



UNIVERSIDAD
MAYOR

para espíritus emprendedores

Facultad de Ciencias

**CONSTRUCCIÓN
CIVIL**

FACULTAD DE ARQUITECTURA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN
ESCUELA DE CONSTRUCCIÓN CIVIL

SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS PARA VIVIENDA SOCIAL

Proyecto de Título para optar al Título de Constructor Civil

Estudiante:

Felipe Antonio Olivares Pino.

Profesor guía:

Mg. Rodrigo Ternero Saavedra

Diciembre 2018

Santiago, Chile

RESUMEN

En la actualidad las tecnologías solares empiezan a formar parte de la estrategia energética mundial. Toda una nueva generación de sistemas solares térmicos está disponible para dar respuestas a esta demanda, se trata de un equipo fiable y eficiente que empieza a ser usado amplia mente.

La energía solar térmica puede contribuir a la estabilidad del desarrollo sustituyendo parcialmente el consumo de recursos fósiles por energía solar y aportando soluciones energéticas en regiones con redes débiles o escasas de distribución de energía.

Por este motivo esta tesis pretende contribuir al fomento y utilización de la energía solar como alternativa para la producción de agua caliente sanitaria en viviendas sociales. En la actualidad, la fuerte demanda energética está provocando un alto grado de emisiones de contaminantes a la atmosfera por este motivo las energías renovables no convencionales se presentan como una fuerte alternativa frente a la disminución de recursos para enfrentar la demanda energética del mundo.

Frente a este desafío, se propuso instalar sistemas solares térmicos en viviendas sociales. Con el propósito que estas familias puedan tener agua caliente sanitaria a partir de la luz solar y así mismo tener un ahorro mensual que puede variar entre un 25% hasta 75%, según la zona geográfica y la estación del año en la que estemos.

El presente trabajo analiza el comportamiento que tienen dos sistemas solares térmicos: colectores solares plano y colectores solar tubo al vacío (heat-pipe) indirectos, que existen en el mercado para así entender cuál sería el equipo más eficiente y económico

que se pueda encontrar en el mercado. Al analizar las distintas tecnologías que existen en el mercado se pudo entender que los sistemas solares de tubo al vacío (heat-pipe) son más eficientes por la forma cilíndrica de su absorbedor que hace que la radiación que absorbe durante gran parte del día sea perpendicular por ende son más efectivos. Sin embargo, ambas tecnologías son una solución para la producción de agua caliente sanitaria. Por la parte económica se pueden optar por cualquier sistema ya que los precios no varían mucho siendo los sistemas placa plana un poco más costosos.

El sistema agua caliente sanitario obtiene la energía, para calentamiento de agua, desde la radiación emitida por el sol, la que es utilizada para calentar el agua de un estaque acumulador, el cual está conectado a la red de agua caliente de la vivienda. Cabe resaltar que, utilizar este tipo de sistemas, otorgará al usuario importantes ahorros monetarios respecto a los sistemas convencionales, siendo además autónomo, inagotable y amigable con el medio ambiente, pues ayudará a disminuir la huella de carbono y, por ende, los gases de efecto invernadero producidos.

ABSTRACT

Today solar technologies are beginning to form part of the global energy Strategy. A whole new generation of solar thermal systems is available to give answers to this demand, it is a reliable and efficient equipment that begins to be used broadly.

Solar thermal energy can contribute to the stability of development by partially substituting the consumption of fossil resources by solar energy and providing energy solutions in regions with weak or scarce networks of energy distribution.

For this reason this thesis aims to contribute to the promotion and use of solar energy as an alternative for the production of domestic hot water in social housing. today, strong energy demand is causing a high degree of pollutant emissions to the atmosphere for this reason, nonconventional renewable energies are presented as a strong alternative to the reduction of resources for Face the World's Energy demand.

Faced with this challenge, it was proposed to install solar thermal systems in social Housing. With the purpose that these families can have sanitary hot water from the sunlight and also have a monthly savings that can vary between 25% to 75%, depending on the geographical area and the season of the year in which we are.

This paper analyzes the behavior of two solar thermal systems: flat solar collectors and solar collectors (heat pipe) indirect, which exist in the market to understand what would be the most efficient and economical equipment Can find in the Market. When analyzing the different technologies that exist in the market it could be understood that the solar systems of vacuum tube (heat pipe) are more efficient by the cylindrical form of its absorber which makes that the radiation that absorbs during much of the day is perpendicular are therefore more effective. however, Both technologies are a solution for the production of domestic hot water.

On the economic side you can opt for any system since the prices do not vary much being the flat plate systems a little more expensive.

The Sanitary hot water system obtains the energy, for water heating, from the radiation emitted by the sun, which is used to heat the water of an accumulator tank, which is connected to the hot water network of the House. It should be pointed out that using this type of system will give the user important monetary savings in relation to conventional systems, being also autonomous, inexhaustible and environmentally friendly, because it helps to reduce the carbon footprint and, therefore, the greenhouse gases produced.

SOLO USO ACADÉMICO

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	i
ABSTRACT	iii
TABLA DE CONTENIDO	v
INDICE DE TABLAS	viii
INDICE DE FIGURAS	ix
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. ANTEDCEDENTES GENERALES	1
1.1 Energía solar	1
1.2 Radiación Solar	2
1.3 Desarrollo histórico	4
1.3.1 Contribución de la energía solar térmica	5
1.3.2 Energía solar en Latinoamérica	7
1.3.4 Energías Renovables en Chile	10
1.3.4 Radiación solar en Chile	10
1.4 Breve historia del uso de la radiación solar por parte de las personas	12
1.5 Tipos de colectores solares	13
CAPÍTULO 2. MARCO TEORICO	18
2.1 Energías renovables	18
2.2 Tipo de energías renovables	19
2.2.1 Energía solar	19
2.2.2 Energía eólica	21
2.2.3 Energía hidráulica	22
2.2.4 Energía de la biomasa	24
2.2.5 Energía mareomotriz y de las olas	25
2.2.6 Energía geotérmica	27
2.3 Una instalación solar térmica está formada por varios sistemas	28
2.4 Aspectos económicos y sociales de una instalación de energía solar térmica en una vivienda	32

2.5	Descripción del Sistema Solar Térmico y su funcionamiento	34
2.6	Colector Solar Térmico o Colector Solar	35
2.7	Placa Característica.....	35
2.8	Orientación e inclinación de los colectores.....	36
2.9	Circuitos hidráulicos	37
2.9.1	La construcción interna del acumulador	38
2.9.2	Intercambiador de calor	38
Fuente: file:///C:/Users/jose/Descargas/Manual%20Sistemas%20Solares%20Termicos-2014%20(2).pdf.....		39
2.10	Componentes de un sistema solar térmico.....	39
2.11	Análisis de sistemas solares para agua caliente sanitaria	40
2.12	Colectores solares de tubos de vacío	40
2.13	Colectores solares de placa plana	46
2.13.1	Absorbedor.....	48
2.14	Depósito Acumulador (DA) o Acumulador.....	50
2.15	Estructura de soporte	51
2.16	Otros elementos de los Sistemas Solares Térmicos	52
2.16.1	Tuberías.....	53
2.16.2	Sistemas de Expansión.....	54
2.16.3	Purga de aire.....	55
2.16.4	Válvulas	55
2.16.5	Válvulas de corte	56
2.16.6	Válvula de retención (antirretorno)	56
2.16.7	Válvula mezcladora termostática	57
2.16.8	Válvulas de seguridad	58
2.16.9	Válvula manual de tres vías	59
2.17	Beneficios de un Sistema Solar Térmico	59
2.18	Ventaja y desventaja de la energía solar	60
2.19	Hipótesis	63
CAPÍTULO 3. PROGRAMA DE PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO FAMILIAR (PPPF).....		64
3.1	Subsidio directo para viviendas sociales existentes	64

3.2 En qué consiste.....	64
3.3 Subsidio en el Programa de Reconstrucción de viviendas.....	64
3.4 Franquicia tributaria para viviendas nuevas.....	65
CAPÍTULO 4. OBJETIVOS.....	66
4.1 Objetivo General	66
4.2 Objetivos específicos	66
CAPÍTULO 5. DESARROLLO	67
5.1 Comparaciones de los distintos colectores	68
5.1.1 Diferencias de los sistemas solares térmicos	69
5.1.2 Comparación de precios.....	69
5.2 Instalación de un sistema solare térmico	70
5.3 Esquema de instalación del sistema solar térmico.....	74
5.4 Caso instalación de sistemas solares en Villa Magister	75
5.4.1 Postulación.....	76
5.4.2 Información Geográfica de Villa Magister, Maipú	77
5.4.3 Plano de emplazamiento	77
5.4.4 Estrategia metodología	78
5.5 Potencial energético de la zona	78
5.5.1 Dimensionamiento.....	78
5.5.2 Diseño	79
5.5.3 Angulo de inclinación.....	79
CONCLUSIÓN	80
BIBLIOGRAFÍA	82

INDICE DE TABLAS

Tabla 5. 1 comparación de los sistemas solares térmicos. 68

SOLO USO ACADÉMICO

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 Esquema de los diferentes tipos de energía que pueden obtenerse a partir del Sol.	1
Figura 1. 2 Mapa de Energía Solar	2
Figura 1. 3 Esquema de la radiación que llega a la Tierra.	3
Figura 1. 4 Mapa de la Radiación Solar en Chile.	11
Figura 1. 5 Central de destilación solar en el desierto de Atacama construida en 1872..	13
Figura 1. 6 colector solar placa plana	14
Figura 1. 7 los sistemas de calefacción solar de piscinas son eficientes y fácil de usar. Solo hay cuatro componentes en el kit completo: un colector solar, una bomba, una válvula y un filtro.....	15
Figura 1. 8 Colector de aire aplicado en calefacción	15
Figura 1. 9 Colectores al vacío	16
Figura 1. 10 Colector solar térmico tubo de calor.	17
Figura 1. 11 colector cónico o esférico.	17
Figura 2. 1 Planta solar cerro dominador ubicada en Antofagasta	20
Figura 2. 2 Parque eólico Cuel	22
Figura 2. 3 Central hidroeléctrica Pelelfu	24
Figura 2. 4 Energía de la Biomasa.....	25
Figura 2. 5 Cinfuncho II es un equipo undimotriz, capaz de obtener energía del movimiento de las olas.....	26
Figura 2. 6 Pozo geotérmico volcán Tolhuaca.	28
Figura 2. 7 Mecánica hidráulica de un sistema solar térmico	34
Figura 2. 8 Orientación de un sistema solar	36
Figura 2. 9 Funcionamiento de los circuitos hidráulicos	37
Figura 2. 10 Características de un Sistema Solar directo.....	38
Figura 2. 11 Características de un Sistema Solar Indirecto.....	39
Figura 2. 12 Componentes de un Sistema Solar Térmico	39
Figura 2. 13 Partes de un tubo al vacío	41
Figura 2. 14 Efecto sifon. Como estos calentadores trabajan con circulación natural, requieren una inclinación mínima de 20° con relación al plano horizontal	43
Figura 2. 15 El absorbedor es recorrido en su superficie por un tubo (preferiblemente de cobre) por la que circula el fluido que eleva su temperatura al contacto con la radiación	44
Figura 2. 16 Este proceso (evaporación-condensación) se repite mientras dure la radiación del sol o hasta que el colector haya alcanzado una temperatura muy alta entorno a los 130° C o más	45
Figura 2. 17 Elementos de un colector solar térmico de efecto invernadero.	47

Figura 2. 18 Distribución de la radiación en un colector solar plano	48
Figura 2. 19 Esquema de funcionamiento “heta Pipe”	49
Figura 2. 20 Dibujo de circuito primario tipo parrilla y tipo serpentín por el cual se transporta el líquido calo portador.	50
Figura 2. 21 Estructura afianzada a techumbre	52
Figura 2. 22 http://www.sitiosolar.com/los-colectores-solares-de-tubo-de-vacio/	53
Figura 2. 23 Sistema de expansión del circuito secundario o abierto	54
Figura 2. 24 Purgar de aire.	55
Figura 2. 25 Válvula de corte	56
Figura 2. 26 Válvula antirretorno.	57
Figura 2. 27 Válvula mezcladora termostática	57
Figura 2. 28 Válvula de seguridad	58
Figura 2. 29 Válvula manual de tres vías.	59
Figura 5. 1 Comparación de precios y características.	69
Figura 5. 2 Precio de los accesorios para una instalación.	70
Figura 5. 3 En esta figura se muestra el refuerzo que se le realizo a las cerchas de la vivienda y el anclaje de la estructura de soporte	71
Figura 5. 4 En la figura se muestra un sistema solar térmico montado y fijado en la techumbre de una vivienda.	72
Figura 5. 5 En la figura se muestra la instalación de la válvula termostática y tres vías.	73
Figura 5. 6 Sistema solar térmico	74
Figura 5. 7 Muestra la ubicación de villa magister.	77
Figura 5. 8 Plano de emplazamiento	77

INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente trabajo apunta directamente a la mejora en la calidad de vida de las familias y la reducción de emisiones a la atmosfera e impactos en el medio ambiente.

El sol produce energía en forma de radiación electromagnética (derivada de las reacciones de fusión que tienen lugar en su interior, por las que el hidrogeno que contiene se transforma en helio) y es sin duda la fuente energética más grande con la que cuenta la tierra, considerándose inagotable. Los fenómenos producidos por el sol dan origen a los recursos en los que se basan la energía renovable. Un Sistema Solar Térmico transforma la energía solar en energía térmica.

La radiación solar se define como la energía procedente del sol en forma de onda electromagnéticas y en una magnitud que se puede expresar en términos de potencia o energía por unidad de área: kWh. En Chile, cada m² de superficie horizontal recibe, de norte a sur, entre 2.200 y 900 kWh de energía al año.

Un Sistema Solar Térmico corresponde a un conjunto de equipos y componentes que conforman una instalación solar térmica, que permite el aprovechamiento de la energía solar para la producción de Agua Caliente Sanitaria para el consumo doméstico. La instalación de un Sistema Solar Térmico permite entregar un beneficio a las familias que no cuentan con un medio para la producción de Agua Caliente Sanitaria (según Casen 2016, un 11,6% de los hogares chilenos no lo poseen), lo que se traduce en una mejora sustantiva en la calidad de vida. Y para las familias que si cuentan con un medio para la producción de Agua Caliente Sanitaria (generalmente calefón a gas), la incorporación de un Sistema Solar Térmico puede generar un ahorro importante en el consumo anual de energía.

En el sector residencial, el segundo consumo de energía más importante corresponde a energía utilizada para la producción de Agua Caliente Sanitaria, alcanzando un 17,6% del consumo total de energía residencial a nivel nacional.

Finalmente, la incorporación de Sistemas Solares Térmicos (SST) en el sector vivienda, permite generar una importante disminución en el consumo de energía como el gas, la electricidad o la leña, sustituyéndola por una energía limpia y renovable como la energía solar, para la obtención de Agua Caliente Sanitaria (ACS).

SOLO USO ACADÉMICO

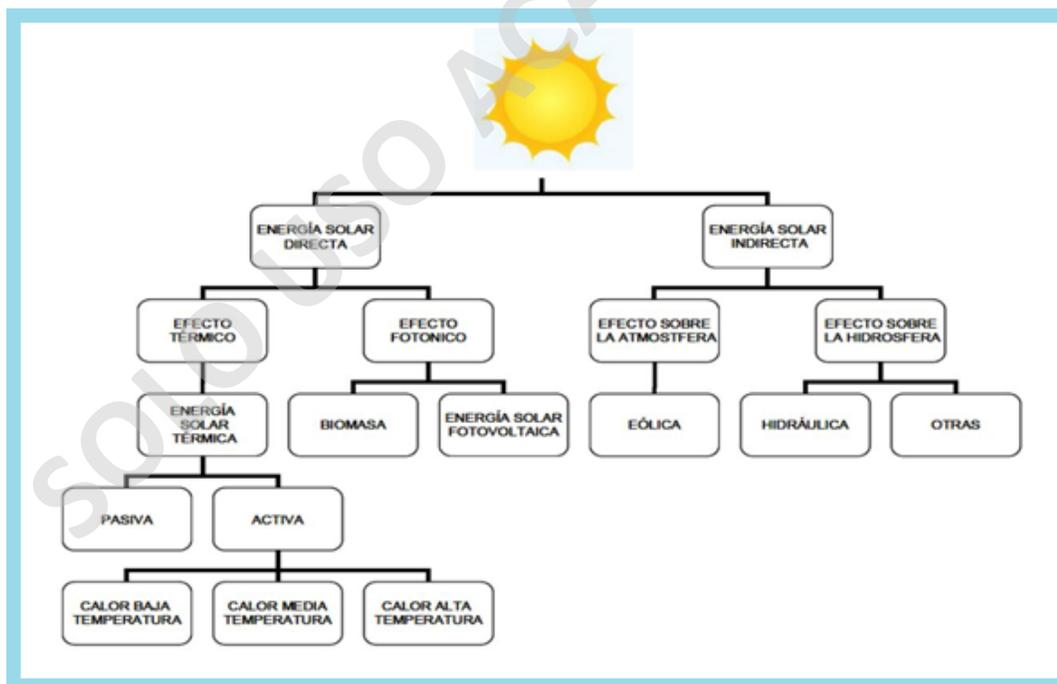
CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1 Energía solar.

El Sol produce energía en forma de radiación electromagnética derivada de las reacciones de fusión que tienen lugar en su interior, por lo que el hidrógeno que contiene se transforma en helio. Es, sin duda, la fuente energética más grande con la que cuenta la Tierra y se considera inagotable.

Los fenómenos producidos por el Sol dan origen a parte de los recursos en los que se basan las energías renovables. Esto se muestra en la *figura 1.1*.

Figura 1. 1 Esquema de los diferentes tipos de energía que pueden obtenerse a partir del Sol.



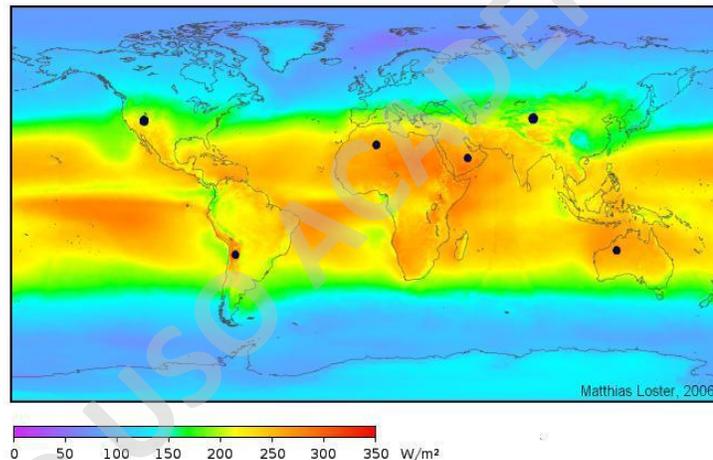
Fuente: <https://cuadrocomparativo.org/cuadros-sinopticos-sobre-energia-solar-y-electrica/>

El Sol es considerado una esfera de $13,9 * 10^5$ [km] de diámetro. La superficie del Sol es aproximadamente equivalente a un cuerpo negro con una temperatura de 6000 [K] y emite $4,46 * 10^{23}$ [kW-h] de energía radiante.

1.2 Radiación Solar

La Radiación Solar se define como la energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas y es una magnitud que se puede expresar en términos de potencia o energía por unidad de área: [kW-h].

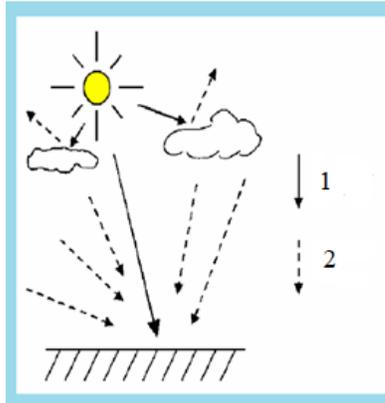
Figura 1. 2 Mapa de Energía Solar



Fuente: http://www.ez2c.de/ml/solar_land_area/

La instalación de centrales de Energía Solar en las zonas marcadas en el mapa podría proveer algo más que la Energía actualmente consumida en el mundo (suponiendo una eficiencia de conversión energética del 8%). En este mapa se puede observar las zonas donde llega mayor Radiación Solar a la tierra. Los colores muestran un promedio de tres años de Radiación Solar, incluyendo noches y la cobertura de nubes. El color rojo indica la máxima Radiación y el violeta donde no hay Radiación.

Figura 1. 3 Esquema de la radiación que llega a la Tierra.



Fuente: https://www.researchgate.net/figure/Figura-2-Esquema-de-radiacion-solar-directa-y-difusa-Fuente-Imagen-extraida-desde_fig1_303857438

La Radiación Solar que llega a la superficie terrestre está formada principalmente por la radiación directa y radiación difusa.

- **Radiación directa (1):** Es aquella que alcanza la superficie directamente desde el Sol sin experimentar cambios.
- **Radiación difusa (2):** Se considera como aquella que ha sufrido cambios debido a su interacción principalmente con los componentes atmosféricos.

El valor de la radiación solar sobre una superficie va a estar condicionado principalmente por el periodo del año, la latitud y longitud del lugar, orientación e inclinación de dicha superficie, condiciones climáticas del lugar, etc.

La radiación solar medida fuera de la atmósfera en un plano perpendicular a la radiación incidente y a distancia media al sol se le denomina constante solar I_0 y es igual a $1353 \text{ [W/m}^2\text{]}$.

La condición óptima de inclinación y orientación de una superficie para captar mayor radiación solar es aquella que sigue la trayectoria del Sol, de manera que la superficie se mantenga perpendicular al Sol en cada instante.

1.3 Desarrollo histórico

En los años 70, cuando la humanidad sufrió la llamada crisis del petróleo se crearon en EE. UU., Europa, y otras regiones, muchas compañías para fabricar, vender e instalar nuevos productos, basados en energía solar, para el calentamiento de agua en viviendas, edificios públicos y en piscinas. La comercialización entusiasta de esta tecnología fue apoyada por proyectos de investigación y desarrolla parcialmente por financiación de la administración, creándose grandes esperanzas en un mercado que crecía constantemente.

A mediados de los 80 la situación cambio, los precios del petróleo comenzaron a caer y los temores públicos sobre un agotamiento de los recursos convencionales fósiles se fueron apagando. La industria solar sufrió las consecuencias de esta desmotivación y la mayoría de las empresas recientemente formadas fueron desapareciendo. Las empresas que consiguieron sobrevivir mejoraron sus productos, reorganizaron los métodos de producción e introdujeron controles de calidad para satisfacer las demandas de los consumidores más exigentes.

Durante los años 80 se desarrolló una tecnología avanzada denomina energía solar de baja temperatura, basada en tubos colectores de vacío. Esta tecnología resultaba más cara que las de colectores planos, pero era significativamente más eficiente, permite alcanzar mayores temperaturas aumentando su demanda en el mercado, respecto a los colectores planos, especialmente en Alemania.

Desde finales de los 90 se estaba acelerando la implantación de la solar térmica debido a una mayor conciencia mundial sobre el calentamiento climático y los compromisos de

los países de disminuir el consumo de fósiles, como el de Kyoto pero esto no ocurre en todos los países.

Actualmente, las tecnologías solares son parte de la estrategia energética mundial. En las regiones desarrolladas, al tiempo que aumenta la preocupación general por la contaminación y la naturaleza no renovable de los actuales suministros de energía, los ciudadanos empiezan a valorar el uso de las fuentes limpias y renovables para atender sus necesidades.

En regiones con redes débiles o escasas de distribución de electricidad, la energía solar térmica aporta soluciones para aplicaciones rurales y para algunas aplicaciones industriales. Toda una nueva generación de sistemas solares térmicos está disponible para dar respuesta a esta demanda, se trata de equipos fiables y eficientes que empiezan a ser usados ampliamente.

1.3.1 Contribución de la energía solar térmica

Es importante tener presente que la disponibilidad de la energía amplía enormemente las posibilidades de desarrollo humano.

Los países industrializados poseen una infraestructura energética sólida, medios de transformar energía muy sofisticados, personas cualificadas y, por supuesto, el nivel de vida más elevado.

En la actualidad, EE. UU. y los países de la unión Europea consumen al año más del 50% de la energía mundial, estando su desarrollo industrial amenazado por continuas crisis relacionadas con el petróleo, por los que ponen su interés en otras fuentes de energías alternativas, que son prácticamente inagotables, que no contaminan y que no producen desequilibrio ecológico, ni energético.

Es de gran importancia el desarrollo de técnicas que permitan aprovechar la energía que el sol suministra a la tierra y se estima que será la que represente una mayor aportación dentro del campo de las energías renovables.

La energía solar debe intentar ser competitiva con las tecnologías que se basan en el consumo de petróleo, gas, carbono y de energía nuclear, de modo que en un futuro pueda llegar a sustituirlo; claro está, sin perder los niveles de vida alcanzado.

Los inconvenientes fundamentales de la energía solar son: el coste final de la energía y la disponibilidad variable de dicha energía para cubrir la demanda. Si bien el sol es una fuente energética gratuita, las técnicas hoy conocidas que permiten el aprovechamiento de la energía solar a gran escala no lo son. Por ejemplo, es difícil que resulte rentable el cambiar toda la instalación en un edificio ya construido, para sustituirla por otro tipo solar.

En cuanto a aplicaciones de alta temperatura, incluida la generación de electricidad, los costes de los sistemas existentes en la actualidad no permiten aun la utilización de energía solar a precio y en cantidades aceptables. En este campo se está transitando desde una fase de experimentación, donde casi la totalidad de las instalaciones en servicio son de carácter experimental. A una fase comercial en países como Estados Unidos o España.

Es importante mencionar, que la primera planta de generación de electricidad comercial, con tecnología de receptor central en torre, ha sido inaugurada en el año 2007, en la provincia de Sevilla (España).

Los llamados países desarrollados son, generalmente, los que poseen los recursos naturales que les pueden autoabastecer energéticamente, siendo la energía solar uno de sus grandes potenciales tanto para desarrollo propio como para exportación de energía.

1.3.2 Energía solar en Latinoamérica

La reforma de la estructura del sector energético en América Latina y el Caribe ha tenido características propias y particulares, especialmente con respecto a la rapidez con que se desarrolló.

Todos los países de América Latina y el Caribe realizaron reformas a la estructura del sector energético, principalmente en la década de los 90, adoptando modelos con amplia gama de opciones en cuanto se refiere el grado de apertura del mercado y a la participación de las inversiones privadas.

El país pionero de las reformas, Chile en 1982, es el primero en el mundo en desregular el sector eléctrico, fue seguido por un grupo de países entre el 1992 y el 1996 que aprovechan las lecciones aprendidas por implantar otros modelos, entre ellos destacan Argentina con una estructura que aun con la aguda crisis macroeconómica vivida por el país ha logrado mantener su operación. Otro grupo de países realizó reformas hasta el año 2000, mientras que los países pioneros comenzaron un análisis de la experiencia tendiente a implantar reformas de segunda generación. Se destaca Brasil que realiza reformas en 1996 y realiza una segunda reforma profunda durante el 2004, atendiendo las señales de falta de expansión de la generación y procurando incentivar y soportar el desarrollo de su potencial hidroeléctrico.

La Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) destacó la sólida incorporación de energía renovable en la matriz de energía eléctrica de la región, donde países como Uruguay, Argentina, Chile, Costa Rica, Brasil y México presentan avances importantes.

El secretario ejecutivo de Olade Alfonso Blanco, comento que la región tiene una historia en materia de energía renovable muy fuerte con una participación del 25% a nivel de la matriz energética, mientras que en el resto del mundo ese valor es de 10%.

Nuestra región es esencialmente renovable al señalar que la energía renovable no convencional, como la eólica y la solar, se están incorporando de forma gradual en la matriz energética.

Anotando también que la participación de la hidroeléctrica y de la biomasa en la matriz energética en la región es histórica.

En la generación eléctrica, la hidroelectricidad tiene una participación muy por encima de lo que es la media es el resto de la región. Nuestra historia de renovabilidad data de mucho antes de lo que ha sido el proceso de transición energética en el resto del mundo.

El experto detecto también un ritmo de crecimiento muy fuerte en la incorporación de energías renovables no convencionales y comento que, por ejemplo, Uruguay cerro 2017 con un 96% de participación de energías renovables en generación eléctrica.

Uruguay está a la cabeza a nivel global en la generación de electricidad a partir de fuentes renovables con una mezcla de generación que incorpora hidroelectricidad, energía eólica de gran porte, energía solar y generación a partir de biomasa.

Blanco, un ingeniero industrial Uruguayo con estudios en economía, que asumió la secretaria ejecutiva de Olade el 23 de enero de 2017, fue parte del equipo responsable de la transformación del sector de energía en su país.

Y con esa base, comento que, en 2005, el 50% de la generación Uruguay era hidroeléctricas y el restante, térmico a partir de combustibles fósiles. En menos de 10 años llegamos a que la matriz de generación eléctrica sea cien por ciento renovable.

Entre los países que van por un sendero similar es Costa Rica, que tiene un elevado porcentaje de participación de energía renovable y Chile donde destaca la incorporación de energía solar entre otros.

Asimismo, Brasil que incorpora energía eólica a un ritmo muy fuerte, México, que pretende tener un nivel de participación al 2020 muy ambicioso de energía renovable no convencional dentro de su matriz de generación que ahora está muy fuerte centrada en combustible fósil.

Argentina está incorporando energía fundamentalmente eólica a un ritmo importante, mientras que también ve avances en Ecuador, El Salvador, Guatemala, y Panamá, entre otros. No obstante, hay países en el cono sur y en el Caribe que presentan una debilidad institucional fuerte, así como problemas de acceso a instrumentos para la estructuración financiera de proyectos, que requieren no únicamente la inversión pública.

Sin embargo, para el experto, la incorporación de fuentes renovables a la matriz energética es una tendencia que se va a ir solidificando a lo largo del tiempo, por lo que considera que los países que aún no están en el cambio, se incorporan gradualmente.

Eso no quiere decir que exista un desplazamiento total de las fuentes fósiles y de otras fuentes de energía porque hay una disponibilidad de recursos naturales muy importante en nuestra región y cada país tiene que generar su modelo de desarrollo que incorpore el aprovechamiento de sus recursos naturales.

La región viene moviéndose a un ritmo sólido en el cambio de la incorporación de la energía renovable no convencional en la matriz de generación eléctrica, asegura al indicar que lo importante es que esas energías están entrando en la matriz energética por mecanismos de mercado.

1.3.4 Energías Renovables en Chile

Chile ha confirmado su liderazgo en materia de energías renovables. Tenemos la radiación solar más alta del mundo, fuertes vientos de norte a sur para desarrollar energía eólica, un tremendo potencial de energía marina en nuestras costas, gran capacidad para desarrollar biogás y un recurso geotérmico a lo largo de nuestra cordillera.

En la última versión del New Energy Finance Climascoppe elaborado por Bloomberg New Energy Finance y el Banco Interamericano de Desarrollo, Chile alcanzó el primer lugar en inversión de energías renovables y en la lucha contra el cambio climático, en la región de América Latina y el Caribe.

Esto se debe principalmente a la inversión récord en proyectos de energía renovable no convencional (ERNC), que se ha más que duplicado: saltando de 1,3 mil millones de dólares en 2014 a 3,2 mil millones de dólares en 2015. El ranking, considera cuatro variables: Marco propicio, Inversión, Cadena de Valor y reducción de CO2.

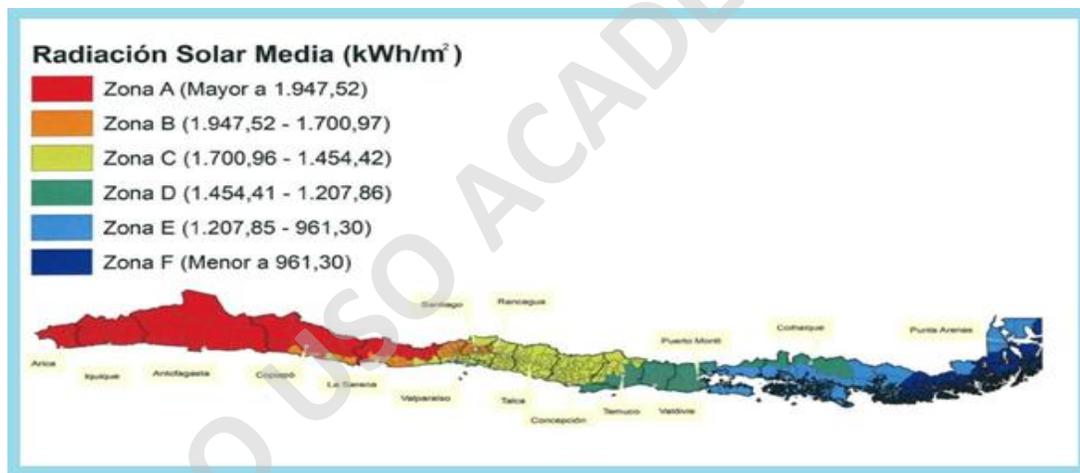
1.3.4 Radiación solar en Chile

La radiación solar en Chile es de mayor o menor intensidad dependiendo de la zona del país.

Las condiciones meteorológicas de la zona norte del país permiten tener cielos con muy poca nubosidad y humedad, recibiendo casi únicamente radiación directa. La zona norte del país es considerada una de las 6 zonas que recibe una alta radiación solar, destacándose las zonas aledañas al desierto de Atacama, que son muy propicias para la generación de energías renovables.

En Chile, cada m^2 recibe de norte a sur entre 2200 y 900 [kW-h] de energía al año.

Figura 1. 4 Mapa de la Radiación Solar en Chile.



Fuente: <http://www.minenergia.cl/exploradorsolar/>

En este mapa se observa el cambio de la intensidad de la radiación de norte a sur en el país. El color rojo representa la mayor radiación del país y a medida que esta disminuye va cambiando el color hasta llegar a azul.

1.4 Breve historia del uso de la radiación solar por parte de las personas

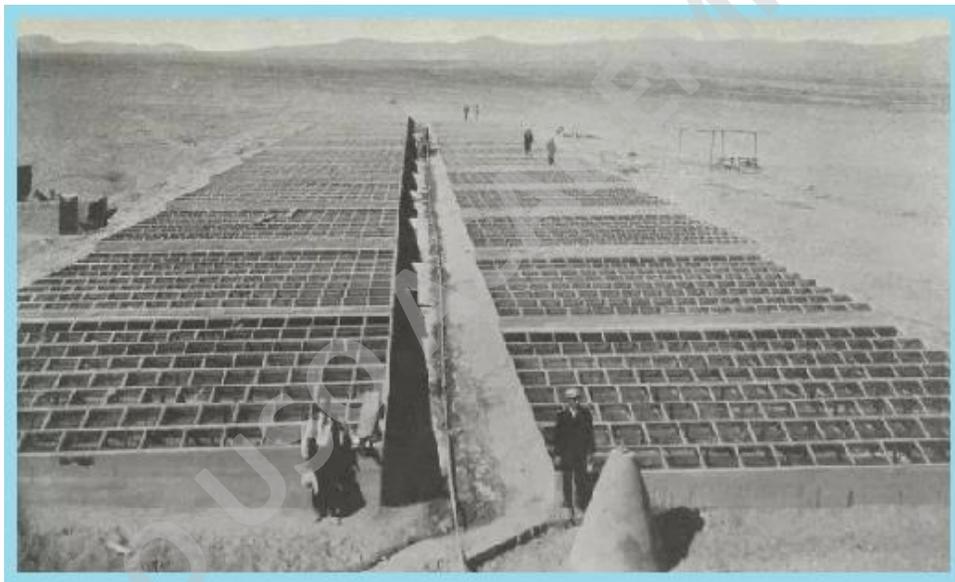
El calor del Sol ha sido un elemento muy cotidiano y habitualmente empleado por los seres humanos desde la prehistoria. Acciones tan sencillas como secar la ropa al Sol o simplemente calentarse exponiéndose a los rayos solares son actividades que han acompañado a las personas desde siempre, y que implican un aprovechamiento solar térmico.

Durante el siglo XIX surgieron diversos métodos de aprovechamiento de la energía proveniente del Sol. En 1874 el ingeniero sueco Charles Wilson diseñó y dirigió una instalación para la destilación del agua marina en el desierto de Atacama para la Salitrera Lastenia Salinas.

Esta central era capaz de proporcionar un promedio de 22.500 [l] de agua diarios y estuvo en funcionamiento hasta el año 1907.

La central de destilación del desierto de Atacama fue construida en 1872 con una superficie de captación superior a los 4000 m². Se trata de la primera central conocida de estas características en el mundo.

Figura 1. 5 Central de destilación solar en el desierto de Atacama construida en 1872



Fuente: El Ciudadano.

1.5 Tipos de colectores solares

Los colectores solares térmicos son dispositivos capaces de captar la radiación solar y transferirla a un fluido, para su posterior aprovechamiento. Los colectores solares se dividen en dos grandes grupos:

Los colectores solares sin con sin concentración

Los cuales no son capaces de alcanzar altas temperaturas (llegan aproximadamente a unos 70°C) por los que son usados en la aplicación de la energía solar térmica de baja temperatura. Un ejemplo de aplicación sería la producción de agua caliente sanitaria.

- ✓ **Colector solar de placa plana:** Es aquel que actúa como un receptor que recoge la energía procedente del sol y calienta una placa, la energía almacena en la placa es transferida al fluido. Estos colectores, en general, poseen una cubierta transparente de vidrio o plástico que aprovecha el efecto invernadero. Su aplicación es la producción de agua caliente sanitaria, climatización de piscina y calefacción. *Figura*

Figura 1. 6 colector solar placa plana



Fuente: Fuente propia.

- ✓ **Colectores solares de caucho:** Está formado por una serie de tubos de caucho, los cuales expuestos al sol absorben la radiación solar y se la transmiten al fluido que atraviesa su interior. Su aplicación principal es la climatización de piscina debido a su bajo rendimiento fuera de la época de calor.

Figura 1. 7 los sistemas de calefacción solar de piscinas son eficientes y fácil de usar. Solo hay cuatro componentes en el kit completo: un colector solar, una bomba, una válvula y un filtro.



Fuente: <https://panelessolaresfotovoltaicos.org/paneles-solares/paneles-solares-para-piscinas/>

- ✓ **Colectores de aire:** Son de tipo plano cuya principal característica es tener fluidos caloportador el aire. No tienen una temperatura máxima limite (los procesos convectivos tienen una menor influencia en el aire) y trabajan mejor en condiciones de circulación normal, pero en contraposición poseen una baja capacidad calórica y el proceso de transferencia de calor entre placa y fluido es malo. Su aplicación principal es la calefacción.

Figura 1. 8 Colector de aire aplicado en calefacción



Fuente: <https://www.revistaenergia.com/?p=6828>

- ✓ **Colectores de vacío:** Van dotados de una doble cubierta envolvente herméticamente cerrada, aislada del interior y del exterior, u en la cual se ha hecho el vacío. Su finalidad es la reducir las pérdidas por convección. son más caros, además de perder efecto del vacío con el paso del tiempo. Su aplicación principal es la producción de agua caliente sanitaria y climatización de piscinas.

Figura 1. 9 Colectores al vacío



Fuente: <https://www.pinterest.es/pin/11892386495643588/>

- ✓ **Tubos de calor:** Poseen una simetría cilíndrica, formados por dos tubos concéntricos; uno exterior de vidrio y uno interior pintado de negro o con pintura selectiva. El fluido circular por los tubos internos. Su aplicación principal es la calefacción.

Figura 1. 10 Colector solar térmico tubo de calor.



Fuente: <http://www.construccion-sustentable.cl/?p=4075>

- ✓ **Colectores cónicos o esféricos:** Constituye simultáneamente la unidad captación y de almacenamiento. Su superficie de captación es cónica o esférica con una cubierta de vidrio de la misma geometría. Con estas geometrías se consigue que la superficie sea iluminada constantemente a lo largo del día, aun con sombra; su instalación es sencilla, pero presentan problemas de estratificación del agua y la superficie útil de captación es pequeña. Su aplicación es la producción de agua caliente sanitaria.

Figura 1. 11 colector cónico o esférico.



Fuente: <https://previa.uclm.es/profesorado/ajbarbero/FAA/Solar%20termica2.pdf>.

CAPÍTULO 2. MARCO TEORICO

2.1 Energías renovables

Las energías renovables se caracterizan porque en sus procesos de transformación y aprovechamiento en energía útil no se consumen ni se agotan en una escala humana. Entre estas fuentes de energías están: la hidráulica, la solar, la eólica y la de los océanos. Además, dependiendo de su forma de explotación, también pueden ser catalogadas como renovables la energía proveniente de la biomasa, la energía geotérmica y los biocombustibles.

Las energías renovables suelen clasificarse en convencionales y no convencionales, según sea el grado de desarrollo de las tecnologías para su aprovechamiento y la penetración en los mercados energéticos que presenten. Dentro de las convencionales, la más importante es la hidráulica a gran escala.

En Chile se define como fuentes de Energías Renovables No Convencionales (ERNC) a la eólica, la pequeña hidroeléctrica (centrales hasta 20 MW), la biomasa, el biogás, la geotermia, la solar y la energía de los mares.

2.2 Tipo de energías renovables

La energía renovable se puede utilizar para generar electricidad pero también se puede aprovechar en otras aplicaciones.

Ejemplos de energía renovable:

- ✓ Paneles de energía solar fotovoltaica.
- ✓ Instalaciones de energía solar térmica para calefacción.
- ✓ Climatización de piscinas mediante energía solar.
- ✓ Centros termales mediante la energía geotérmica.
- ✓ Sistemas de calefacción mediante pozos geotérmicos.
- ✓ Parques eólicos.
- ✓ Energía hidráulica en pantanos.
- ✓ Embarcaciones a vela.
- ✓ El vuelo de planeadores y parapentes sin motor, que aprovechan las corrientes ascendentes de aire.

De un modo más genérico, las energías renovables se pueden clasificar dependiendo de los recursos naturales que se aprovechan.

2.2.1 Energía solar

La energía solar es la energía que aprovecha de forma directa la radiación solar. A pesar que el Sol no tiene una vida inagotable se estima que la vida del Sol es de millones de años. De modo que, a escala humana se considera la energía solar como una fuente inagotable y la energía solar una energía renovable.

Distinguimos dos formas de aprovechamiento de la energía solar: la energía solar térmica y la energía solar fotovoltaica. *Figura 2.1.*

- ✓ Energía solar térmica. El aprovechamiento de la energía solar térmica consiste en utilizar la energía calorífica obtenida a través de la radiación del Sol para calentar un fluido que, en función de su temperatura, se emplea para producir agua caliente e incluso vapor.
- ✓ Energía solar fotovoltaica. El aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica se realiza a través de la transformación directa de la energía solar en energía eléctrica mediante el llamado efecto fotovoltaico. Esta transformación se lleva a cabo mediante células fotovoltaicas que están fabricadas con materiales semiconductores (por ejemplo, silicio) que generan electricidad cuando incide sobre ellos la radiación solar.

Figura 2. 1 Planta solar cerro dominador ubicada en Antofagasta



Fuente: <https://www.chileenergias.cl/2017/01/24/eig-retoma-obras-de-ex-planta-de-abengoa-en-chile-y-eleva-inversion-a-us-1-500-millones/>

Cabe mencionar que la Planta Solar cerro dominador ubicada en Antofagasta y se compone de dos unidades: una planta fotovoltaica de 10 MW de capacidad y la planta termo solar de 110MW. Esta última comenzara a trabajar en 2019, funciona con más de 10 mil espejos que, dirigidos hacia una torre central de 250 metros de altura, calienta una solución de sales (a 600 grados) que a su vez permite acumular calor en las horas que no hay sol y alimentar una central térmica convencional.

2.2.2 Energía eólica

Los sistemas de energía eólica utilizan la energía cinética contenida en el viento para producir electricidad mediante los denominados aerogeneradores. La energía eólica es una energía renovable debido a que el viento es una fuente inagotable. En cierta medida el viento es una consecuencia de la energía solar debido a que el viento se desplaza por diferencias de presiones y temperaturas provocadas de forma directa o indirecta por el Sol.

Existen dos tipos de instalaciones eólicas:

- ✓ Instalaciones de energía eólicas aisladas, para generar energía eléctrica en lugares remotos para auto-consumo. Es muy común que estas instalaciones vayan combinadas con paneles fotovoltaicos.
- ✓ Parques eólicos, formados por un conjunto de aerogeneradores, para vender la energía eléctrica generada a la red.

El desarrollo tecnológico actual, así como un mayor conocimiento de las condiciones del viento en las distintas zonas, está permitiendo la implantación de parques eólicos conectados a la red eléctrica en numerosas regiones de todo el mundo.

Ubicado en la comuna de los Ángeles, región Del Biobío, el parque eólico Cuel está compuesto por 22 aerogeneradores que suman una potencia instalada de 33 MW y produce energía suficiente para suministrar electricidad a 55 mil hogares. La energía generada por los aerogeneradores es transmitida a una estación elevadora ubicada en el mismo parque y luego, a través de una línea de transmisión de 3 km, a la subestación Santa Luisa del sistema interconectado central (SIC), llevando la energía al centro de consumo del país.

Figura 2. 2 Parque eólico Cuel



Fuente: <http://www.aelaenergia.cl/20180106-1/>.

2.2.3 Energía hidráulica

La energía hidráulica aprovecha la energía potencial del agua para obtener un trabajo mecánico. Si este trabajo mecánico que tenemos en forma de energía cinética lo

utilizamos para accionar un generador obtenemos energía eléctrica. En este caso, estaremos hablando de energía hidroeléctrica.

La energía hidráulica se considera una energía renovable debido que el ciclo del agua permanece de forma invariable y es inagotable. Al igual que en la energía eólica, el ciclo del agua (y por lo tanto la energía hidráulica) tiene una fuerte dependencia de la energía solar.

La energía hidráulica aprovecha la energía potencial del agua procedente de un salto para producir energía eléctrica. El agua mueve una turbina cuyo movimiento de rotación es transferido mediante un eje a un generador de electricidad.

Cuando la potencia de estos generadores es inferior a 10 MW se le llama energía minihidráulica.¹

Existen fundamentalmente dos tipos de centrales hidroeléctricas:

- ✓ Centrales hidroeléctricas de agua fluyente: Aquellas centrales hidroeléctricas que captan una parte del caudal circulante por un río y lo conducen a la central para ser turbinado y generar energía eléctrica. Después, este caudal es devuelto al cauce del río.
- ✓ Centrales hidroeléctricas a pie de presa: Aquellas centrales hidroeléctricas situadas aguas abajo de los embalses destinados a usos hidroeléctricos o a otros fines como abastecimiento de agua a poblaciones o riego. Tienen la ventaja de

¹ Central Hidroeléctrica Pelelfu, en la provincia de Osorno que aportara 9.4 MW a la matriz energética de nuestro país.

almacenar la energía (el agua) y poder emplearla en los momentos en los que más se necesite

Figura 2. 3 Central hidroeléctrica Pelelfu



Fuente: <https://energiaenchile.cl/chile-100-mini-hidroelectricas-aprovechando-potencial-para-energia-limpia/>

2.2.4 Energía de la biomasa

La biomasa es una fuente de energía renovable basada en el aprovechamiento de materias orgánicas de origen vegetal o animal, incluyendo los productos y subproductos resultantes de su transformación. Bajo la denominación de biomasa se recogen materiales energéticos de muy diversas clases: residuos forestales, residuos agrícolas leñosos y herbáceos, residuos de procesos industriales diversos, cultivos energéticos, materiales orgánicos contenidos en los residuos sólidos urbanos, biogás procedente de residuos ganaderos o de residuos biodegradables de instalaciones industriales, de la depuración de aguas residuales urbanas o de vertedero.

Pueden también incluirse bajo la denominación de biomasa, los biocombustibles, que tienen su principal aplicación en el transporte.

Según estudio realizado el 2014 por el ministerio de energía, la corporación nacional forestal (CONAF) y la Universidad Austral de Chile, en la zona comprendida entre la

región de Coquimbo a los Lagos, existe un potencial de generación de 2.129 MW, tomando en cuenta la superficie potencialmente aprovechada con fines energéticos

Las aplicaciones de la biomasa se pueden englobar en dos grupos:

- ✓ Aplicaciones domésticas e industriales que funcionan mediante la combustión directa de la biomasa.
- ✓ Aplicaciones vinculadas a la aparición de nuevos recursos y nuevas técnicas de transformación, como la gasificación y la pirolisis de la biomasa.

Figura 2. 4 Energía de la Biomasa



Fuente: <http://www.lignum.cl/reportajes/biomasa-en-chile-espacio-bien-ganado/>

2.2.5 Energía mareomotriz y de las olas

Los mares y los océanos son inmensos colectores solares de los cuales se puede extraer energía de orígenes diversos (oleaje, mareas y gradientes térmicos).

La energía liberada por el agua de mar en sus movimientos de ascenso y descenso de las mareas (flujo y reflujo) se aprovecha en las centrales mareomotrices, haciendo pasar el agua a través de turbinas hidráulicas.

Obviamente estos movimientos marítimos son inagotables por lo que podemos considerar la energía mareomotriz una energía renovable.

La energía de las olas es producida por los vientos y resulta muy irregular. Esto ha llevado a multitud de tipos de máquinas para su aprovechamiento.

Por último, la conversión de energía térmica oceánica es un método de convertir en energía útil la diferencia de temperatura entre el agua de la superficie y el agua que se encuentra a 100 m de profundidad. Para el aprovechamiento es suficiente una diferencia de 20 °C. Las ventajas de esta fuente de energía se asocian a que es un salto térmico permanente y benigno desde el punto de vista medioambiental.

La energía mareomotriz sería una variante de la energía hidráulica puesto que utiliza el agua para aprovechar su energía cinética o su energía potencial.

Figura 2. 5 Cinfuncho II es un equipo undimotriz, capaz de obtener energía del movimiento de las olas.



Fuente: <http://www.theclinic.cl/2014/05/29/energia-marina-un-oceano-de-oportunidades/>

Ocupa una superficie de 100 metros cuadrados en el mar y está diseñado para producir entre 50kW y 100 kW. Con la ayuda de Corfo –que aportó 80 millones de pesos, representando el 20% del costo total de Cifuncho I- la empresa Ausind logró construir el primer prototipo en 2012, con el fin de proveer de energía a una caleta de pescadores ubicada en la V Región. Actualmente un segundo prototipo lleva más de tres meses en el agua, demostrando gran adaptabilidad a las condiciones marinas reinantes.

2.2.6 Energía geotérmica

La geotérmica es la manifestación de la térmica acumulada en rocas o aguas que se encuentran a elevada temperatura en el interior de la tierra. La geotermia es la rama de la ciencia que explica este fenómeno.

La gran cantidad de calor y de energía térmica almacenado en el interior de la Tierra es tan grande que la explotación de este recurso energético tiene un efecto prácticamente nulo en la energía interna de la Tierra. Por este motivo se considera una fuente de energía renovable.

Para el aprovechamiento en zonas con condiciones térmicas especiales, por ejemplo las zonas volcánicas, se hace circular en ellas un fluido que transporta hasta la superficie la energía calorífica en forma de calor acumulado en las zonas calientes.

La energía térmica generada en función de su temperatura (alta, media o baja) es aprovechada, bien para producir energía eléctrica, o bien para el calentamiento de agua y calefacción.

La energía geotérmica tiene la principal ventaja de que su impacto ambiental es mínimo, y tiene rendimientos que le permiten competir con los combustibles fósiles como el petróleo, el carbón o el gas natural. Pero sus principales desventajas son que requieren de grandes inversiones y que los campos geotérmicos son relativamente escasos y muchas veces se ubican en zonas desfavorables.²

Figura 2. 6 Pozo geotérmico volcán Tolhuaca.



Fuente: <https://www.soychile.cl/Temuco/Tecnologia/2012/08/27/114999/Pozo-geotermico-excavado-en-el-volcan-Tolhuaca-es-el-mas-productivo-de-Sudamerica.aspx>

2.3 Una instalación solar térmica está formada por varios sistemas

a) Sistema de captación de radiación solar:

El sistema de captación de radiación solar está formado por captadores solares conectados entre sí. Su misión es captar la energía solar para

² El pozo geotérmico con mayor producción de energía de Sudamérica está en la región de la Araucanía, especialmente en el volcán Tolhuaca. Geoglobal Chile terminó con éxito las pruebas de productividad del pozo Tol-4 en un periodo de 45 días. Con una profundidad de 2.300 metros, la perforación produce vapor que es capaz de generar 12 MW de energía eléctrica, suficiente para abastecer a unos 45.000 hogares.

transformarla en energía térmica, aumentando la temperatura de fluido que circula por la instalación.

Existen una gran cantidad de sistemas de captación de la radiación solar. La elección de un sistema u otro dependerá principalmente de si se trata de instalaciones térmicas solares de baja, media o alta temperatura.

Entre los distintos sistemas de captación solar destacamos:

- ✓ Captador solar plano. Se trata del captador solar más extendido, se pueden obtener aumentos de temperatura de 60 °C a un coste reducido. Se utiliza en plantas solares térmicas de baja temperatura.
- ✓ Captadores solares térmicos no vidriados. Es frecuente, por ejemplo, para calentar el agua de piscinas. El aumento de temperatura es bajo, en torno a 30 °C. Son más económicos que los captadores solares planos.
- ✓ Captadores solares de vacío. Consisten en tubos de metal que recubren el tubo metálico que contiene el fluido de trabajo dejando entre ambos una cámara que actúa como aislante. Tienen un rendimiento muy elevado, pero su costo también es elevado.
- ✓ Captadores solares con sistemas de concentración de la radiación. Se utilizan para instalaciones que requieren temperaturas más elevadas. Se utilizan paneles en formas parabólicas o semi-cilíndricas.

- ✓ Captadores solares térmicos con sistemas de seguimiento de la posición del Sol. Su posición va variando al largo del día para mantener una posición perpendicular a la radiación solar recibida.

a) Sistema de acumulación de la energía solar térmica

Consiste en almacenar la energía calorífica en un depósito de acumulación para su posterior utilización. El agua caliente obtenida mediante el sistema de captación es conducida hasta el sitio donde se va a utilizar.

El agua caliente almacenada se puede utilizar directamente, como es el caso del calentamiento del agua de una piscina, en aplicaciones de agua caliente sanitaria.

Debido a que el momento de necesidad de agua caliente no siempre coincide con el momento en el que hay suficiente radiación será necesario aprovechar al máximo las horas de Sol para acumular la energía térmica en forma de agua caliente.

El sistema de acumulación de energía térmica está formado por uno o más depósitos de agua caliente. La dimensión de los depósitos de almacenamiento deberá ser proporcional al consumo estimado y debe cubrir la demanda de agua caliente de uno o dos días.

b) Sistema de distribución de la energía solar térmica

Una vez que los captadores solares han calentado el medio portador de calor (agua o aire) aumentando su energía térmica, podemos trasladar esta energía térmica a otras fuentes más frías.

En este sistema se engloban todos los elementos destinados a la distribución del medio portador de calor y acondicionamiento a consumo: control, tuberías y conducciones, vasos de expansión, bombas, purgadores, válvulas, etc. También forma parte de este

sistema el sistema de apoyo basado en energías convencionales (eléctricos, caldera de gas o gasóleo), necesarios para prevenir las posibles faltas derivadas de la ausencia de radiación solar y hacer frente a los picos de demanda.

d) Sistemas convencionales de apoyo energético

Las instalaciones de energía solar térmica necesitan sistemas de apoyo convencionales en previsión a la falta de radiación solar o a un consumo superior al dimensionado. En la mayoría de los casos tanto en instalaciones en viviendas unifamiliares, como en edificios de viviendas, las instalaciones solares se diseñan para proporcionar a las viviendas entre el 60-80 % del agua caliente demandada, aunque en zonas con gran insolación a lo largo del año, el porcentaje de aporte suele ser superior.

Estos sistemas de apoyo energético pueden ser de diversas fuentes. Si la instalación está conectada a la red se puede aprovechar el suministro eléctrico de la propia compañía eléctrica. En otros casos se pueden utilizar otras fuentes de energía renovable (energía eólica o energía hidráulica si las condiciones lo permiten) o fuentes de energía no renovable. Las fuentes de energía no renovable pueden ser a partir de derivados de combustibles fósiles (petróleo, carbón o gas natural), en algunas instalaciones se utilizan calderas de pelet o de biomasa.

En los meses de más baja radiación solar no se llega a cubrir el 60 % de las necesidades de energía. Por el contrario, en los meses de verano se alcanza prácticamente el 100 % de las mismas. Así, el objetivo con el que se diseñan las instalaciones solares térmicas es

cubrir un mínimo de un 60 % de las necesidades energéticas anuales dependiendo de la zona geográfica.

Pretender cubrir por encima de un 60 % o 70 % anual de energía solar térmica requeriría colocar un campo solar muy grande, por lo que resultaría un costo sumamente elevado que no se llegaría a amortizar nunca. Además, una instalación solar térmica tan grande provocaría que en los meses de mayor radiación solar se generase un excedente de producción que no se podría utilizar y que provocaría problemas de sobrecalentamiento en toda la instalación.

Por este motivo las instalaciones que mejor funcionan y antes se rentabilizan son las que necesitan agua caliente sanitaria para todo el año, calefacción para invierno y cuentan con piscina para verano o incluso todo el año.

2.4 Aspectos económicos y sociales de una instalación de energía solar térmica en una vivienda

La inversión inicial de un sistema de energía solar térmica será mayor frente a un sistema de suministro energético convencional. Por otra parte, el costo de funcionamiento durante los más de 25 de años de vida de la instalación solar térmica será irrelevante comparado con el de la compra de combustible o energía eléctrica, reparaciones, mantenimiento, etc. asociado al sistema energético convencional.

La instalación de energía solar térmica resulta económicamente más ventajosa, ya que toda la energía que obtengamos del Sol con los solares térmicos será energía que nos la ahorraremos de producir (quemando combustible en una caldera) o de consumir (de la red eléctrica de distribución). Una instalación de energía solar térmica acaba rentabilizándose a lo largo de los años, ya que el ahorro energético que produce se materializa en ahorro económico, el cual permite acabar amortizando el coste de la instalación. Esta amortización puede oscilar entre los 5 y 12 años dependiendo del

tamaño de la instalación, de las ayudas obtenidas a fondo perdido, del lugar donde se instale (mayor o menor radiación solar) y de las necesidades mayores o menores del usuario.

Destacamos las principales ventajas que nos aporta un sistema solar térmico:

- ✓ Ventajas económicas. Para unas mismas necesidades el sistema convencional precisará consumir menos combustible (derivados de combustibles fósiles o biomasa), lo que representará para el usuario un menor gasto anual. Además, la energía solar es independiente del combustible convencional y su abastecimiento, dado que es compatible con cualquier sistema convencional e independiente de la variación del precio de compra del combustible.
- ✓ Ventajas medioambientales, puesto que la generación de energía con sistemas convencionales posee unos costes ambientales muy importantes (emisiones de CO₂, cambio climático, efecto invernadero, vertidos, residuos nucleares, lluvia ácida, etc.) en relación con los sistemas solares. Como término medio, un m² de captador solar térmico es capaz de evitar cada año la emisión a la atmósfera de una tonelada de CO₂.
- ✓ Fácil mantenimiento. La vida útil de las instalaciones solares térmicas es superiores a 25 años y el mantenimiento que requiere, si bien es necesario hacer, es de mucha menor entidad que en el caso de los sistemas convencionales.

Sin embargo, la instalación de sistemas térmicos presenta un inconveniente: se precisa la instalación del mismo sistema convencional que el que resultaría si no se instalasen los captadores solares. A veces resulta problemático su montaje en edificios existentes como consecuencia de su falta de previsión a nivel de proyecto.

2.5 Descripción del Sistema Solar Térmico y su funcionamiento

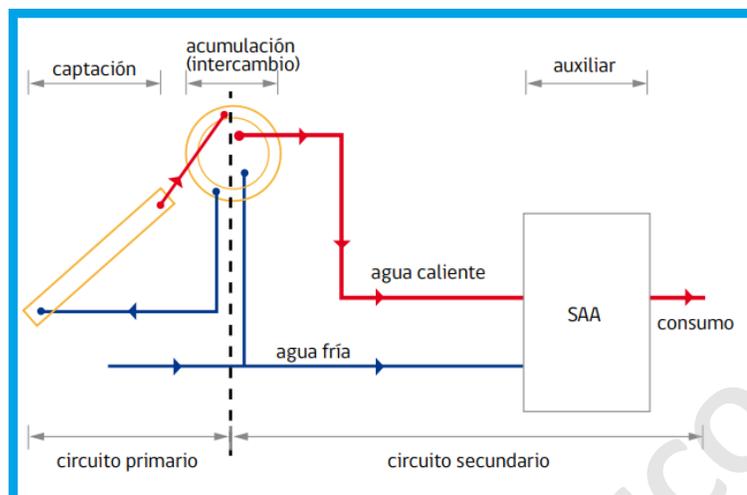
Un sistema solar térmico corresponde a un conjunto de equipos y componentes que permiten el aprovechamiento de la energía solar para la producción de Agua Caliente Sanitaria, para el consumo doméstico.

Los sistemas de circulación natural o termosifón (también llamados sistemas más pasivos) son aquellos donde el fluido de transferencia de calor circula en el circuito primario gracias a cambios de densidad producidos por las diferencias de temperatura del fluido del circuito.

Las instalaciones solares térmicas se deberán ejecutar con un circuito primario y un circuito secundario independiente, evitándose cualquier tipo de mezclado de los distintos fluidos que se pueden operar en el Sistema Solar Térmico (SST) directo.

El circuito primario va desde la captación hasta el intercambiador de calor (dentro del depósito acumulador) y el circuito secundario va desde el intercambio de calor hasta la salida del sistema de aporte auxiliar (SAA).

Figura 2. 7 Mecánica hidráulica de un sistema solar térmico



Fuente: [file:///C:/Users/jose/Descargas/Manual%20Sistemas%20Solares%20Termicos-2014%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/jose/Descargas/Manual%20Sistemas%20Solares%20Termicos-2014%20(2).pdf)

2.6 Colector Solar Térmico o Colector Solar

Dispositivo diseñado para captar la radiación solar incidente, transformarla en energía térmica y transmitir la energía térmica producida, a un fluido de trabajo que circula por su interior. Existen diferentes tipos de colectores y con distintas tecnologías de fabricación. En términos generales, se pueden clasificar en dos tipos principales; Colectores Solares Planos y Colectores Solares de Tubos al Vacío.

Las conexiones del colector solar térmico deberán diseñarse de forma de asegurar un circuito hidráulico equilibrado, mediante conexiones cruzadas, es decir, entrada por abajo y salida por arriba en el extremo diagonalmente opuesto.

2.7 Placa Característica

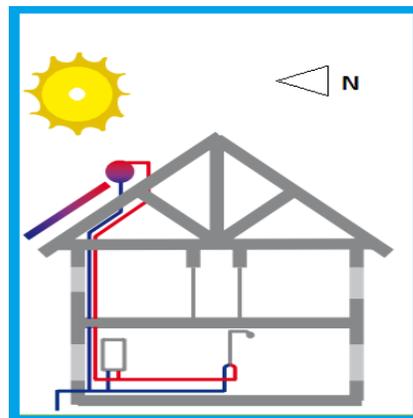
Conforme a los Protocolos de Ensayos del depósito acumulado y colector solar térmico de la superintendencia de electricidad y combustible (SEC), todo colector solar térmico, depósito acumulador y colector solar térmico integrado deberá llevar una placa característica, hecha en aluminio, ubicada en lugar visible con los siguientes datos:

- ✓ Marca
- ✓ Modelo
- ✓ Número de serie
- ✓ Lugar de procedencia

2.8 Orientación e inclinación de los colectores

Los colectores solares deben ser instalados de manera que aprovechen al máximo la radiación solar disponible. Se considerará como la orientación óptima el norte geográfico y la inclinación óptima en relación con el plano horizontal (este varia de 25° a 45° según la zona geográfica del país).

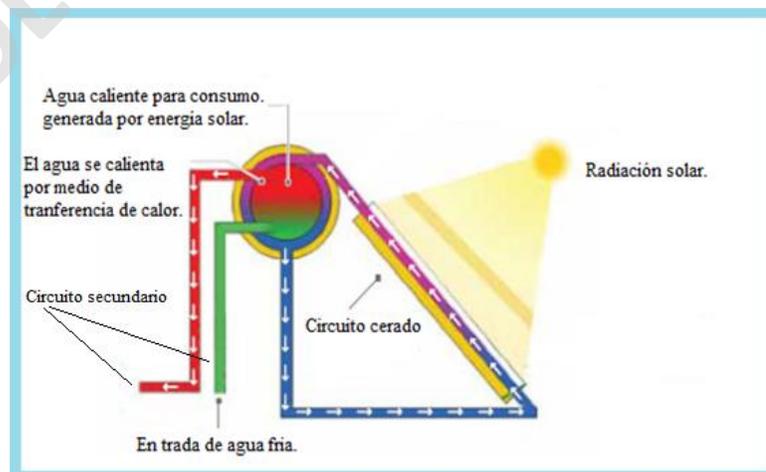
Figura 2. 8 Orientación de un sistema solar



2.9 Circuitos hidráulicos

- ✓ **Circuito primario o cerrado:** Es el circuito que permite la circulación del fluido que es calentado en el colector solar hacia el lugar donde es acumulado.
- ✓ **Circuito secundario:** Es donde se produce el intercambio entre el fluido que es calentado y el fluido que es consumido. Recoge en el intercambiador la energía captada por el circuito primario y la transfiere al depósito acumulador.

Figura 2. 9 Funcionamiento de los circuitos hidráulicos



Fuente: <http://enersolari.blogspot.com/p/solar-termica.html>.

2.9.1 La construcción interna del acumulador

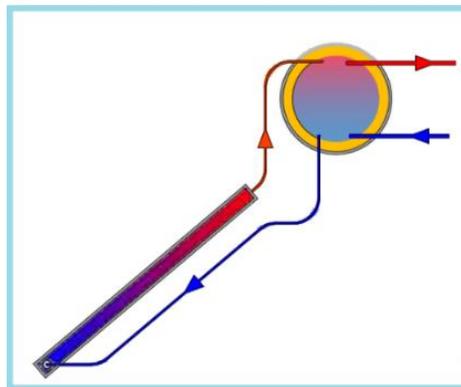
La alimentación de agua fría al acumulador solar deberá inyectar el agua directamente hacia la parte inferior. La extracción de agua caliente del acumulador solar se realizará por la parte superior del acumulador.

2.9.2 Intercambiador de calor

Clasificación de los sistemas solares térmicos por el tipo intercambio de calor Según cómo se transfiere el calor del fluido calo portador al agua de consumo, los sistemas solares térmicos se pueden clasificar en dos tipos:

1. **Directo:** En un sistema solar térmico directo, el fluido de transferencia de calor que circula en el circuito primario es la misma agua de consumo.

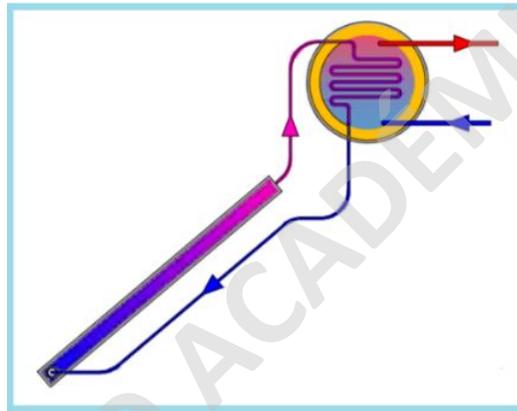
Figura 2. 10 Características de un Sistema Solar directo.



Fuente: file:///C:/Users/jose/Descargas/Manual%20Sistemas%20Solares%20Termicos-2014%20(2).pdf

2. **Indirecto:** En los sistemas solares térmico indirectos, el fluido de transferencia de calor que circula en los colectores transfiere el calor para el agua de consumo a través de un intercambiador de calor y corresponde a una mezcla de agua con anticongelante.

Figura 2. 11 Características de un Sistema Solar Indirecto.



Fuente: file:///C:/Users/jose/Descargas/Manual%20Sistemas%20Solares%20Termicos-2014%20(2).pdf

2.10 Componentes de un sistema solar térmico

Los SST incluyen una serie de elementos necesarios para el correcto funcionamiento y control de la instalación. Todos los materiales del SST deberán soportar las máximas presiones de trabajo que puedan alcanzarse en el SST, así como, después de alcanzar la presión máxima, el SST debe volver a su forma normal de funcionamiento, sin que el usuario tenga que hacer ninguna actuación.

Figura 2. 12 Componentes de un Sistema Solar Térmico



Fuente: file:///C:/Users/jose/Descargas/Manual%20Sistemas%20Solares%20Termicos-2014%20(2).pdf

2.11 Análisis de sistemas solares para agua caliente sanitaria

Entre los colectores solares de baja temperatura, los que más se destacan por la relación eficiencia costo son: los colectores solares de tubo al vacío y los colectores solares de placa plana, la diferencia entre estos dos tipos de colectores solares radica en que el sistema de captación solar es diferente.

2.12 Colectores solares de tubos de vacío

Los colectores de tubo de vacío se encuentran entre los tipos de colectores solares más eficiente. Estos colectores se aprovechan al máximo en aplicaciones que requieren temperatura moderada entre 50° y 95° en climas muy frío.

En los calentadores de tubo al vacío la radiación es recibida por el absorbedor y llevada en forma de calor hacia un tanque acumulador. La diferencia consiste en que el absorbedor está formado por tubos, los cuales están provistos de un vacío entre la

superficie que está en contacto con el medio ambiente. Este sistema permite disminuir las pérdidas de calor y dentro del tubo van colocado las secciones del plato absorbedor.

Algunos modelos están formados por tubos sencillos de vidrio, los cuales tienen en su interior un sector de plato plano de absorción acoplado a un tubo metálico por donde fluye el líquido. En otros modelos el absorbedor suele ser un tubo interior con tratamiento óptico selectivo, lo que mejora todavía más la eficiencia del colector. Entre el tubo interior y el exterior, ambos concéntricos, existe vacío.

Figura 2. 13 Partes de un tubo al vacío



Fuente: <http://www.aerosolarmexico.com/productos-aerosolar-mexico/como-funcionan-los-calentadores-solares-de-agua/>

La placa de absorción es un recubrimiento de nitrato de aluminio que tiene una excelente absorción de energía solar y mínimas propiedades de reflexión. Durante la fabricación del tubo, el aire existente entre los dos tubos es extraído o evacuado para formar el vacío, el cual elimina las pérdidas de calor por conducción y convección. Para mantener el vacío dentro del tubo, un elemento de bario es expuesto a alta temperatura, el cual causa que el fondo del tubo se cubra con una capa de bario puro (plateado). Esta capa de bario puro, es un indicador visual del vacío interno del tubo. Si el color plateado se torna blanco el vacío se ha perdido y el tubo tiene que ser reemplazado.

Cada tubo de vidrio al vacío consiste en dos tubos de vidrio. El tubo exterior está hecho de borosilicato transparente de alta resistencia capaz de resistir el impacto de un granizo de hasta 2,5 cm. de diámetro. El tubo interior está también hecho de vidrio de borosilicato, pero este está recubierto con nitrato de aluminio que tiene una excelente absorción de calor solar y mínimas propiedades de reflexión.

La radiación solar es captada por la placa de absorción de tubo interior transformándose en calor útil. La envoltura doble camisa de cristal al vacío evita las pérdidas de calor por conducción y convección. Las pérdidas por radiación se reducen gracias al tratamiento superficial del cristal interior.

2.12.1 Tipos de tubos al vacío

Hay varios modelos de colectores de tubo al vacío, en dependencia del movimiento del fluido y el método de transferencia de calor utilizado. En todos los casos, los tubos van directamente acoplados al tanque-termo o a un cabezal, por donde fluye el agua o líquido a calentar.

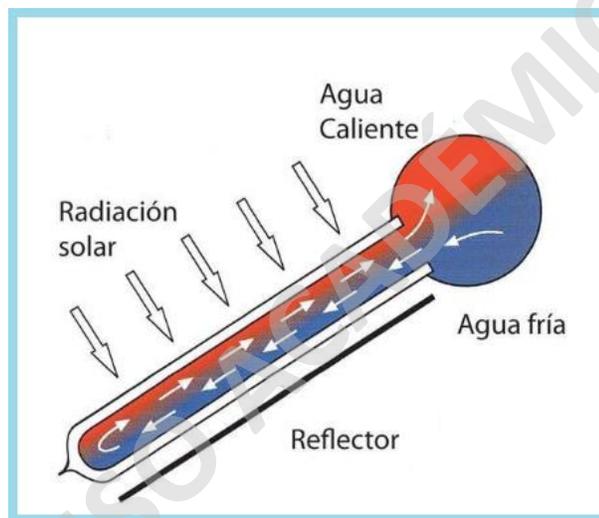
Los principales tipos de tubo de vacío son los siguientes

1. Calentador solar de tubos termosifónicos

En el caso de los tubos termosifónicos, el agua del tanque-termo fluye directamente por dentro del tubo interior, y su movimiento dentro del mismo se debe al cambio de densidad del agua más caliente, la cual sube, y la menos caliente, que baja.

En este caso, la presión del tanque-termo se transmite al tubo de vidrio. Estos calentadores no resisten sobre presión y normalmente trabajan a presión atmosférica. No necesitan intercambiadores de calor, ya que calientan el líquido directamente. Si un tubo se rompe, el sistema se queda sin agua. Las ventajas son su alta eficiencia y su relativo bajo costo.

Figura 2. 14 Efecto sifon. Como estos calentadores trabajan con circulación natural, requieren una inclinación mínima de 20° con relación al plano horizontal

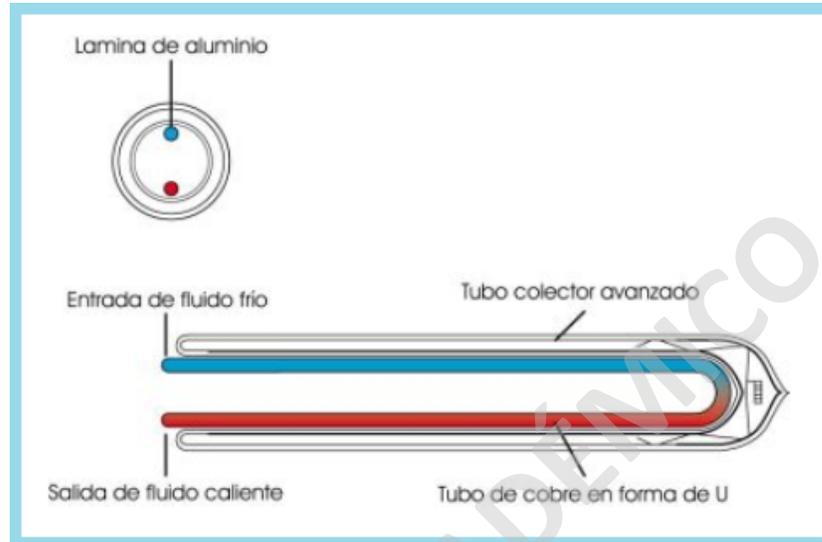


Fuente: <https://energias-renovables-y-limpias.blogspot.com/2013/05/como-elegir-equipo-compacto-solar-termico-termsifonico.html>

2. Calentador solar de tubos en U

En los calentadores de tubos en U el agua (o líquido) fluye por un tubo metálico (comúnmente de cobre) de pequeño diámetro, doblado en U, que va situado dentro del tubo al vacío y acoplado a la superficie captadora (absolvedora) por medio de una aleta metálica (de cobre o aluminio). En algunos casos cada tubo lleva un reflector en su parte inferior con el objetivo de ganar el máximo de radiación solar. Estos calentadores suelen trabajar con circulación forzada, por lo que pueden situarse horizontalmente.

Figura 2. 15 El absorbedor es recorrido en su superficie por un tubo (preferiblemente de cobre) por la que circula el fluido que eleva su temperatura al contacto con la radiación



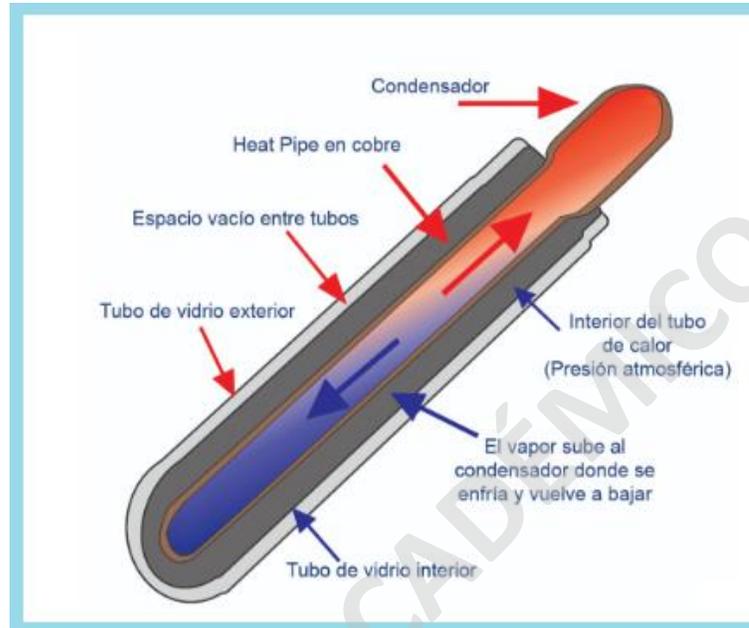
Fuente: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/u-pipe-solar-collector-solar-water-heater-heat-pipe-glass-vacuum-tube-60345069977.html>

3. Calentador solar con tubos caloricos

El calentador de tubo al vacío con tubos caloricos ha significado un gran avance en la tecnología de transferencia de calor, aplicada en este caso al calentador solar. En este modelo, por dentro del tubo de vidrio no fluye el agua, sino que tiene en su eje central un tubo calorico para transmitir el calor solar ganado al agua del tanque- termo.

El tubo calorico forma un sistema cerrado de evaporación- condensación y suele ser un tubo metálico largo y fino, herméticamente cerrado, el cual contiene un líquido en equilibrio con su vapor (gas) a determinada presión (vacío) y temperatura. Si la temperatura aumenta, aumenta la fase gaseosa; y si disminuye, aumenta la fase líquida. La temperatura de cambio de fase (líquido-gas-líquido) depende de la presión, la cual cambia directamente proporcional al cambio de temperatura. La presión (vacío) dentro del tubo se selecciona de tal forma que la evaporación empiece a 25° C, lo que garantiza el funcionamiento del colector solar aun con baja radiación.

Figura 2. 16 Este proceso (evaporacion-condensacion) se repite mientras dure la radiacion del sol o hasta que el colector haya alcanzado una temperatura muy alta entorno a los 130° C o mas .



Fuente: <http://amordadsolar.com/tubos-de-vacio/>

La parte superior del tubo calorico va introducida en el agua del tanque-termo. De esta forma, cuando la parte que esta expuesta a la radiacion solar (dentro del tubo de vidrio al vacio) se calienta, genera vapor y este sube. Cuando este vapor se pone en contacto con el agua del tanque-termo, la cual esta mas fria, se condensa, y baja en forma liquida por gravedad a la parte baja del tubo calorico. De esta forma se completa el ciclo.

El tubo de vidrio que se somete al vacio suele ser de borosilicato, por sus buenas condiciones opticas y resistencia mecanica. En este tipo de colectores se requiere que los tubos tengan una inclinacion minima de 20° con respecto a la horizontal, para que el fluido condensado baje por gravedad.

2.13 Colectores solares de placa plana

Los colectores de placa plana, también llamados colectores solares o paneles solares térmicos son sofisticados invernaderos que atrapan y utilizan el calor del sol para aumentar la temperatura del agua hasta alrededor de los 70°C.

Estos colectores consisten en una caja herméticamente cerrada con una cubierta de vidrio o algún otro material transparente. En su interior se ubica una placa de absorción la cual está en contacto con unos tubos por lo que circula un líquido que transporta calor. Existe un gran número de diferentes configuraciones de los tubos internos en los colectores placa plana.

Elementos de un colector solar placa plana.

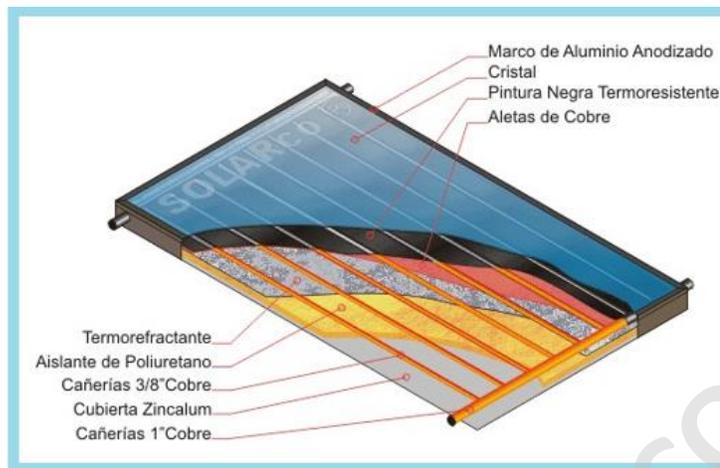
- ✓ **Cubierta transparente:** Es la encargada de producir el efecto invernadero, reducir las pérdidas por convección y asegurar la estanqueidad del colector al agua y al aire en unión con la carcasa y las juntas. El efecto invernadero logrado por la cubierta consiste en que la radiación que ha atravesado la cubierta y llega a la placa captadora, una parte es reflejada hacia la cubierta transparente con una longitud de onda para la cual esta es opaca, con la que se consigue retener la radiación en el interior. Se puede usar una doble cubierta o aumentar el espesor de la cubierta transparente para tratar de minimizar las perdidas por convección, pero estas soluciones aumentan las perdidas por absorción del flujo solar incidente, además de encarecer el panel. En general se puede decir que la doble cubierta es tanto más interesante cuanto más baja sea la temperatura exterior y más fuerte sea el viento.
- ✓ **Placa captadora:** tiene por misión absorber de la forma más eficiente posible la radiación solar y transformarla en energía térmica utilizable mediante su

transferencia al fluido calo portador. Existen diferentes modelos. La cara de la placa captadora que se expone al sol ha estado protegida de los rayos solares por medio de pinturas negras o recubrimientos selectivos.

- ✓ **Aislamiento:** la placa captadora está protegida en su parte posterior y lateral por medio de un aislamiento para evitar las pérdidas térmicas hacia el exterior. Los materiales más usados son la fibra de vidrio, la espuma rígida de poliuretano y el poliestireno expandido. Cualquiera que sea el material escogido debe tener un coeficiente de dilatación compatible con el de los demás componentes del panel solar.
- ✓ **Carcasa:** es la encargada de proteger y soportar los elementos que constituyen el colector solar, además de servir de enlace con el edificio o lugar de emplazamiento por medio de los soportes. *Figura 2.17.*

Los colectores de placa plana se han usado de forma eficaz para calentar agua y para calefacción. Los sistemas típicos para una casa emplean colectores fijos, montados sobre el tejado. En el hemisferio norte se orientan hacia el Sur y en el hemisferio sur hacia el norte. Los ángulos de inclinación óptimo para montar los colectores dependen de la latitud. En general, para sistemas que se usan durante todo el año, como los que producen agua caliente, los que se inclinan en un ángulo igual a la suma del valor de latitud local más 15° , respecto al plano horizontal y se orienta unos 20° latitud sur o 20° latitud norte.

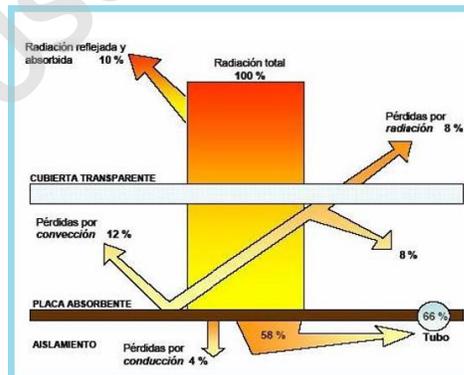
Figura 2. 17 Elementos de un colector solar térmico de efecto invernadero.



Fuente: <https://www.caloryfrio.com/energias-renovables/energia-solar/instalacion-captadores-solares.html>

El sistema de un colector solar plano sigue el mismo principio, denominado “efecto invernadero”, que consiste en captar en su interior la energía solar, transformándola en energía térmica e impidiendo su salida al exterior.

Figura 2. 18 Distribución de la radiación en un colector solar plano



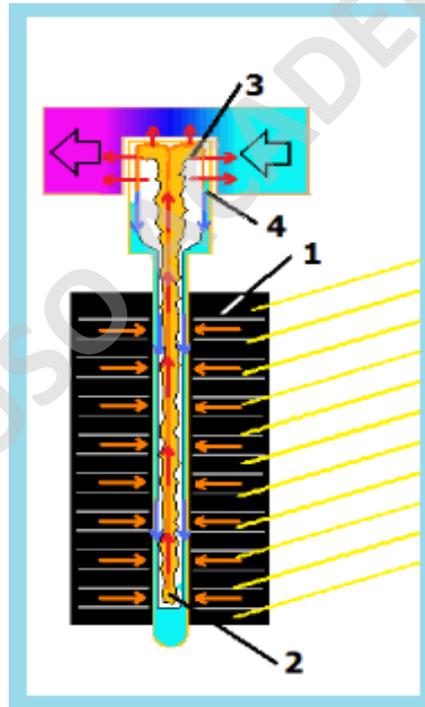
Fuente: <https://juanfrancisco207.wordpress.com/2015/01/31/conceptos-de-energia-solar-termica/>

2.13.1 Absorbedor

Componente del colector solar, destinado a absorber energía radiante y transferir esta energía a un fluido en forma de calor. El absorbedor está constituido por materiales metálicos, de diversas configuraciones, con revestimiento en color negro, en general tratado electroquímicamente para mantener sus propiedades ópticas inalterables con el paso del tiempo. En ningún caso podrá utilizarse un colector que posea un absorbedor de acero galvanizado.

a) Absorbedor en colectores de tubo al vacío.

Figura 2. 19 Esquema de funcionamiento “heta Pipe”



Fuente: <http://www.sitiosolar.com/los-colectores-solares-de-tubo-de-vacio/>

1.-La radiación solar incide en el absorbedor que se calienta y transmite ese calor al tubo.

2.-El calor recibido provoca que el fluido en el interior del tubo se evapore y ascienda portando energía. 3.-El fluido evaporado cede el calor latente al fluido que circula por el exterior de la cabeza del tubo y al hacerlo se licua. 4.-El fluido de nuevo en estado líquido cae por gravedad al fondo del tubo para reiniciar el proceso.

b) Absorbedor en colector de placa plana.

Figura 2. 20 Dibujo de circuito primario tipo parrilla y tipo serpentín por el cual se transporta el líquido calo portador.



Fuente; file:///C:/Users/jose/Descargas/Manual%20Sistemas%20Solares%20Termicos-2014%20(2).pdf

2.14 Depósito Acumulador (DA) o Acumulador

Depósito que forma parte de un Sistema Solar Térmico, donde se acumula la energía térmica producida por el Colectores Solares Térmicos. El acumulador debe almacenar la energía producida por el colector solar térmico para cubrir la demanda en momentos de poca o nula radiación solar (p/e: en la noche o en la madrugada), y debe encargarse de la producción solar en momentos de poco o nulo consumo.

Para asegurar la circulación natural, la parte inferior del depósito de acumulación deberá situarse por encima de la parte superior de los colectores solares.

En Sistema Solar Térmico indirectos la toma de salida de fluido calo portador hacia el colector provendrá desde la parte inferior de éste.

Los Sistemas Solares Térmicos deberán llevar una válvula de retención (antirretorno), que impida que el agua del acumulador se pueda devolver por la línea de entrada de agua fría al Deposito Acumulador.

Los acumuladores deberán estar completamente aislados de forma tal de reducir las pérdidas de calor. En Sistemas Solares Térmicos indirectos la toma de salida de fluido calo portador hacia el colector provendrá desde la parte inferior de éste.

2.15 Estructura de soporte

Las estructuras de soporte de los colectores deberán cumplir las siguientes condiciones generales de instalación.

La estructura de soporte deberá tener puntos de sujeción del colector, suficientes en número y debe permitir las dilataciones térmicas, sin que se produzcan flexiones en el colector que comprometan su integridad.

El cálculo y diseño de la estructura de soporte de los colectores se debe realizar mediante un proyecto estructural, el cual deberá ser adjuntado a la propuesta y firmado por un profesional habilitado en el área de cálculo estructural.

Todos los materiales de la estructura de soporte deberán contar con protección contra la acción de los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la acción combinada del aire y el agua (especialmente en ambientes de tipo marino o

salino), a modo de ejemplo se pueden considerar como tales, el acero galvanizado o la pintura anticorrosiva de tipo epóxica.

Figura 2. 21 Estructura afianzada a techumbre



Fuente: Elaboración Propia.

2.16 Otros elementos de los Sistemas Solares Térmicos

Circuito hidráulico El circuito hidráulico está formado por el conjunto de tuberías y sus componentes, responsables de transportar la energía solar captada hacia el sistema de acumulación solar y está constituido por válvulas, dispositivos de seguridad y tuberías, incluida la tubería de alimentación de agua fría al Sistema Solar Térmico y la de salida de agua caliente.

Las instalaciones solares se deberán realizar con un circuito primario y un circuito secundario independientes, evitándose cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos

que pueden operar en el Sistema Solar Térmico. Todos los circuitos del sistema solar térmico deberán estar diseñados de forma que nunca se sobrepase la máxima presión soportada por cualquiera de sus materiales. Para ello, deberán estar provistos de válvulas de seguridad configuradas a una presión que garantice que en cualquier punto del circuito no se supere la presión máxima de trabajo de los componentes.

2.16.1 Tuberías

En los Sistemas Solares Térmicos indirectos, las tuberías del circuito primario no podrán ser de PPR, PEX, PVC ni de ningún polímero o goma que no soporte una temperatura constante de 100°C, una presión constante de 3 BAR y con estas condiciones tener una vida útil superior a 5 años. Las conexiones de las tuberías entre ellas o con otros elementos del circuito deberán soportar las temperaturas y presiones máximas del circuito primario.

El aislamiento de las tuberías a la intemperie deberá llevar una protección externa que asegure la durabilidad ante las acciones climatológicas y de animales, cuidando que no queden en contacto elementos metálicos de distinta composición que pudiesen generar oxidación galvánica. El aislamiento no dejará zonas visibles de tuberías o accesorios, quedando únicamente al exterior los elementos que sean necesarios para el buen funcionamiento y operación de los componentes.

Figura 2. 22 <http://www.sitiosolar.com/los-colectores-solares-de-tubo-de-vacio/>



Fuente: <https://www.solostocks.com/>

2.16.2 Sistemas de Expansión

Los circuitos cerrados de un Sistema Solar Térmico necesitan de un sistema de expansión con el fin de absorber las dilataciones del fluido en cada uno de los circuitos y evitar que la presión supere los valores máximos previstos.

Se deberá utilizar un sistema de expansión independiente en cada uno de los circuitos del Sistema Solar Térmico. A excepción de los colectores de tubos de vacío tipo “heat pipe” que no requieren un sistema de expansión en el circuito primario. Los vasos de expansión deberán ser siempre cerrados. Su conexión será tal que impida el ingreso de agua a una temperatura que lo dañe.

Figura 2. 23 Sistema de expansión del circuito secundario o abierto



Fuente: Elaboración Propia.

2.16.3 Purga de aire

En los puntos altos del sistema solar térmico y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado, se deberán colocar sistemas de purga constituidos por botellines de desaireación y purgador manual o automático.

En el caso de utilizar purgadores automáticos, adicionalmente se deberá instalar una válvula de corte para la operación, mantenimiento o eventual cambio del purgador. El purgador deberá soportar las temperaturas máximas que puedan producirse en el lugar donde es instalado.

Figura 2. 24 Purgar de aire.



Fuente: <http://www.recal.cl/>

2.16.4 Válvulas

La elección de las válvulas se realizará de acuerdo con la función que desempeñan en cada uno de los circuitos de la instalación.

2.16.5 Válvulas de corte

Las válvulas de corte se instalan en diversos puntos de la instalación para poder realizar las operaciones de mantenimiento en los componentes más importantes, sin necesidad de realizar el vaciado completo de la instalación. Las válvulas de corte solo podrán ser de bola metálicas y se instalarán en: 1.- La entrada y salida del acumulador. 2.- La entrada y salida del circuito de distribución de agua fría y caliente.

Figura 2. 25 Valvula de corte



Fuente: file:///C:/Users/jose/Descargas/Manual%20Sistemas%20Solares%20Termicos-2014%20(2).pdf

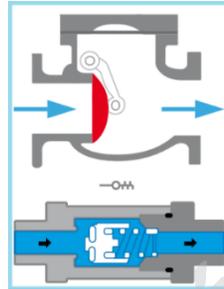
2.16.6 Válvula de retención (antirretorno)

Se instalarán válvulas de retención o antirretorno para evitar flujos inversos indeseados en el circuito hidráulico.

El circuito de alimentación del estanque deberá incluir una válvula de retención (antirretorno) que impida el vaciado del agua del estanque hacia la red de agua fría o la red pública de agua potable.

La válvula de retención no deberá impedir que el fluido desplazado alcance al sistema de expansión, para lo cual se debe instalar aguas abajo del sistema de expansión.

Figura 2. 26 Válvula antirretorno.



Fuente: file:///C:/Users/jose/Descargas/Manual%20Sistemas%20Solares%20Termicos-2014%20(2).pdf

2.16.7 Válvula mezcladora termostática

La válvula mezcladora termostática está provista de un elemento regulador que funciona como un sensor de temperatura. A través de dilatación y contracción, este sensor regula continuamente la relación correcta entre el agua caliente y fría.

Con un dispositivo ubicado en la parte superior de la válvula se puede ajustar manualmente la temperatura del agua mezclada, que debe ser 50°C o menos.

Figura 2. 27 Válvula mezcladora termostática



Fuente: Elaboración Propia.

2.16.8 Válvulas de seguridad

Estas válvulas permiten limitar la presión, protegiendo los componentes de la instalación. Es indicado, como mínimo, una válvula de seguridad en cada uno de los circuitos cerrados de la instalación.

También es indicado que se instale una válvula en cada uno de los colectores y en cada uno de los acumuladores.

La posición de las válvulas de seguridad y la conducción del escape debería garantizar que, en caso de descarga, no se provoquen accidentes o daños.

Figura 2. 28 Válvula de seguridad



Fuente: Elaboración Propia.

2.16.9 Válvula manual de tres vías

La válvula de tres vías es una válvula de control direccional que permite decidir manualmente la circulación de un fluido. En las instalaciones solares el conexionado con el sistema de aporte auxiliar, cuando éste sea un calefón tradicional, deberá ser en paralelo y mediante una válvula de bola de tres vías manual que permita al usuario decidir si utiliza el agua del sistema solar térmico o la del sistema de apoyo.

Figura 2. 29 Válvula manual de tres vías.



Fuente: Elaboración Propia.

2.17 Beneficios de un Sistema Solar Térmico

a) El ahorro de energía térmica: bajara el gasto en agua caliente de tu hogar:

- ✓ El ahorro de energía dependerá de la ubicación del sistema solar térmico y va entre un 30% a un 75% o más.
- ✓ El resto de la demanda puede ser proporcionado por sistemas convencionales de producción de agua caliente.
- ✓ En Santiago una vivienda de cuatro personas, con un sistema solar térmico podría alcanzar un ahorro aproximado de \$140.000 anualmente.

b) La inversión se amortiza con el ahorro energético:

- ✓ Un sistema solar térmico recupera la inversión entre 8 y 12 años, con una vida útil de 15 a 20 años promedio.
- ✓ El periodo de amortización efectivo dependerá del tipo de combustible que se sustituye, la variación de su precio, la radiación solar existente, la demanda de agua caliente y el tamaño y el costo del sistema solar térmico.

c) Es una solución para familias que vivan en zona extremas:

- ✓ Una gran cantidad de las familias en Chile que viven en zonas de difíciles accesos o alejadas un sistema solar térmico mejora significativamente la calidad de vida de ellas ya que son de fácil mantención.

2.18 Ventaja y desventaja de la energía solar

En general, tanto la energía solar fotovoltaica y, sobre todo, la energía solar térmica tiene una muy buena aceptación en la sociedad. Sin embargo, conviene conocer las ventajas y desventajas de la energía solar para reforzar o contrastar nuestra opinión.

Cuando hablamos de fuentes de energía la mayoría de gente se muestra posicionada en favor o en contra de un determinado tipo (energía solar, energía nuclear, energía eólica, etc.). Los argumentos para posicionarse son variados: eficiencia energética, contaminación, seguridad, coste. Por ello, intentaremos analizar las ventajas y desventajas de la energía solar del modo más objetivo posible.

Si bien la energía solar térmica y la energía solar fotovoltaica son dos tipos de energía diferentes con características diferentes, para analizar las ventajas y desventajas de la energía solar lo vamos a hacer de forma conjunta.

Ventajas de la energía solar

Las ventajas de la energía solar dependen de diferentes factores. Dependiendo de las características de la instalación solar se observarán ciertas ventajas respecto a otras fuentes de energía.

- ✓ La energía solar es una energía renovable y, por lo tanto, es inagotable. Aunque el sol tiene una vida limitada, a escala humana se considera inagotable.
- ✓ Baja contaminación y respeto al medio ambiente. La producción de energía eléctrica en el caso de la energía fotovoltaica o de sanitaria en la energía solar térmica no es contaminante ni provoca gases de efecto invernadero.
- ✓ Instalaciones con un reducido coste de instalación y mantenimiento. El coste de una instalación solar comparado con otros tipos de instalaciones como por

ejemplo una central nuclear son muy bajos. Del mismo modo, el mantenimiento de una instalación solar en marcha no es muy cara.

- ✓ Favorable para sitios aislados. En casos en que es difícil el acceso a la red eléctrica la energía solar es una muy buena opción.
- ✓ Opinión pública favorable. La opinión pública es mayoritariamente favorable al uso de la energía solar. La percepción de la población es que se trata de una energía renovable limpia y sostenible.

Desventajas de la energía solar

Dependiendo de las características de la instalación solar, las desventajas de la energía solar serán más o menos importantes. A pesar de todas las ventajas conviene analizar detenidamente las desventajas. Determinados inconvenientes pueden implicar que una instalación solar pueda ser inviable. Los aspectos que considerar son los siguientes:

- ✓ La eficiencia energética es pobre comparada con otras fuentes de energía. La relación de la cantidad de energía recibida en un panel solar con la cantidad de energía eléctrica es baja en comparación con otras fuentes de energía como la energía nuclear.
- ✓ El coste económico comparado con otras opciones. Sobre todo en la energía solar térmica que aprovechando las propiedades de la temperatura y la termodinámica el rendimiento es superior a la energía fotovoltaica.

- ✓ El rendimiento está en función de la climatología. La dependencia de la climatología convierte esta fuente de energía en una opción poco viable en zonas en que el cielo está mayormente nublado.
- ✓ Limitaciones en el horario solar. Hay que tener en cuenta que en determinadas zonas el horario solar es más corto. Los países nórdicos, por ejemplo, durante los días de invierno las horas solares son muy pocas. Además, la inclinación del Sol respecto a la superficie varía durante los diferentes días del año. La variación de la inclinación de la radiación sola influye en el rendimiento de los paneles solares.
- ✓ Limitaciones para almacenar la energía generada. Debido a que las horas donde se puede obtener energía eléctrica no siempre coinciden con las horas en que se necesita conviene almacenar la energía. Para ello, existen baterías solares y depósitos de agua caliente, pero la eficiencia todavía es muy baja.

2.19 Hipótesis

La energía solar térmica es una alternativa amigable con el medio ambiente y así mismo aporta un ahorro considerable al consumo de agua caliente. En función de esta característica, es posible lograr con los productos que existen en el mercado, proponer una comparación de tecnologías que permitan aplicar la mejor solución en una vivienda social.

CAPÍTULO 3. PROGRAMA DE PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO FAMILIAR (PPPF).

El Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), en su afán de mejorar la habitabilidad y la eficiencia energética de las viviendas del país, dispone de una serie de beneficios para las familias más vulnerables que son propietarias de una vivienda.

3.1 Subsidio directo para viviendas sociales existentes

Si usted tiene una vivienda social existente y desea instalar un sistema solar térmico que le permite generara agua caliente sanitaria utilizando energía del sol, se puede dirigir solo o en conjunto con un grupo de vecinos a una entidad patrocinante (EP), que cuente con convenio marco vigente con SERVIU, y solicite que generen un proyecto de sistemas solares térmicos que deben postular a los llamados regulares del Programa de Protección del Patrimonio Familiar (PPPF) del ministerio de viviendas y urbanismos (MINVU).

3.2 En qué consiste

El subsidio busca interrumpir el deterioro y mejorar la vivienda de familias vulnerables y de sectores emergentes, apoyando el financiamiento de distintas obras, entre ellas de Sistemas Solares Térmicos, entre otras, el subsidio máximo que se puede obtener es de 50, 55, 60 o 65 UF, de acuerdo a la comuna en la que se ubique la vivienda. Los postulantes deben aportar un ahorro mínimo de 3 UF.

3.3 Subsidio en el Programa de Reconstrucción de viviendas

En respuesta a las necesidades de reconstrucción de viviendas surgidas por los desastres naturales ocurridos en el país entre los años 2014 y 2015 (terremoto, incendio y aluvión), se determinó impulsar un subsidio destinado a la instalación de Sistemas

Solares Térmicos para el calentamiento de agua sanitaria, en las viviendas que sean objeto del Programa de Reconstrucción y donde exista factibilidad técnica.

3.4 Franquicia tributaria para viviendas nuevas

Si usted está próximo a comprar una vivienda nueva (casa o departamento), busque y prefiera proyectos inmobiliarios que incluyan Sistemas Solares Térmicos (SST) para contar con agua caliente sanitaria, aprovechando que la empresa constructora se puede acoger al “beneficio tributario” de la Ley de Fomento de SST que le reintegra el total o un porcentaje del costo de equipos, instalación y mantenciones del SST.

SOLO USO ACADÉMICO

CAPÍTULO 4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

Entender y conocer los distintos sistemas solares térmicos de manera de obtener la solución más óptima en eficiencia y economía para viviendas sociales.

4.2 Objetivos específicos

Para dar cumplimiento al objetivo general del estudio, se plantea los siguientes objetivos específicos.

- ✓ Realizar un análisis y comparación entre las distintas alternativas que ofrece el mercado.
- ✓ Obtener una solución para las familias que no cuentan con agua caliente.
- ✓ Los sistemas solares térmicos generan ahorros y aportan al cuidado del medio ambiente.

CAPÍTULO 5. DESARROLLO

En este informe se elaboró un estudio de mercado de las distintas tecnologías que existen en el mercado de sistemas solares térmicos las cuales aportan un importante ahorro de gas en una familia de clase media o baja. Las instalaciones solares aparte de aportar un ahorro financiero en una familia son necesarias para el cuidado del medio ambiente ya que no producen gases de efecto invernadero por ende las energías renovables no convencionales son las energías que menos daño le producen al plante tierra asimismo las energías renovables se pueden encontrar y utilizar en cualquier parte de la tierra.

En esta investigación se elaboró una comparación de dos sistemas solares térmicos indirectos heat pipe y placa plana los cuales se pudo comprender que los sistemas heat-pipe son más eficiente ya que pueden captar más radiación durante un día por su forma cilíndrica pero así ambas tecnologías son un importante aporte para el calentamiento de agua.

Se realiza una cotizaron en la empresa Kuhn de un sistema solar heat pipe de 160 litros y un sistema solar placa plana de 160 litros y sus respectivos accesorios siendo como resultado que los sistemas solares heat-pipe son más económicos.

Además, se explica cómo se realiza la instalación de un sistema solar térmico que son simple de ejecutar y su puesta en marcha. También se muestra un diagrama de todos sus accesorios. A estas instalaciones se le debe realizar una mantención de todos sus componentes una vez al año para así darle una mayor vida útil que puede llegar hasta los 20 años.

También se presenta un caso de un proyecto de mejoramiento de vivienda en la villa magister en Maipú que consistía en la instalación de 22 sistemas solares térmicos a

través del subsidio programa de protección del patrimonio familiar entregado por el ministerio de vivienda y urbanismo.

Las energías renovables son fuente de energía, limpia, inagotable y las futuras energías que se utilizaran ya que se pueden aprovechar en cualquier parte del planeta, pero sobre todo en que no producen gases de efecto invernadero, causante del cambio climático.

5.1 Comparaciones de los distintos colectores

Tabla 5. 1 comparación de los sistemas solares térmicos.

Colectores solares de tubo al vacío.	Colectores solares planos
1-Debido a la forma cilíndrica del tubo, el sol es perpendicular a la superficie de los tubos la mayor parte del día.	1-Al tener una superficie plana, el sol es solamente perpendicular al colector a horas determinadas.
2-El vacío de los tubos reduce la pérdida del calor, consecuentemente el viento y las temperaturas frías tienen efecto mínimo en la eficacia del colector.	2-No hay vacío, el viento y las bajas temperaturas afectan notoriamente la eficiencia del colector. Se produce pérdida por convección de 35% a 50%.
3-Se utiliza con temperaturas bajo cero sin necesidad de líquido anticongelante. Las bajas temperaturas, nieve no dañan los colectores.	3-Uso de líquido anticongelante, requiere mantención 1 vez por año.
4-Los tubos al vacío son testeados a los impactos y si se rompiera un tubo el sistema sigue funcionando, pudiendo ser fácilmente cambiado.	4-Si se rompe el colector el sistema solar debe ser detenido y cambiar el colector completo antes de volverse a poner en marcha
5-El vacío del tubo permite evitar la condensación, corrosión, disminuyendo los tiempos de mantención a cero del circuito primario.	5-Es más propenso a presentar condensación y corrosión especialmente cuando se deterioran las juntas entre el cristal y la caja afectando el rendimiento y la durabilidad
6-Por su diseño curvo y por el espacio entre los tubos, el polvo no se acumula en el colector.	6-Por su diseño plano acumula polvo y suciedad, lo que se traduce en menos transferencia de calor.
7-Puede alcanzar temperaturas sobre los 100°C.	7-Debido a la pérdida de conducción y convección, estos colectores no alcanzan altas temperaturas. Esto se ve acentuado el solsticio de invierno o en zonas costeras con nubosidad.

Fuente: Elaboración propia

5.1.1 Diferencias de los sistemas solares térmicos

1. Los sistemas solares Heat pipe son más eficientes ya puedes captar más radiación durante un día.
2. Los colectores placa plana tiene que recibir mucha más radiación para que el circuito primario comience a trabajar.
3. Lo sistemas solares trabajan gracias a los rayos UV. Habiendo rayos UV ambos sistemas pueden trabajar. Por esa razón ambos sistemas trabajar en un día de nieve.
4. En los colectores placa plana los vidrios que se utilizan son templados por lo que los hacen más resistente que los colectores heat pipe.
5. Lo ideal para ambos sistemas es que se le realizarle una mantención anual así se puede extender su vida útil.

5.1.2 Comparación de precios

a) Precio equipo solar:

Figura 5. 1 Comparación de precios y características.

Colector Solar Heat Pipe		Colector Solar Plano	
 <p>Estanque Acero Inox. SUS-316 SEC KHP-180</p>	<p>Marca: Kuhn Modelo: KHP-180-FR Capacidad: 160 lts. Fabricado en China Precio: \$ 600.957 Incluye: Válvula de chequeo y de seguridad</p>	 <p>SEC KST160</p>	<p>Marca: Kuhn Modelo: KST-160-230 Capacidad: 160 lts Fabricado en Europa Precio: 811.083</p>

Fuente: www.kuhn.cl/webstore/

b) Precios accesorios:

Figura 5. 2 Precio de los accesorios para una instalación.

Nombre	Unidad	Cantidad	P.Unitario	Costo Unitario
Estanque de expansión	Unidad	1	\$ 17.000	\$ 17.000
Purgar de aire	Unidad	1	\$ 6.600	\$ 6.600
Válvula de corte	Unidad	1	\$ 2.500	\$ 2.500
Válvula antirretorno	Unidad	1	\$ 13.350	\$ 13.350
Válvula termostática	Unidad	1	\$ 25.300	\$ 25.300
Válvula de seguridad	Unidad	1	\$ 8.000	\$ 8.000
Válvula 3 vías	Unidad	1	\$ 7.300	\$ 7.300
Manguera PPR agua fría	Unidad	5	\$ 3.990	\$ 19.950
manguera PPR agua caliente	Unidad	5	\$ 3.990	\$ 19.950
Aislante para cañería	Unidad	15	\$ 1.350	\$ 20.250
Codos PPR	Unidad	20	\$ 270	\$ 5.400
Tee PPR	Unidad	5	\$ 350	\$ 1.750
Abrazaderas	Unidad	1	\$ 320	\$ 320
Llave de paso	Unidad	2	\$ 5.700	\$ 11.400
Terminal HI	Unidad	2	\$ 1.090	\$ 2.180
Terminal HE	Unidad	2	\$ 2.500	\$ 5.000
Americanas	Unidad	2	\$ 3.020	\$ 6.040
TEE Hlx1/2"x20mm	Unidad	2	\$ 2.590	\$ 5.180
Clavo corriente 3"	kilo	1	\$ 1.990	\$ 1.990
Tornillo autoperforante 1/2"	unidad	1	\$ 10.820	\$ 10.820
Terciado estructural 15mm	unidad	1	\$ 15.690	\$ 15.690
Tubo de silicona	Unidad	4	\$ 3.500	\$ 14.000
			TOTAL	\$ 219.970

Fuente: Elaboración propia

c) Precio total:

- ✓ Colector solar heat pipe precio total: \$820.927
- ✓ Colector solar placa plana precio total: \$ 1.030.353

5.2 Instalación de un sistema solare térmico

La instalación de un sistema solar térmico en una vivienda social tiene como objetivo independizar la vivienda del uso de gas licuado en agua caliente, con equipos que no emiten ruido ni emanan toxinas al medio ambiente.

En una instalación solar se tendrán que tomar todas las medidas de seguridad ya que es un trabajo en el cual se utilizan herramientas peligrosas y se realiza en altura.

- a) a-Analizar donde se instalará el sistema solar así mismo probar el calefón y la revisión de las instalaciones sanitarias.
- b) b-Se procederá con la instalación del sistema solar utilizando andamios o escaleras según el espacio disponible en la obra
- c) c-Los sistemas solares térmicos, serán dispuestos sobre la techumbre de cada vivienda lo cual lo primero que se realiza es destechar la zona donde se instalara el sistema. La estructura se ancla a la cadena perimetral de la casa o de no ser así se deberá reforzar la estructura de la cubierta de la vivienda mediante la instalación de madera de pino impregnada de sección de 2"x4" para así logra mayor estabilidad al conjunto.

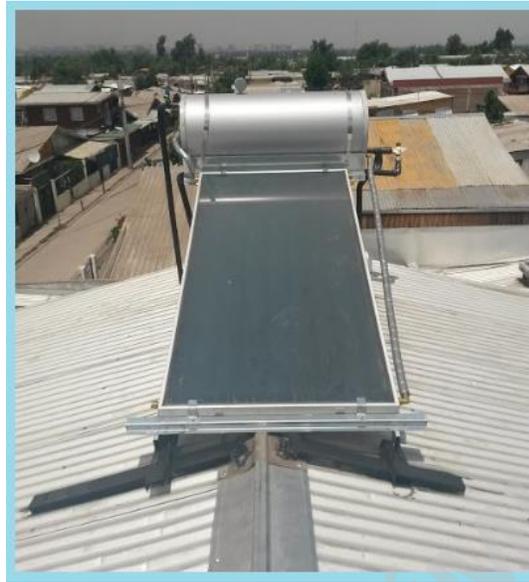
Figura 5. 3 En esta figura se muestra el refuerzo que se le realizo a las cerchas de la vivienda y el anclaje de la estructura de soporte



Fuente: Elaboración propia.

- d) d-Al realizar el refuerzo en las cerchas e instaladas las estructuras de soporte se procederá a cerrar el techo y se instalara la estructura del sistema solar luego se anclarán las dos puntas inferiores de la estructura a la techumbre del hogar, instalando un perfil canal de 40x80x3mm (dicho perfil será tratado de forma preliminar a la instalación para su protección ante el medio ambiente con pintura anticorrosiva) a la techumbre con un largo que pueda engancharse a dos costaneras afianzándolos con tira fondos de 3” y además se le colocarán todos sus elementos de seguridad a la estructura.
- e) e-Al tener ya la estructura montada y fijada en la techumbre se procederá a montar el absorbedor y acumulador a la estructura del sistema solar las cuales estás van amarada a la estructura con fijaciones que traen los kits de cada equipo solar.

Figura 5. 4 En la figura se muestra un sistema solar térmico montado y fijado en la techumbre de una vivienda



Fuente: Elaboración Propia.

f) Armado de válvula tres vías, termostática y conexiones en acumulador solar. En la entrada del calefón (agua fría) se saca un arranque que va direccionado hacia el acumulador solar y a la válvula termostática, luego en la salida superior de agua caliente del acumulador se conecta con la entrada de la válvula termo estática quedando un arranque siendo el resultado de la mezcla de agua fría de la red y agua caliente del acumulador esta se conecta a la válvula de tres vías. Foto 5.3

Figura 5. 5 En la figura se muestra la instalación de la válvula termostática y tres vías.



Fuente: Elaboración Propia.

g) Con la instalación ya conectada se procede al llenado, lo primero es llenar el circuito secundario, mientras se llena el acumulador de 160 litros se abre la válvula de seguridad instalada en la salida de agua caliente del acumulador para despichar o aliviar toda presión que se va acumulación con el llenado. Una vez lleno se procede al llenado del circuito primario, es importante apretar bien los codos y tapones del panel y acumulador por un tema de fuga de nuestra mezcla, listo esto procedemos al llenado.

Con el circuito funcionando se reúne a los integrantes de la casa para entregar la información que sea necesaria con el fin de un buen uso de su sistema solar térmico.

5.3 Esquema de instalación del sistema solar térmico

Figura 5. 6 Sistema solar térmico



Fuente: Elaboración propia

- 1-llave de corte agua fría
 - 2-Valvula tres vías
 - 3-Llave de corte agua fría que alimenta el acumulador
 - 4-Valvula termostática
 - 5-Valvula de retención
 - 6-Valvula sobrepresión agua caliente
 - 7-Estanque expansión sanitario 8 litros
 - 8-Panel solar
 - 9-Acumulador de agua solar
 - 10-Manometro
 - 11-Purgar de aire automatizado
 - 12-Calefon
- 5.4 Caso instalación de sistemas solares en Villa Magister**

Debido al requerimiento energético de agua caliente sanitaria en la villa Magister, en donde el promedio de habitantes por casa es de 4 personas. Hasta antes de este trabajo solo se abastecían de gas licuado para cubrir la necesidad de ducharse con agua caliente a temperatura deseada esto genera gastos continuos.

Gracias al subsidio programa de protección del patrimonio familiar (PPPF) entregado por el ministerio de vivienda y urbanismo (MINVU) es que la villa magister cuenta con fondos estables mediante franquicia tributaria. La ley 20.665 establece franquicia tributaria respecto de sistemas solares térmicos. Con vigencia desde 19/08/2009, ya no dependerá del 100% de este producto fósil, ahora con el sistema solar térmico el ahorro aproximado ronda el 75% en promedio anual ocupando gas solo al momento de cocinar y calefacción en épocas de invierno. También es un aporte al medio ambiente ya que se reduce la emanación de CO2 producido al quemar el gas licuado en el calefón.

5.4.1 Postulación

Para que la comunidad sepa de la postulación que entrega el ministerio de vivienda y urbanismo, la entidad de gestión inmobiliaria social (EGIS) informa que se han abierto las postulaciones para distintos tipos de beneficios que en este caso es sobre sistemas solares térmicos. Luego cada junta de vecino informa sobre los distintos beneficios a los que puedan postular y se realiza un listado con las personas interesadas. La entidad de gestión inmobiliario social con el listado ya en la mano procederá a ingresar a cada postulante a software llamado RUKAN que a su vez genera un listado con las personas que si cumplen con los requisitos para poder postular. Luego se realiza una revisión de viviendas en terreno, es importante asistir con 1 prevencioncita de riesgo, un profesional de la construcción para así obtener los distintos puntos de vistas que pueden surgir en cada casa generando así un segundo filtro con personas que no puedan postular y personas que si pueden postular. Y finalmente ya con el listado definitivo se procederá a llamar a las empresas que trabajan en el rubro.

5.4.2 Información Geográfica de Villa Magister, Maipú

La villa Magister se encuentra a 22 km de Santiago de Chile, con una población aproximada de 270 pobladores. Y se encuentra a pasos del Mall Arauco Maipú.

Figura 5. 7 Muestra la ubicación de villa magister.

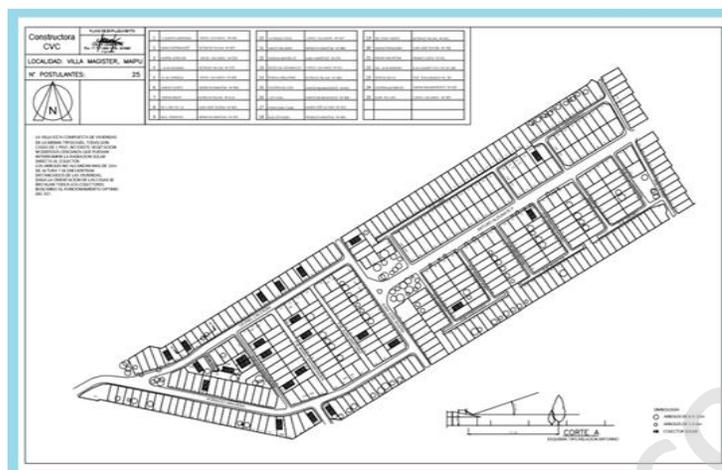


Fuente: <https://www.google.cl/>

5.4.3 Plano de emplazamiento

La villa está compuesta de viviendas de la misma topología, todas son casas de 1 piso. No existe vegetación ni edificios cercanos que puedan interrumpir la radiación solar directa al colector termosifón. Los árboles no alcanzan más de 10m de altura y se encuentran distanciados de las viviendas. Dada la orientación de las casas se instalan todos los colectores buscando el funcionamiento óptimo de los sistemas solares térmicos.

Figura 5. 8 Plano de emplazamiento



Fuente: Cvc instalaciones solares

5.4.4 Estrategia metodología

Para que este proyecto cumpla con todas las normas adecuadas dictadas por el manual de sistemas solares térmicos y contar con la aprobación de la entidad de gestión inmobiliaria social (EGIS), se tuvo que cumplir con distintos procedimientos, como lo son el análisis de datos, cálculos de dimensionamiento, diseño, cubicación de materiales, montaje y conexión.

5.5 Potencial energético de la zona

El primer paso para verificar que un proyecto solar sea factible, es necesario conocer los datos geográficos y meteorológicos del lugar. Como es la radiación, nubosidad, existencia de obstáculos que produzcan sombra, etc. Ya que con estos datos se puede calcular un estimativo de cuanto es la energía calórica que nos puede entregar el sistema solar térmico.

5.5.1 Dimensionamiento

En este punto del proyecto se describe lo que es el equipo sí; como funciona, circuito primario y circuito secundario y el efecto gravitacional. También la empresa realizó el dimensionamiento, considerando que es una instalación domiciliaria y los cálculos realizados fueron en base a promedios por casa y consumo de agua caliente sanitaria.

5.5.2 Diseño

En el diseño entre el análisis del lugar físico que tendrá cada equipo y material de la instalación, considerando la factibilidad, el aprovechamiento de los materiales y la estética con la que se entrega finalmente el proyecto.

5.5.3 Angulo de inclinación

En este punto es necesario para garantizar el óptimo funcionamiento de nuestro sistema solar térmico (siendo la inclinación), para obtener estos grados de inclinación se privilegian los meses de menos sol (menos radiación horizontal en la superficie captadora) siendo invierno y desfavoreciendo en verano, para no tener un exceso de radiación solar. Nuestro sistema solar térmico tipo termosifón esta pre-diseñado para una inclinación de 45°, por lo que es necesario cortar los verticales para obtener así una inclinación de 30°. Lo anterior se puede establecer con un instrumento llamado inclinómetro facilitando el trabajo con solo apoyar este aparato sobre el panel solar.

CONCLUSIÓN

Chile es un país rico en energías renovables no convencionales que se encuentra desde el norte al sur del país. Esta podría ser explotadas de manera más intensa ya que el costo nivelado de las energías de muestra que algunas de ellas ya son competitivas con las energías convencionales que se utilizan actualmente, esto permitiría diversificar la matriz energética y hace más competitivo el mercado siendo favorable para los precios finales que pagarían los consumidores. Por todo esto se dice que las energías renovables son el futuro, ya que además de contribuir con el medio ambiente, proporciona una manera eficaz y optimización de recursos para la producción y energético.

En primer lugar, que es necesario plantarse sobre un cambio en el sistema energético actual para eliminar la gran dependencia que este tiene de los combustibles fósiles y los problemas que ellos traen consigo.

- ✓ Desequilibrio
- ✓ Contaminación
- ✓ Agotamiento de los recursos

Como lo estuvimos mencionando a lo largo de todo este trabajo de tesis. El sol es una fuente inagotable de recursos para el hombre, es limpia, abundante y está disponible en la mayor parte de la superficie terrestre y puede, por lo tanto, liberar al planeta de los problemas ambientales generados por los combustibles convencionales. Por este motivo lo que se propone en esta tesis es la incorporación de sistemas solares térmicos en viviendas sociales ya que es una solución para el calentamiento de agua sanitaria y un ahorro considerable para una familia. Apuntado directamente a la mejora en la calidad de vida de las familias y el cuidado al medio ambiente por esta razón la instalación de un sistema solar es una opción que cumple total mente los objetivos del presente trabajo.

El futuro no solo apunta a ser más estable e independiente, sino que más verde en sentido de fomentar el uso de las energías renovables no convencionales a través de leyes que promueven su uso (ya sea subsidios o multas para las fuentes convencionales) de modo que la libre competencia elija alternativas limpias como mejor alternativa de inversión.

SOLO USO ACADÉMICO

BIBLIOGRAFÍA

1. **Ministerio de Obras Públicas.** RIDAA 2004. *RIDAA- Aprueba_Reglamento_de_Instalaciones_Domiciliarias_de_Agua_Potable_y_Alcantarillado*. [En línea] 20 de 02 de 2004. [Citado el: 8 de 11 de 2018.] [Downloads/RIDAA- Aprueba_Reglamento_de_Instalaciones_Domiciliarias_de_Agua_Potable_y_Alcantarillado%20\(1\).pdf](#).
2. **Ministerio de Energía.** Explorador Solar. <http://www.minenergia.cl>. [En línea] [Citado el: 27 de 11 de 2018.] Gobierno de Chile. <http://www.minenergia.cl/exploradorsolar/>.
3. **Eléctrica, Afinidad.** La energía termosolar. <http://www.afinidadelectrica.com>. [En línea] [Citado el: 26 de 10 de 2018.] <http://www.afinidadelectrica.com/articulo.php?IdArticulo=189>.
4. **Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.** Ley 20365. ESTABLECE FRANQUICIA TRIBUTARIA RESPECTO DE SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS. <http://www.sec.cl>. [En línea] 19 de 08 de 2009. [Citado el: 6 de 10 de 2018.] http://www.sec.cl/sitioweb/transparencia_activa/julio2010/Ley_20365.pdf.
5. **Ministerio de Energía.** Energías Renovables. <http://www.energia.gob.cl/>. [En línea] [Citado el: 15 de 10 de 2018.] <http://www.energia.gob.cl/energias-renovables>.
6. **CVC Instalaciones Solares.** <https://cvcinstalacionesolares.cl>. [En línea] [Citado el: 26 de 10 de 2018.] <https://cvcinstalacionesolares.cl/web/#h>.
7. **Ministerio de Vivienda y Urbanismo.** Manual Sistemas Solares Térmicos . www.camara.cl. [En línea] 2014. [Citado el: 25 de 09 de 2018.] Gobierno de Chile. <https://www.camara.cl/pdf.aspx?prmID=25840&prmTIPO=DOCUMENTOCOMISION> .
8. **Kuhn.** Energía Solar. www.kuhn.cl. [En línea] [Citado el: 4 de 09 de 2018.] <http://www.kuhn.cl/webstore/energiasolar.html/>.
9. **Solepanel.** <http://www.solepanel.cl/>. [En línea] [Citado el: 6 de 10 de 2018.] <http://www.solepanel.cl/>.
10. **Ministerio de Vivienda y Urbanismo.** <http://www.minvu.cl/>. [En línea] [Citado el: 8 de 10 de 2018.] <http://www.minvu.cl/>.
11. **Ministerio de Energía.** <http://www.minenergia.cl>. [En línea] [Citado el: 5 de 10 de 2018.] <http://www.minenergia.cl/exploradorsolar/>.

12. **Chile Energía.** *www.chileenergias.cl.* [En línea] [Citado el: 6 de 11 de 2018.] www.chileenergias.cl.
13. **El ciudadano.com.** *www.elciudadano.cl.* [En línea] [Citado el: 5 de 11 de 2018.] <https://www.elciudadano.cl/noticias/chile/>.
14. **Aela Energía.** *http://www.aelaenergia.cl.* [En línea] [Citado el: 8 de 11 de 2018.] <http://www.aelaenergia.cl/es-cl/>.
15. **Lignum.** Portal Forestal Chileno. *http://www.lignum.cl/.* [En línea] [Citado el: 9 de 11 de 2018.] <http://www.lignum.cl/#>.
16. **The Clinic.***www.theclinic.cl.* [En línea] [Citado el: 9 de 11 de 2018.] <http://www.theclinic.cl/>.
17. **Sitio Solar.** *http://www.sitiosolar.com/.* [En línea] [Citado el: 4 de 11 de 2018.] <http://www.sitiosolar.com/>.
18. **Alpine Metal Tech - Gega.** *www.alpinemetaltech.com.* [En línea] [Citado el: 25 de 11 de 2018.] https://www.alpinemetaltech.com/divisionen_brands/brands/gega/.