sectores y la preidentificación de las barreras al desarrollo del mercado.

El mercado solar térmico es actualmente muy poco desarrollado, lo que se puede explicar en parte por la influencia de las contra-referencias de los años 80, por la falta de recursos profesionales y por la ausencia, hasta ahora, de una implicación del estado en la promoción de la energía solar térmica.

Además, la energía solar térmica sigue siendo una tecnología bastante cara frente a sistemas de producción de agua caliente sanitaria clásicos (calefones). Sin embargo, el aumento ineluctable del precio de los combustibles permitiría reducir esta diferencia económica.

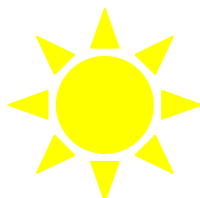
Ahora bien, la demanda potencial de colectores solares térmicos es muy importante especialmente en el sector residencial que representa un 96% de la demanda potencial máxima (parque de viviendas existentes y nuevas confundidos). Los sectores de la industria como el del turismo o de la salud pueden representar también una demanda potencial de colectores interesante pero mucho menos importante. La demanda potencial se concentra al 58% en la Región Metropolitana.

La demanda potencial máxima evaluada en este informe servirá de base a la definición de los objetivos de un Plan Nacional de fomento al uso de colectores solares. Según las acciones que lo compondrán, se establecerán las tasas de penetración del mercado solar térmico que se pretende alcanzar en cada sector considerado, según las prioridades del Gobierno (beneficio social, sensibilización medioambiental, reducción de la demanda energética de un sector particular, etc.).

Un programa que incluye:

- la instauración de medidas para garantizar la calidad de los equipamientos y de las redes de profesionales,
- el lanzamiento de campañas de sensibilización e información sobre la energía solar térmica,
- la implicación de las colectividades y Ministerios para promover la energía solar térmica,
- la definición de herramientas financieras con el fin de iniciar el aumento de las ventas de equipamientos solares y en consecuencia provocar la reducción de sus precios, combinado al aumento de los precios de los combustibles es la garantía de un crecimiento importante del mercado solar térmico.

El desarrollo del mercado solar térmico beneficiaría no sólo al país al nivel nacional, permitiendo reducir la dependencia energética del país, sino también al nivel local, mejorando las condiciones de vida de la población chilena que no tiene acceso o recursos al agua caliente sanitaria.



ANEXOS

Anexo 1: Nota metodológica

Anexo 2: Resumen misión Noviembre 2005

Anexo 3: Contenido del cuestionario de la encuesta dirigida a las empresas proveedoras de colectores solares térmicos

Anexo 4: Resultados de la encuesta dirigida a las empresas proveedoras de colectores solares térmicos

Anexo 5: Detalle de los cálculos de consumos de agua caliente y de demanda potencial máxima de colectores solares

- Anexo 5a - Extracto Manual de concepción de instalaciones solares "Eau chaude solaire, Manuel pour la conception, le dimensionnement et la réalisation des installations collectives" ADEME, 2002.
- Anexo 5b - "Guía para el control y prevención de la contaminación Industrial: Sector Criadero de aves, subsector productores avícolas" CONAMA
- Anexo 5c - "Análisis de sensibilidad del valor de EDRC", Pontificia Universidad Católica - Lagos, G. y Andina, M. 2000

Anexo 6: Glosario

Anexo 7: Ficheros Excel estadísticas viviendas construidas - MINVU

("Viviendas construidas 2003", "Viviendas construidas 2004", "Viviendas construidas 2005" y "Prog. Hab. 2006")