

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE CONCEPCIÓN – REY BALDUINO DE BÉLGICA

ANALISIS DE LAS INSTALACIONES DE SISTEMAS SOLARES TERMICOS
PARA UNA VIVIENDA URBANA

Trabajo de Titulación para optar al Título
de Técnico Universitario en Construcción

Alumno:

Marco Arias Bravo

Profesor guía:

Sr. Sergio Monroy

2018

RESUMEN.

Las siguientes instrucciones de seguridad tienen como finalidad identificar parámetros constructivos y entregar pautas básicas para asegurar un eficiente montaje de los sistemas termos solares con tubos Heat-Pipe. Buscando asegurar con esto entender completamente los cuidados de seguridad que se deben considerar al manipular las partes y piezas que componen este tipo de sistemas, ya que estas podrían provocar daños de ser mal manipuladas tanto a las personas, como a la infraestructura misma de la vivienda, generando un aumento en los gastos de dicha instalación que a su vez ira en perjuicio de su grado de eficiencia.

Como manual práctico para el instalador de SST tiene como objeto resumir y proponer los procedimientos de trabajo que puedan seguir y observar propuestas de técnicos solares especialistas en proyecto, instalación y mantención de Sistemas Solares Térmicos para agua caliente sanitaria en viviendas unifamiliares.

Se considerará que el Instalador Solar Térmico, (IST) a quien nuestro trabajo está dirigido, tiene la formación básica en este tipo de tecnología, por lo que este manual no tiene carácter didáctico y, por lo tanto, no profundiza en la justificación de las propuestas, sino que pasa a ser directamente un manual práctico de aplicación.

Sin embargo, como se requiere profundizar en la tecnología es necesario limitar el ámbito de aplicación del manual, por lo que se ha abordado exclusivamente las instalaciones de Agua Caliente Sanitaria (ACS) mediante Sistema Solar Térmico Heat-pipe, Asimismo, se ha limitado su aplicación solo a viviendas urbanas y a 150 y 220 ltrs de capacidad de acumulación y donde se proporcionan indicaciones que son aplicables a estas. Tanto sean estas existentes, como nuevas considerando que, en el primer caso, es necesario que el instalador adapte las instalaciones a una situación previa y en la segunda, por el contrario, se parte exclusivamente de proyecto que está realizando el técnico a cargo.

La correcta y eficiente aplicación de la tecnología de un SST para la producción de ACS en una vivienda existente requiere que el Instalador conozca, además de las características propias de los equipos que va a instalar y mantener, las características de la vivienda que pueden, como, ya se ha dicho antes, afectar a la seguridad y a la operación del SST ,así como lo criterios básicos que debe seguir para distinguir todo lo que es importante de lo que no lo es y las recomendaciones para que pueda resolver los imprevistos que se presenten.

En resumen, para una vivienda existente, este manual incluye las actividades del Maestro Instalador, desde que acude por primera vez a la vivienda, recibe los datos e instrucciones necesarios y analiza las condiciones en terreno, hasta que arma el equipo y se define como integrarlo y adaptarlo a la vivienda y finalmente hasta que lo instala, lo entrega y posteriormente mantiene.

Las situaciones para una vivienda nueva suelen ser más sencillas de resolver, porque no tienen tantos condicionantes de diseño o de instalación; por esas mismas razones, la experiencia disponible en viviendas existentes es muy aprovechable y aplicable a una nueva edificación.

El maestro instalador se encontrará con la opción de utilizar un sistema prefabricado de fábrica o proyectar y adaptar un sistema a medida y en función de la arquitectura de la vivienda, aunque posteriormente se describen con mayor detalle, deben conocerse las principales implicaciones de cada solución y se resalta la importancia de realizar un buen análisis previo para adoptar una u otra solución.

Nos daremos cuenta y será de suma importancia que el Maestro Instalador debe coordinar gran parte de las funciones necesarias para la correcta realización de la instalación y debe tener conocimientos básicos sobre los distintos roles que pueden intervenir en la instalación del SST: gasfitería e instalaciones sanitarias, estructuras de techumbre, cubiertas y desagües de aguas lluvias o de condensación, albañilería básica, estructuras metálicas de soporte y fijaciones, etc. Ello puede derivar a que, en determinadas situaciones deba solicitar colaboración de otras personas que posean conocimientos más técnicos o profesionales cuando por seguridad, dominio de la técnica o capacidad sea necesario o recomendable. La misma consideración deberá tener en relación con los procedimientos de trabajo a emplear, la capacidad de coordinación de las distintas faenas y el control de los medios de seguridad laboral que se deban utilizar.

El maestro instalador debe conocer las normativas aplicables que pueda afectar a cualquier aspecto del SST y ser consciente de la capacidad técnica y/o administrativa que puede ser necesaria para su resolución y, en ese sentido, hay que destacar todo lo relativo a las normas de seguridad.

De cara al usuario, la tecnología solar debe ser un sistema más de la vivienda que presta un servicio respondiendo a las prestaciones reglamentarias y/o acordadas con el usuario, con una mínima intervención de su parte. Por ello, es importante señalar que para que un SST funcione, dure muchos años y que el usuario este satisfecho, debe evitarse la creación de expectativas sobre el desempeño de la tecnología solar térmica que después no se pueda cumplir, se resalta que la información y atención que reciba el usuario va en beneficio directo de la instalación y la difusión de la tecnología solar y, por supuesto, es la mejor carta de presentación de un buen maestro instalador o futuro Técnico Solar.

INDICE GENERAL

INTRODUCCION.....	1
I. FORMULACION GENERAL DEL PROBLEMA.....	2
1.1 EXPOSICION GENERAL DEL PROYECTO.....	2
1.2 PRINCIPALES INTERROGANTES DEL PROYECTO.....	3
1.3 JUSTIFICACION DEL PROYECTO	4
1.4 METODOLOGIA PROPUESTA PARA REALIZAR EL PROYECTO.....	4
1.5 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	5
1.5.1 Objetivo general del proyecto	5
1.5.2 Objetivos específicos	5
1.6 MARCO TEORICO.....	5
II. DESARROLLO DEL PROYECTO	7
CAPITULO 1: IDENTIFICAR CONCEPTOS BÁSICOS DE ENERGÍA SOLAR.....	7
PARA UNA INSTALACIÓN DE UN SISTEMA SOLAR TÉRMICO.....	7
1.1 ENERGIA SOLAR.....	8
1.2 TIPOS DE RADICIÓN	8
1.3 IRRADIACION SOLAR	10
1.4 INSOLACIÓN SOLAR	10
1.5 AZIMUT, INCLINACION Y ORIENTACION.....	11
1.6 INCLINACIÓN Y ORIENTACIÓN.....	12
1.7 MAPA SOLAR DE CHILE	14
1.7.1 Zona climática:	14
1.7.2 Contribución Solar Mínima (CSM).....	15
1.7.3 Temperatura mínima de la comuna:.....	16
CAPITULO 2: DESCRIBIR LOS COMPONENTES QUE CONSTITUYEN LA	18
INSTALACIÓN DE UN SISTEMA SOLAR TÉRMICO	18
2.1. COLECTOR SOLAR:	19
2.2 COLECTOR PLANO:	19
2.3. COLECTOR TUBOS AL VACIO Y SUS COMPONENTES.....	20
2.3.1 Depósito Acumulador	22
2.3.2 Estructura de Soporte.....	23
2.3.3. Tubos al vacío Heat-Pipe	25
2.3.4. Recorrido y Diseño Hidráulico	26
2.3.5 Tuberías	28
2.3.6 Sistema de Expansión:	28
2.3.7 Válvulas.....	29
2.3.8 Válvula automática de Alivio de Presión y Temperatura T/P	29

2.3.9 Válvula de Corte.....	31
2.3.10 Válvula de Retención (Antirretorno)	32
2.3.11 Sistema Automático de Mezcla	33
2.3.12 Válvula Mezcladora Termostática	33
.....	34
2.3.13 Llave Manual de 3 Vías	34
2.3.14 Sistema de Energía Auxiliar (Calefón).....	34
CAPITULO 3: CARACTERIZAR LOS PARÁMETROS CONSTRUCTIVOS DE.....	37
UN SISTEMA SOLAR TERMICO HEAT-PIPE, PARA UN.....	37
FUNCIONAMIENTO EFICIENTE.....	37
3.1 PREPARACION ESTRUCTURA SOPORTANTE SISTEMA SOLAR TERMICO.....	38
3.2 PREPARACION ACSESORIOS ESTANQUE ACUMULADOR.....	45
3.2.1 Tubería de PR Random PN 16 y PN 20	51
3.3 INSTALACION DE SISTEMAS DE SEGURIDAD	55
3.4 VALVULA DE ALIVIO Y PRESION	59
3.5 VISOR CONTROLADOR	60
3.6 PROCEDIMIENTO DE INSTALACION ESTANQUE ACUMULADOR.....	62
3.7 INSTALACION DE TUBOS	62
3.7.1 Ventajas y Desventajas	64
3.8 APLICACIÓN DE PASTA TERMO CONDUCTORA	65
3.9 MONTAJE TUBOS AL VACIO	66
3.10 SISTEMA DE ENERGIA AUXILIAR O DE APOORTE AUXILIAR (SAA).....	68
3.10.1 Conexionamiento sin Llave Manuel de 3 Vías.....	70
III.- CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES	72
IV. BIBLIOGRAFIA.	75
BIBLIOGRAFIA.....	75
4.1. TEXTOS Y REVISTAS.....	75
BIBLIOGRAFIA	76
4.2. WEBGRAFÍA.....	76

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. 1 TIPOS DE RADIACIÓN 9

FIGURA 1. 2 ENERGÍA SOLAR TÉRMICA PARA ACS 10

FIGURA 1. 3 . CURVA ENTRE LA IRRADIACIÓN DIARIA Y LAS HPS 11

FIGURA 1. 4 MOVIMIENTO APARENTE DEL SOL ENTRE VERANO E INVIERNO DE UN AÑO.. 12

FIGURA 1. 5 DETERMINACIÓN DEL AZIMUT (A) Y DE LA ELEVACIÓN (B). 12

FIGURA 1. 6 CRITERIOS DE INCLINACIÓN. SE APRECIAN LOS CRITERIOS DEL PEOR MES (INVIERNO), EL MEJOR MES (VERANO) Y EL MÁXIMO ANUAL. 13

FIGURA 1. 7 DISTRIBUCIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR EN CHILE. 14

FIGURA 1. 8 DISTRIBUCIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR EN CHILE. 15

FIGURA 1. 9 DISTRIBUCIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR EN CHILE. 17

FIGURA 2. 1 . COLECTOR SOLAR PLANO..... 20

FIGURA 2. 2 SISTEMA SOLAR TÉRMICO HEAT-PIPE..... 22

FIGURA 2. 3 VÁLVULA ANTI RETORNO O CHECK ¾” 22

FIGURA 2. 4 DEPÓSITO ACUMULADOR SST HEAT-PIPE 150 LTS. 23

FIGURA 2. 5 ESTRUCTURA SST 150 LTS 24

FIGURA 2.6 ESTRUCTURA SOBRE CABALLETE 24

FIGURA 2. 7 TUBOS AL VACIO HEAT-PIPE 25

FIGURA 2. 8 VISTA CORTE HORIZONTAL SST HEAT-PIPE..... 26

FIGURA 2. 9 TUBERÍAS PPR CON AISLACIÓN TÉRMICA..... 27

FIGURA 2. 10 : TUBERÍAS PPR CON AISLACIÓN TÉRMICA 27

FIGURA 2. 11 VASO DE EXPANSIÓN 12 LTS. VAREM..... 29

FIGURA 2. 12 VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN 30

FIGURA 2. 13 VÁLVULA DE ALIVIO AUTOMÁTICO P/T 31

FIGURA 2. 14 VÁLVULA DE SEGURIDAD TIPO BOLA ¾” SALIDA DE AGUA CALIENTE. 31

FIGURA 2. 15 VÁLVULA DE SEGURIDAD TIPO BOLA ½” SUMINISTRO DE AGUA FRÍA. 32

FIGURA 2. 16 VÁLVULA ANTIRRETORNO 32

FIGURA 2. 17 VÁLVULA MEZCLADORA TERMOSTÁTICA INSTALADAS CERCA DEL DA.... 33

FIGURA 2. 18 TIPOS DE VÁLVULAS TERMOSTÁTICAS DIFERENTES GRADUACIÓN. 34

FIGURA 2. 19 VÁLVULA MANUAL DE 3 VÍAS..... 34

FIGURA 2. 20 CALEFON CON PILOTO..... 35

FIGURA 2. 21 CALEFON IONIZADO 36

FIGURA 3. 1 DISEÑO DE PÉRDIDA DE SOMBRA..... 40

FIGURA 3. 2 ESQUEMA DE INSTALACIÓN SST SOBRE CUMBRERAS..... 41

FIGURA 3. 3 INSTALACIÓN COMUNA DE CHIGUAYANTE, FOTO COMPARATIVA..... 42

FIGURA 3. 4 INICIO DE ARMADO DE ESTRUCTURA 43

FIGURA 3. 5 INSTALACIÓN PORTA TUBOS..... 44

FIGURA 3. 6 ARRIOSTRAMIENTO Y REFUERZOS ESTRUCTURA SST 45

FIGURA 3. 7 AISLACIÓN VÁLVULAS MEZCLADORAS TERMO ESTÁTICA	45
FIGURA 3. 8 AISLACIÓN VÁLVULAS MEZCLADORAS Y TUBERIAS	46
FIGURA 3. 9 SISTEMAS AISLACIÓN TÉRMICA, REVESTIMIENTO PAPEL ALUMINIO.....	47
FIGURA 3. 10 CORTE Y LIMPIEZA DE TUBERÍA PPR.....	49
FIGURA 3. 11 TEMPERATURA DE FUSIÓN OPTIMA.....	49
FIGURA 3. 12 PROCESO DE FUSIÓN DE LA PIEZA	49
FIGURA 3. 13 ACOPLE DE PIEZAS FUSIONADAS	50
FIGURA 3. 14 NO GIRAR EL TUBO AL CONECTARLO CON LA BOQUILLA.....	50
FIGURA 3. 15 DEFORMACIÓN DE PIEZA POR SOBRE CALENTAMIENTO EN FUSIONADO	51
FIGURA 3. 16 REFERENCIA TESTIGOS EN PPR	52
FIGURA 3. 17 HILO MUESCA PARA FIJACIÓN TEFLÓN.....	52
FIGURA 3. 18 NIPLE ¾”	53
FIGURA 3. 19 NIPLE ARMADO	53
FIGURA 3. 20 LLAVE DE SEGURIDAD VASO EXPANZOR TIPO BOLA.....	54
FIGURA 3. 21 VÁLVULA MEZCLADORA TERMOSTÁTICA VÁLVULA MEZCLADORA. -	56
FIGURA 3. 22 IMAGEN INTERIOR DE VÁLVULA MEZCLADORA	56
FIGURA 3. 23 INSTALACIÓN VÁLVULA MEZCLADORA PARTE INFERIOR SST (NO ACCESIBLE).....	58
FIGURA 3. 24 INSTALACIÓN DE VÁLVULA MEZCLADORA DE FORMA ACCESIBLE	58
FIGURA 3. 25 VISOR DE TEMPERETURA.....	61
FIGURA 3. 26 VAINA Y SENSOR DEL VISOR DE TEMPERATURA	61
FIGURA 3. 27 RUPTURA DE TUBOS AL SER SUBIDO A TECHUMBRE	63
FIGURA 3. 28 PERDIDA DE VACÍO POR EXCESO DE APRIETE EN EL ZAPATO DE FIJACIÓN .	65
FIGURA 3. 29 PASTA TERMO CONDUCTORA	65
FIGURA 3. 30 APLICACIÓN DE PASTA EN LA VAINA DE DA.	66
FIGURA 3. 31 LLAVE DE SEGURIDAD VASO EXPANZOR TIPO BOLA.....	66
FIGURA 3. 32 CANALIZACION VALVULA DE ALIVIO AUTOMÁTICA	67
FIGURA 3. 33 KIT DE ACCESORIOS DE INSTALACIÓN	68
FIGURA 3. 34 CONEXIONAMIENTO A SAA POR VÁLVULA VMT 3 VÍAS.....	70
FIGURA 3. 35 VÁLVULA MEZCLADORA TERMOSTÁTICA 5 VÍAS.....	71
FIGURA 3. 36 CONEXIONAMIENTO A SAA POR VÁLVULA VMT 5 VÍAS	71

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. 1 CONSTRIBUCION SOLAR MÍNIMA. 16

TABLA 2. 1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS HEAT-PIPE..... 25

TABLA 3. 1 TABLA DE CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR SOMBRAS..... 39

TABLA 3. 2 TABLA DE SIMBOLOGÍA PARA CÁLCULO DE PÉRDIDA DE SOMBRAS 40

TABLA 3. 3 TABLA DE TERMO FUSIÓN(REFERENCIAL)-TUBERIA COLOR VERDE..... 51

TABLA 3. 4 ESQUEMA TIEMPO - TEMPERATURA 57

INTRODUCCION.

El objetivo del presente trabajo ,es entregar una herramienta que facilite y oriente de forma clara y sencilla la implementación de sistemas solares térmicos (SST) de aprovechamiento energético en viviendas unifamiliares para agua caliente sanitaria (ACS).Así mismo facilitar el trabajo de los profesionales de los departamentos técnicos a cargo de su correcta instalación (ITO) a su vez definir y plantear procedimientos para la inspección y recepción por parte de los supervisores de obra pertenecientes a las constructoras.

El sol genera energía en forma de radiación electromagnética (derivada de las reacciones de fusión que tiene lugar en su interior, por las que el hidrogeno que contiene se transforma en helio) y es sin lugar a dudas la fuente energética más grande con la que cuenta la tierra, considerándose inagotable. Estos fenómenos producidos por el dan origen a los recursos en que se basan las energías renovables.

Un sistema solar térmico (SST) transforma la radiación en energía térmica a través de tecnología que se han ido desarrollando en la actualidad. Dicha radiación es captada en forma de ondas electromagnéticas y es 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 2.200 900 kwh de energía al año.

Comprobaremos que la instalación de este tipo de sistema permite entregar un beneficio directo a las familias que no cuentan con un medio para la producción de ACS, ya que según el último censo el 43% de las familias no la posee o por la otra parte viene a ser compatible plenamente con los sistemas tradicionales existentes en el domicilio.

Concluimos en que la implementación de SST en la vivienda, permite generar una importante disminución en el consumo de energía como el gas, la electricidad o la leña.

I. FORMULACION GENERAL DEL PROBLEMA.

1.1 EXPOSICION GENERAL DEL PROYECTO

En la actualidad el mundo en que vivimos crece de forma exponencial, su desarrollo y evolución tecnológica marca índices muy por encima de las revoluciones de tiempos pasados., los beneficios que esto le ha traído a las personas queda a la vista, desarrollo industrial, conectividad cada día más rápida y al alcance de todos. Desarrollo en investigación científica .la posibilidad que el universo esté al alcance de nuestras manos y tantas cosas más.

Si bien este desarrollo nos garantiza muchos sueños por cumplir, no podemos dejar de plantearnos que todo sueño maravilloso podría no ser tan real, o no tener bases tan solidas para crecer por siempre.

Pensemos que todo crecimiento necesita de energía para su óptimo desarrollo. Producto de esto nos tenemos que plantear si nuestro planeta tiene las reservas de energía necesarias para cubrir todos estos progresos que de día en día vamos haciendo más vitales. O ya es hora de buscar de forma seria alternativas que nos permitan gozar de iguales comodidades, pero cuidando la tierra en que vivimos.

Es bien sabido que hoy en día la principal fuente de energía es la proveniente de los combustibles fósiles, antaño tubo su minuto el carbón, hoy es el petróleo ayudado en parte por la energía hidroeléctrica producida en las grandes represas y otras más peligrosas y contaminantes.

Las dos primeras con renovación a escala no humanan. Miremos entonces al cielo y busquemos aprovechar una fuente de energía que no contamina y que nos ha acompañado desde el principio de los tiempos, antiguas civilizaciones como los egipcios ya lo posicionaban como factor importante de su diario vivir. llegando a adorarlo como una divinidad.

Hoy el mismo desarrollo tecnológico antes nombrado nos presenta la posibilidad de traer a nuestras propias casas los beneficios que el sol brinda de forma renovable, gratuita y limpia, beneficios que podrán llegar a solucionar problemas de los más variados aspectos y cercanía a nuestra vida cotidiana.es por lo mismo que nuestro trabajo se concentrara en indagar en uno de los sistemas de aprovechamiento energético existentes en la actualidad, ***“Los Paneles Solares Térmicos”***.

Estos sistemas se han desarrollado para aprovechar la energía solar y transformarla en energía térmica para luego ser usada en forma integral en las instalaciones de agua domiciliaria, se busca además estudiar las repercusiones que presentara en el ahorro del presupuesto comparado con los gastos generados por otros combustibles.

Se busca también conocer a fondo todo lo referente a dichos sistemas de aprovechamiento., Tanto en su instalación, funcionamiento y proyecciones de interacción con otros equipos existentes en la vivienda.

Es por lo antes descrito que por medio de este trabajo nos planteamos el firme desafío de comprobar que es totalmente viable y al total alcance el poder buscar y utilizar energías más sanas y amigables.

1.2 PRINCIPALES INTERROGANTES DEL PROYECTO

Nos planteamos en este trabajo interrogantes que nos darán las pautas para su amplio desarrollo.

¿Estaremos realmente conscientes de la responsabilidad que nos compete en el buen uso de los recursos que nuestro planeta nos entrega y los cambios generados en el por el uso de estos? , ya que basta con solo mirar la televisión, nos podemos dar cuenta que los cambios son más que evidentes, que los tiempos que nuestros abuelos nos contaban no son para nada iguales a los de hoy, tiempos en que jugaban los niños en verano a pleno sol y no existía daño alguno, tiempos en que las lluvias llegaban en sus tiempos, recordemos para esto un viejo dicho popular “ABRIL LLUVIAS MIL” y en el presente: Abril ya no llueve.

Es más que evidente entonces que se generaron cambios en nuestro planeta. mas no es el propósito de este trabajo estudiar esa rama, pero si nos da pie para iniciar nuestra investigación. ¡

Sabemos que una de las causas de los grandes cambios es la contaminación que día a día generamos, residuos de todo tipo que emitimos discriminadamente y que en gran parte están vinculados tanto a la producción de energía como al uso de esta misma.

En función de esto último nos preguntamos en este Trabajo de Titulo hoy... ¿Ir en busca de posibilidades o alternativas más limpias y efectivas es una alternativa?... ¿Sera posible?

¿Las personas, las familias, la comunidad tienen real conocimiento que existen estas alternativas y su diferencia con las tradicionales...? ¿Existen sistemas de aprovechamiento que realmente puedan demostrar lo contrario?

1.3 JUSTIFICACION DEL PROYECTO

Todos coincidimos en que el consumo de energía se ha visto muy aumentado en las últimas décadas, las proyecciones de antaño no se condicen para nada con nuestras realidades. El consumo de energía en la actualidad es por mucho muy diferente a los cálculos que el mejor profesional de épocas pasadas pudo hacer, el poder adquisitivo por otra parte nos ha llevado a implementar con más aparatos nuestros hogares,

El desarrollo de la tecnología vino a dar más comodidades y un mejor nivel de vida, pero sujeto a una directa proporcionalidad de gasto energético.

En función a lo anterior que expondremos toda información posible que haga mención a todo tipo de sistemas alternativos en el aprovechamiento energético. Siendo nuestro principal objetivo el demostrar e informar de forma lo más detallada posible todo sobre “*Paneles Solares Térmicos*”. que es el que nos interesa convocar en este trabajo. Pues de este sistema podemos decir a ciencia cierta que es un sistema que funciona y que fácilmente puede derribar en gran parte a los sistemas convencionales que siempre han existido en el común de los domicilios.

1.4 METODOLOGIA PROPUESTA PARA REALIZAR EL PROYECTO

En la realización de este proyecto se realizó una observación directa en los distintos lugares de trabajo donde se ejecutaban las instalaciones de Sistemas Solares Térmicos a usuarios beneficiados por los subsidios de aprovechamiento energético entregados por el Minvu , también se realizaron entrevistas con maestros gasfiter instaladores, inspectores técnicos de obra (ITO) pertenecientes a empresa constructora ejecutante Nat-energy, como también a Municipalidades y administradores de contrato .

Se tomó en cuenta de igual manera la experiencia personal del alumno como instalador y asesor en la instalación de paneles solares térmicos Heat –pipe en empresa Nat-energy. y la respectiva recopilación por medio de fuentes bibliográficas, plataformas Minvu, aporte Municipal e información obtenida a través internet,

Concluimos entonces que en el transcurso del presente proyecto se utilizó el enfoque metodológico basado en técnicas e instrumentos de recopilación de datos, este método se basa en el almacenamiento de información recogida.

1.5 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.5.1 Objetivo general del proyecto

Analizar técnicamente el funcionamiento de las Instalaciones de un sistema solar térmicos para una vivienda urbana.

1.5.2 Objetivos específicos

- Identificar conceptos básicos de energía solar para una instalación de un sistema solar térmico.
- Describir los componentes que constituyen la instalación de un sistema solar térmico.
- Establecer los parámetros constructivos de un sistema solar térmico heat-pipe, para un funcionamiento eficiente.

1.6 MARCO TEORICO

Por medio del Minvu los hogares de las distintas comunas pueden optar a uno de los sistemas para calentar agua más eficiente, el colector solar presurizado Heat-Pipe

Este sistema solar térmico (SST) corresponde a un conjunto de equipos y componentes que permite el aprovechamiento de la energía solar para la producción de agua caliente (ACS), para el consumo doméstico.

Para la preparación y posterior integración de este sistema a la vivienda el ITO a cargo deberá realizar un análisis de las condiciones de estructura de techumbre, se confirmara la solides de esta, debe ser capaz de resistir el peso final del equipo como las fuerzas derivadas por las condiciones climáticas, las costaneras de la estructura han de posarse a lo menos en tres cerchas.

Los maestros a cargo de la instalación de la estructura del equipo deberán velar por su correcta instalación, colocando especial cuidado en el sellado de las perforaciones, fijaciones a las costaneras de la techumbre y arrostramientos.

El armado del equipo se divide en dos etapas, la preparación misma del termo tanque y su estructura, como la intervención del calefón o sistema para calentar agua que posea la vivienda

Finalmente se procede a armar los accesorios que conformaran el termo-tanque .su traslado y fijación a techumbre teniendo un estricto cuidado en las medidas de seguridad tanto en las maniobras de montaje, cuidado del equipo como en todo lo concerniente a medidas de seguridad y prevención de riesgos de las personal designado a su instalación

1.7 MARCO NORMATIVO

- o Nch 2919:2005:** **Métodos de ensayos para colectores solares.**
- o Nch 3096:2008:** **Sistemas solares térmicos y sus componentes.**
- o NCh 3146:2008:** **Sistemas que utilizan colectores solares.**
- o Nch 3184:2010:** **Colector solar.**
- o Ley N° 20365:** **Ministerio economía, franquicias tributarias
para constructoras.**
- o Nch 431:2010:** **Identificación de sobre cargas por nieve.**
- o NCh 432:2010:** **Identificación de sobre cargas –diseño estructural
por viento**
- o Nch 433:2010:** **Identificación de sobre cargas –diseño sísmico de
estructura.**

II. DESARROLLO DEL PROYECTO

CAPITULO 1: IDENTIFICAR CONCEPTOS BÁSICOS DE ENERGÍA SOLAR PARA UNA INSTALACIÓN DE UN SISTEMA SOLAR TÉRMICO.

1.1 ENERGIA SOLAR

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) las cuales son generadas en forma continua y emitida permanentemente al espacio, cubriendo entre otros a nuestro planeta. Cerca del 70% de la energía solar recibida por la tierra es absorbida por la atmosfera, la tierra y por los océanos. El porcentaje restante es reflejado por la atmosfera de regreso al espacio.es por tanto la energía solar sin duda la fuente energética más grande con la que cuenta la Tierra, considerándose inagotable.

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: Kwh. En Chile, cada m² de superficie horizontal recibe, de norte a sur, entre 2200 y 900 Kwh de energía al año.

La cantidad de energía emitida y que llega a la tierra en forma de radiación, equivale a aproximadamente 35 millones de veces la energía producida por todas las centrales de generación eléctrica de Chile.

Al ser una fuente de energía limpia, no emite contaminantes al medio ambiente y es virtualmente accesible en cualquier lugar del mundo. Producto de la sobreexplotación de los recursos no renovables, y la preocupación por la externalidad que ellas generan (efecto invernadero y el avance del sobrecalentamiento global), existe una creciente conciencia social y de los gobiernos de explotar estos tipos de energía. Por esta razón, cada vez es más común observar en Chile el uso de sistemas solares térmicos y fotovoltaicos para suministrar soluciones de agua caliente sanitaria y energía a casas de residencia permanente y de descanso, ACS en lugares remotos, etc. Incluso, se observa una creciente dependencia de soluciones de energía solar para proveer de agua caliente sanitaria a poblaciones apartadas.

La potencia de la radiación depende del momento del día, las condiciones atmosféricas y de la ubicación geográfica. Esta radiación puede llegar a la tierra en forma directa o difusa.

1.2 TIPOS DE RADICIÓN

La diferencia entre los tipos de radiación está en cómo inciden los rayos solares sobre la Tierra. Se tienen tres tipos de radiación

- **Directa:** Se recibe cuando los rayos solares no se difunden o se desvía al pasar por la atmosfera terrestre. Es decir, es aquella que llega directamente a un objeto o superficie. Se caracteriza por presentar sombras bien definidas de los elementos que se interponen en su trayecto.

- **Difusa:** Cuando la atmosfera terrestre difumina o desvía los rayos solares, se llama radiación difusa. Este desvío de rayos solares, se produce por el choque directo de moléculas y partículas contenidas en el aire, por este motivo, los rayos solares no llegan en forma directa.
- **Albedo:** Los rayos solares no solamente pueden ser desviados por causas atmosféricas, también pueden sufrir una reflexión a causa de superficies. El albedo medio de la tierra es del 37-39% de la radiación proveniente del sol.

La suma de la radiación directa y difusa recibe el nombre de radiación global, por otro lado, la suma de la radiación difusa, directa y albedo recibe la denominación de radiación total, como se muestra en la figura 1.2.

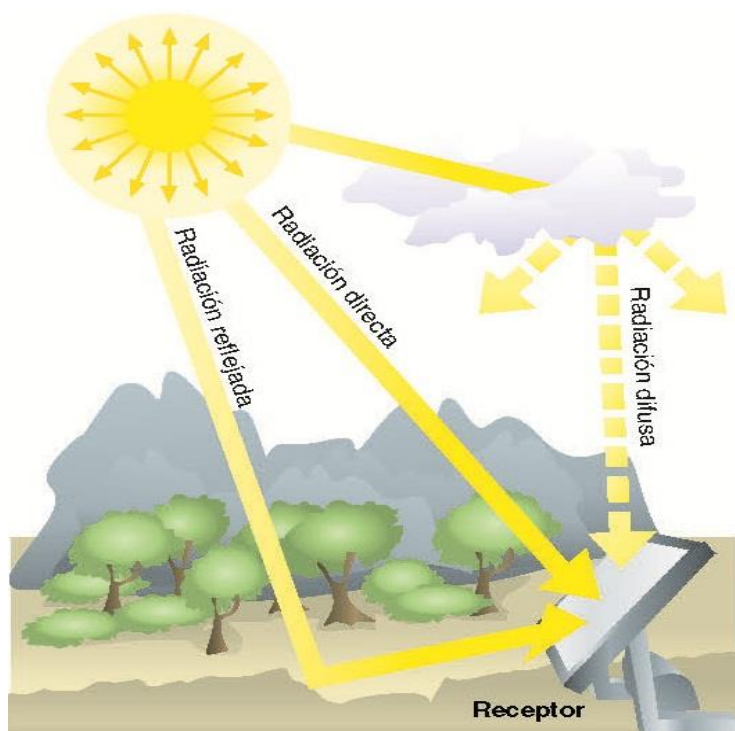


Figura 1. 1 Tipos de radiación

Fuente: <http://calculationsolar.com/blog/>

En un día despejado, la radiación directa es mucho mayor que la radiación difusa. Por lo contrario, en un día nublado no existe radiación directa y la totalidad de la radiación incidente corresponde a radiación difusa.

La irradiación directa normal fuera de la atmosfera, recibe el nombre de constante solar y tiene un valor promedio de 1354 W/m^2 , el valor máximo se encuentra en el perihelio (lugar donde el planeta se encuentra más lejano al sol) y es de 1308 W/m^2 . Para condiciones normales, dentro de la atmosfera, se considera una irradiación promedio de 1000 W/m^2 .

En la actualidad, existen muchas formas para capturar directamente una parte de esta energía, que están siendo mejoradas constantemente.

Los fenómenos producidos por el Sol dan origen a los recursos en que se basan las energías renovables. Un Sistema Solar Térmico (SST) transforma la energía solar en energía térmica.



Figura 1. 2 Energía Solar Térmica para ACS

Fuente: Elaboración propia – Empresa NATenergy - SAT Minvu

1.3 IRRADIACION SOLAR

Es la magnitud utilizada para describir la potencia incidente por unidad de superficie de todo tipo de radiación electromagnética sobre un captador. En este caso corresponde a radiación proveniente del sol, la cual se puede percibir en forma de calor o luz (visible o no visible, lo cual dependerá de la longitud de onda en particular). Su unidad de medida en el sistema internacional es Watts por metro cuadrado (W/m^2).

A lo largo del día y bajo condiciones atmosféricas iguales, la irradiación recibida en un captador varía a cada instante, presentando valores mínimos en el amanecer y atardecer, y adquiriendo valores máximos al mediodía

1.4 INSOLACIÓN SOLAR

La insolación solar corresponde a la cantidad de energía en forma de radiación solar que llega a un lugar de la tierra en un día concreto (insolación diurna) o en un año (insolación anual). En otras palabras, es la energía radiante que incide en una superficie de área conocida en un intervalo de tiempo dado. Su unidad de medida es el Watts-hora por metro cuadrado (Wh/m^2). La insolación también se puede expresar en términos de horas punta

solar (HPS). Una hora punta solar es equivalente a la energía recibida durante un tiempo determinado, a la irradiación promedio en kW/m^2 . La energía útil que entrega el panel fotovoltaico es directamente proporcional a la insolación incidente.

Si se representa en un gráfico la distribución horaria de la irradiación incidente sobre la superficie terrestre, se observa que los niveles varían a lo largo del día. Gráficamente, la hora punta solar se interpreta como una función de valor constante que delimita la misma área que la distribución antes mencionada.

Los factores climáticos y el ángulo de posicionamiento del panel con respecto al sol afectan en demasía la insolación sobre la superficie de captación. En zonas de poco sol, ya sea por nubes, neblina y otro factor, la insolación promedio en un periodo son considerables menores en comparación a los días de verano, esto se da para lugares cuya latitud sea mayor a los 15° . Además de las condiciones atmosféricas, hay otro parámetro que afecta radicalmente a la incidencia de la radiación solar sobre un captador solar, este es el movimiento aparente del sol a lo largo del día y a lo largo del año.

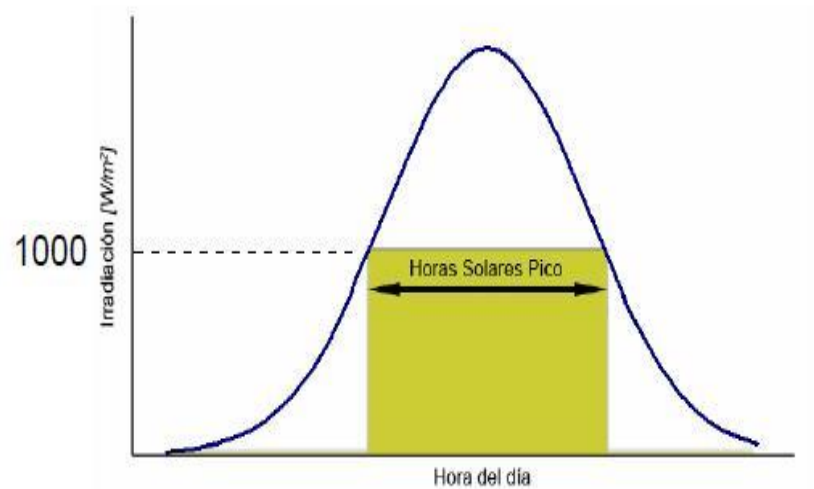


Figura 1. 3 . Curva entre la irradiación diaria y las HPS

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Hora_solar_pico

Un colector solar recibe la máxima insolación cuando se mantiene apuntado directamente al sol. Esto requiere el ajuste de dos ángulos en el sistema: el azimut para seguir el movimiento diario del sol de este a oeste, y el ángulo de elevación, para seguir el movimiento anual de la trayectoria solar en la dirección norte-sur.

1.5 AZIMUT, INCLINACION Y ORIENTACION

El azimut solar es el ángulo que forma la proyección vertical del sol sobre el horizonte respecto del punto cardinal norte.

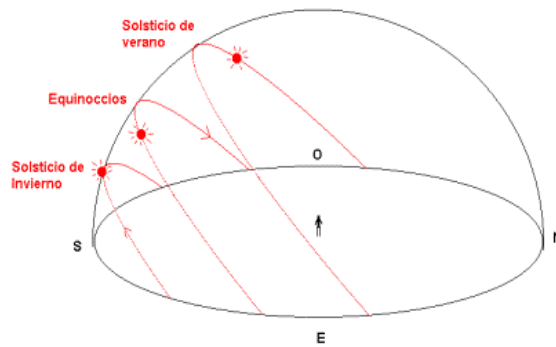


Figura 1. 4 Movimiento aparente del sol entre verano e invierno de un año.

Fuente:http://www.astrosurf.com/aagc/divulgacion/divulgacion_externa/funcionamiento_reloj_sol.htm

En el hemisferio sur toma el valor 0° cuando el sol está exactamente en el norte geográfico, y va cambiando a lo largo del día. La elevación solar es el ángulo formado por el sol respecto al plano horizontal. Cambia a lo largo del día y tiene su altura máxima al mediodía. Esta altura máxima varía a lo largo del año entre el solsticio de invierno y el solsticio de verano.

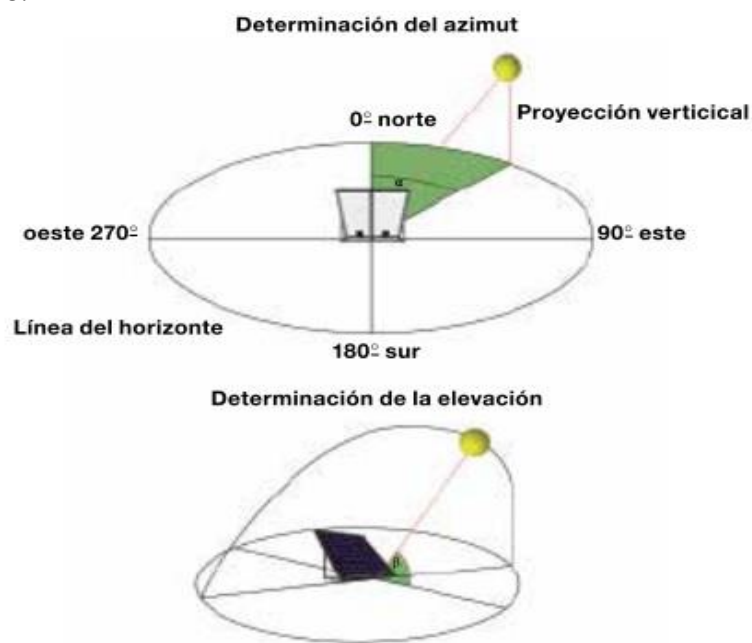


Figura 1. 5 Determinación del azimut (α) y de la elevación (β).

Fuente: Diseño y Dimensionamiento de Sistemas Solares Conectado a red sanitaria.

1.6 INCLINACIÓN Y ORIENTACIÓN

Es importante determinar la mejor posición de los sistemas solares térmicos para recibir la mayor radiación posible. Idealmente estos deben ser ubicados de manera perpendicular al sol, manteniendo esta condición en todo instante lo que requiere un seguimiento continuo del sol. Un sistema de seguimiento requiere una infraestructura más compleja, lo cual no

siempre es viable por lo que es necesario disponer de criterios que aprovechen al máximo las condiciones de radiación.

La orientación óptima en el hemisferio sur hacia el norte (azimut 0°), aunque no siempre es posible respetar esto, debido a causas arquitectónicas u obstáculos en esa dirección. El efecto que esto producirá es una baja en la producción de agua caliente.

Por otra parte, para determinar la inclinación en el módulo existen tres criterios que buscan maximizar la energía recibida, ya sea el promedio anual o una estación en particular.

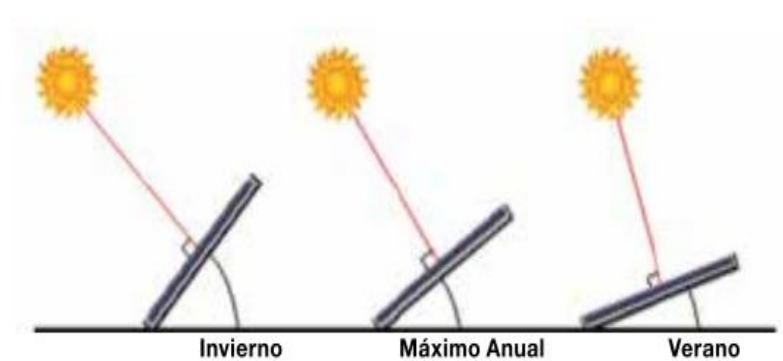


Figura 1. 6 Criterios de inclinación. Se aprecian los criterios del peor mes (invierno), el mejor mes (verano) y el máximo anual.

Fuente: Diseño y Dimensionamiento de Sistemas Solares Térmicos Conectado a Red.

El criterio del mes de menor radiación maximiza la energía recibida en invierno en el mes de menor radiación (junio). Por otro lado, el criterio del mes de mayor radiación busca maximizar la energía recibida en verano en el mes que recibe mayor radiación (diciembre). Finalmente, el criterio del máximo anual busca maximizar el promedio de energía recibida en el año.

La inclinación de colectores solares térmicos (SST) es un valor único y representativo para todo el SST, el cual corresponde al ángulo entre la superficie del colector y el plano horizontal, y se debe indicar como un numero entero, equivalente al múltiplo de 5 más cercano, expresado en grados ($^\circ$) cuyo rango varía entre 0° y 90° . En caso que el valor de la inclinación provisto no sea múltiplo de 5, para efectos de este algoritmo se aproxima este valor al múltiplo más cercano a 5.

Conforme al Itimizado Técnico de SST del Minvu la instalación de los colectores solares debe considerar una inclinación mínima e 10° , referida como el ángulo entre la superficie del colector y el plano horizontal que se aprecia en la figura.

La orientación de los colectores solares térmicos (Azimut) es un valor único y representativo para todo el SST, el cual corresponde al ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del colector y el meridiano del lugar, y se debe indicar como un numero entero expresado en grados ($^\circ$), cuyo rango varía entre 180° y -180° .

1.7 MAPA SOLAR DE CHILE

Chile presenta condiciones favorables para la generación de energía térmica. De hecho, la zona norte presenta una de las mejores condiciones del mundo en término a radiación solar, mientras que la zona sur-austral recibe aproximadamente la misma radiación que la zona centro-norte de Europa, lo que no ha sido impedimento para el desarrollo de esta tecnología. Un ejemplo de esto es Alemania, cuya radiación es equivalente a la de Valdivia, y es uno de los principales productores de sistemas solar térmico en el mundo.

En las comunas de Concepción en temporada primavera-verano las condiciones solares son ideales para implementar un sistema solar térmico, puesto que, la registradas en el norte de Chile, siendo en este último lugar las mejores condiciones a nivel mundial para la implementación de este sistema.

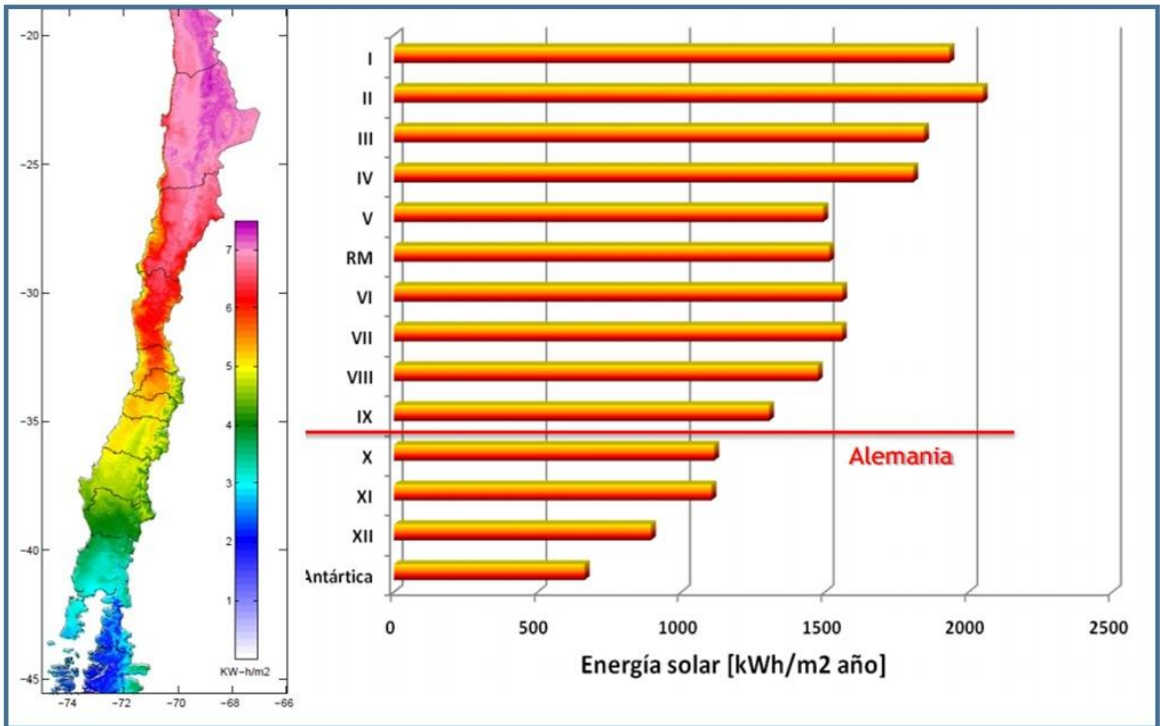


Figura 1. 7 Distribución de la radiación solar en Chile.

Fuente: “Evaluación del recurso solar”, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile

1.7.1 Zona climática:

En el anexo 1 de la Norma Técnica de la Ley 20.365, se encuentra una tabla que contiene las regiones, provincias y comunas del país y que indican un Id único a cada comuna, su latitud y zona climática.

1.7.2 Contribución Solar Mínima (CSM)

El artículo 23 del Reglamento de la ley 20.236 define la Contribución Solar Mínima (CSM) para lo SST según su ubicación por Zona climática.

Las Zonas climáticas se definen según la radiación solar global media anual para una ubicación geográfica y se clasifican en 6 zonas, de la A a la F, siendo la A la que recibe mayor radiación solar correspondiente a las zonas ubicadas más al norte del país y la letra F la que recibe menor radiación solar, correspondiente a las zonas más australes del país.

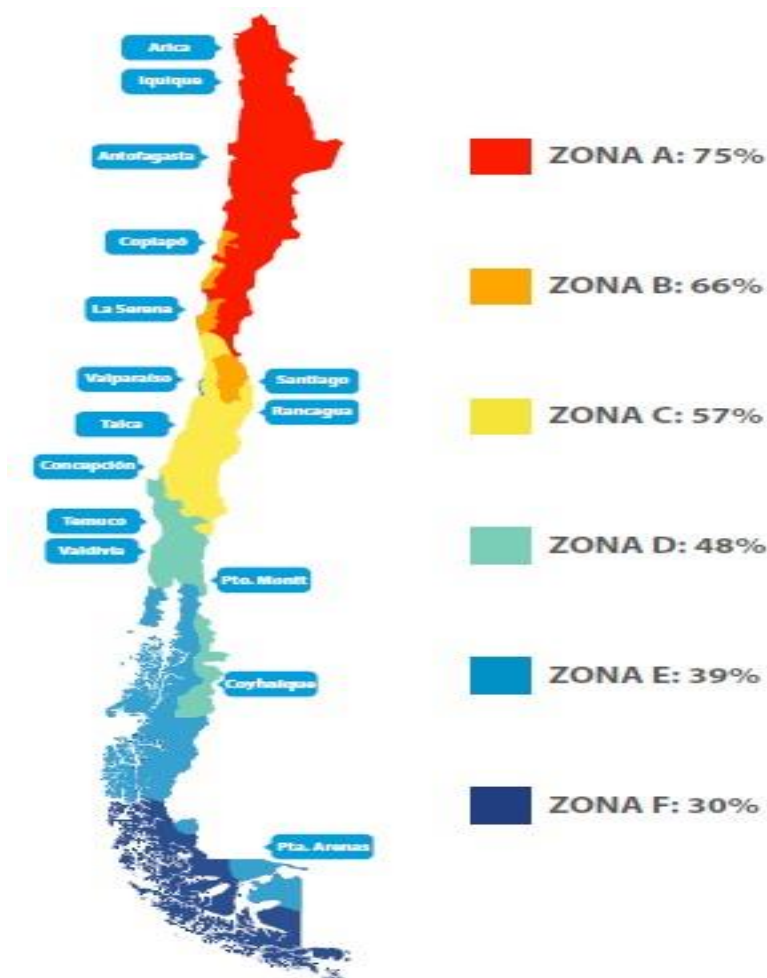


Figura 1. 8 Distribución de la radiación solar en Chile.

Fuente: “Evaluación del recurso solar”, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.

La CSM corresponde a la fracción entre la energía anual aportada por el SST a la salida del acumulador y la demanda energética anual de agua caliente sanitaria estimada para la respectiva vivienda y se expresa en porcentaje.

Tabla, artículo 23 del Reglamento de la Ley 20.365 Contribución Solar Mínima para cada zona climática”

Zona Climática	Radiación solar global media (H) [kw/m2]	Contribucion solar [%]
A	1948 ≤ H	75
B	1701 ≤ H < 1948	66
C	1454 ≤ H < 1701	57
D	1208 ≤ H < 1454	48
E	961 ≤ H < 1208	39
F	961 < H	30

Tabla 1. 1 Contribución solar mínima.

Fuente: Manual Sistemas Solares Térmicos Minvu

El artículo 23 define a su vez, que para la verificación de la contribución exigida a los SST, se aplicara una tolerancia de máximo 15%.

Por lo tanto la contribución solar (CS) exigible al SST será igual a la contribución solar mínima (CSM) MENO UN 15%, expresado en la siguiente formula:

$$CS \geq CSM * 0,85$$

1.7.3 Temperatura mínima de la comuna:

En el artículo primero de las disposiciones transitorias del Reglamento de la Ley 20.365, se define que para efectos de diseñar los sistemas se deberán tomar precauciones por riesgo de heladas en todo el territorio nacional, e excepción de las comunas costeras existentes en las regiones XI,I,II,III,IV,V,VI y VII y el procedimiento para determinar la temperatura mínima de la comuna donde se ubica el SST.

Se entenderá por temperatura ambiente mínima de cada comuna a la temperatura ambiente mínima histórica que se indica en la tabla siguiente. Si esta información no existiera para la comuna del proyecto, el proyectista deberá usar la estadística disponible en alguna comuna similar en términos de su altura, latitud, distancia a la costa y distancia a la cordillera. Conforme al Itimizado Técnico de SST del Minvu, la temperatura mínima de diseño será igual a 5°C por debajo de la temperatura ambiente mínima de la comuna y todas las partes que estén expuestas al exterior deben ser capaces de soportar la temperatura mínima especificada, sin sufrir daños permanentes.

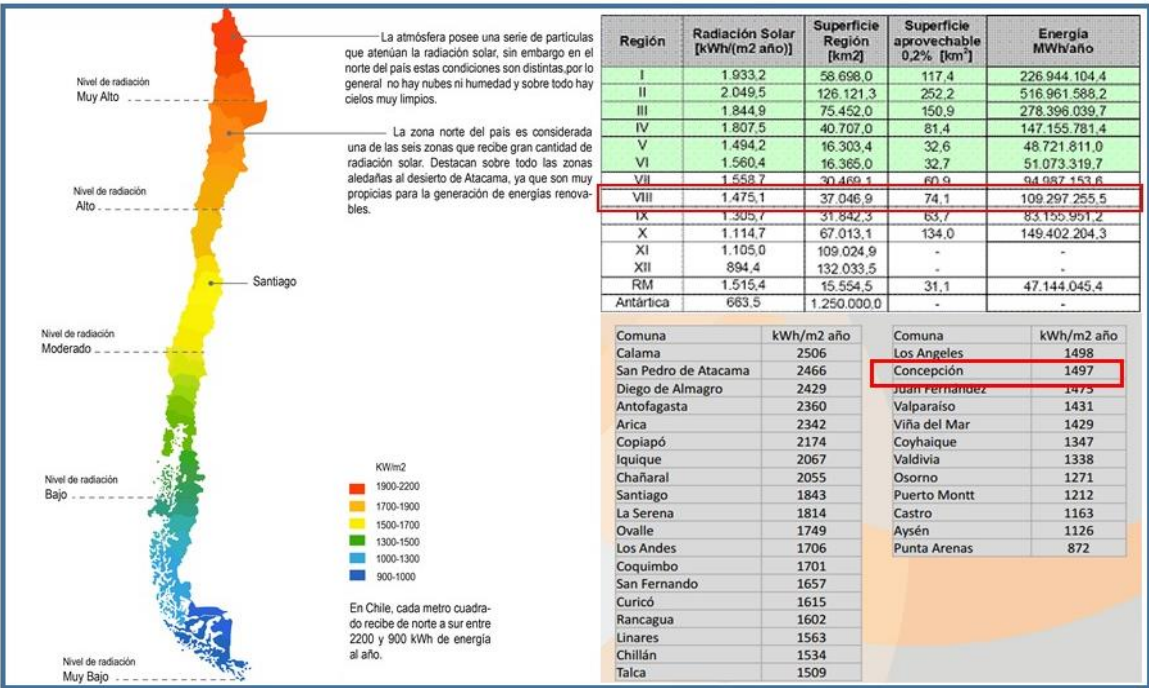


Figura 1. 9 Distribución de la radiación solar en Chile.

Fuente: “Evaluación del recurso solar”, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile

En las zonas donde existe riesgo de heladas, deberá usarse algunos de los siguientes métodos de protección contra heladas:

Mescla anticongelantes.

Colectores solares que soporten la deformación producida por el congelamiento en sus cañerías.

Los SST directos y sus componentes del circuito primario, que estén expuestos a heladas deben estar diseñados para ser resistentes al congelamiento.

**CAPITULO 2: DESCRIBIR LOS COMPONENTES QUE CONSTITUYEN LA
INSTALACIÓN DE UN SISTEMA SOLAR TÉRMICO**

2.1. COLECTOR SOLAR:

Colector Solar Térmico (CST) o Colector Solar (CS) es un 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 CST deberían diseñarse de forma de asegurar un circuito hidráulico equilibrado, mediante conexiones cruzadas, es decir, entrada por abajo y salida por arriba en el extremo diagonal opuesto

Un Colector solar térmico (CST) corresponde entonces a un conjunto de equipos y componentes que permiten el aprovechamiento de la energía solar para la producción de agua caliente sanitaria (ACS) para el consumo doméstico.

Los proyectos SST para el calentamiento de agua sanitaria en viviendas nuevas y existentes, financiados por el Minvu, serán del tipo unifamiliar y de circulación natural o termosifón.

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

Las instalaciones de colectores solares térmicos se deberán ejecutar con un circuito primario y un circuito secundario independiente, evitándose cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos que puedan operar en el Colector.

No obstante lo anterior, estarán exceptuados de esta exigencia los SST directos que cumplan con lo indicado en las letras a) , b) y c) del artículo 11 del D.S. N°331DE 2009 , del Ministerio de Economía, que fija el reglamento de la Ley N°20.365 del Ministerio de Hacienda.

El circuito primario va desde la captación hasta el intercambio de calor (dentro del depósito acumulador) y el circuito secundario va desde el intercambio de calor hasta la salida del Sistema Aporte Auxiliar (SAA)

2.2 COLECTOR PLANO:

Colector diseñado para la aplicación de aprovechamiento térmico con temperaturas inferiores a 100° C. En estos colectores, la radiación solar incidente sobre la cubierta transparente alcanza al absolvedor que transfiere la energía al fluido de trabajo.



Figura 2. 1 . Colector solar plano

Fuente: Manual SST Minvu

La radiación solar producida por el sol, tiene una longitud de onda corta, atraviesa el vidrio de la placa del colector (u otro material traslucido) generándose un efecto invernadero, a su vez calentando los objetos que hay adentro; estos a su vez, emiten radiación infrarroja, que tiene una longitud de onda larga, la cual no puede atravesar los vidrios, quedando atrapados y produciendo el calentamiento.

Las emisiones del sol a la tierra son en onda corta mientras que la de la tierra al exterior son de onda larga. La radiación visible puede traspasar el vidrio mientras que una parte de la infrarroja no lo puede hacer.

El vidrio de un colector solar plano trabaja como medio selectivo de la transmisión para diversas frecuencias espectrales y su efecto neto es la acumulación de calor y el aumento de la temperatura dentro de la placa colectora la cual es traspasada al fluido de trabajo.

2.3. COLECTOR TUBOS AL VACIO Y SUS COMPONENTES

Estos colectores están formados por tubos de vidrio en cuyo interior se produce el vacío. El vacío funciona como un aislante térmico disminuyendo significativamente las pérdidas de calor por conducción y convección.

Dentro de este tipo de colectores encontramos y estudiaremos el de tipo Heat -Pipe, en el cual el tubo de vacío lleva en su interior una placa absorbadora de cobre-aluminio con un tubo hueco de cobre cerrado por los dos extremos, sometido también al vacío y con una pequeña cantidad de una mezcla de alcohol dentro del mismo (a este tubo de cobre se denomina Heat-Pipe).

Este es un nuevo tipo de calentador de agua solar, con tuberías de alta presión de calor compacto, que adopta dicha tecnología y el sistema de tubos al vacío de cristal. Este es un sistema de tubos al vacío altamente eficiente que como ya se ha dicho absorbe el calor de la radiación del sol y el por medio de su súper conductor que transfiere el calor con un mínimo perdidas.

Al calentarse se vaporiza y asciende por el interior del tubo hacia la parte superior (Condensador) donde está el foco frío cediendo a este su calor y volviendo a estado líquido, luego se condensa y desciende de nuevo por gravedad, con todo esto se logra capturar la radiación solar directa e indirecta, transformándola en energía térmica, la que es transmitida hacia el estanque donde se encuentra el agua que es calentada a través de transferencia de calor.

Los Tubos al Vacío gracias a su estructura cilíndrica permiten una muy buena capacidad de absorción durante el día, a diferencia de los paneles planos que su eficiencia la logran cuando el sol está directamente sobre ellos.

Los colectores solares de tubos al vacío son un 30% más eficientes que los paneles planos permitiendo ahorros de hasta un 70% del consumo anual de energía (gas, electricidad, petróleo, etc.)

Principales características:

- ❖ La alta presión del tanque de almacenamiento (prueba de presión =9 bar)
- ❖ No hay ventilación y menos pérdida de calor como en el modelo de baja presión.
- ❖ Tecnología de tubo de calor altamente eficiente.
- ❖ No hay agua introducida en el tubo de vacío como en el sistema Atmosférico de baja presión.
- ❖ Junta de goma que impide el escape de temperatura.
- ❖ Fácil instalación de inserción de los tubos.
- ❖ Aislamiento de espuma de poliuretano de 55 mm de espesor, libre de CFC.
- ❖ Estanque interior Acero inoxidable 2 mm
- ❖ Acero galvanizado de color revestimiento exterior con superficie y marco de aluminio.
- ❖ Al ser un sistema presurizado, al reemplazar el tubo, no se sale el agua del estanque, debido que se encuentra sellada la conexión entre el superconductor de calor y el estanque de agua.
- ❖ Este panel posee una vida útil mínima de 15 años.
- ❖ Los tubos y gomas poseen repuestos a bajo costo.

- ❖ El equipo puede seguir operando de forma eficiente con hasta dos tubos menos, esto en caso que se rompan, no así como su similar de tubo con agua, pues al momento de rotura de un tubo. el equipo se vacía quedando de inmediato inoperativo.

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 sistema debe volver a su forma de funcionamiento, y sí que el usuario tenga que hacer ninguna actuación.



Figura 2. 3 Válvula anti retorno o check ¾"

Fuente: Elaboración propia, Constructora

NATenergy - SAT Minvu



Figura 2. 2 Sistema solar térmico Heat-Pipe

Fuente: Manuel Técnico Empresa NATenergy

2.3.1 Depósito Acumulador

Deposito que forma parte de un Sistema Solar Térmico donde se acumula la energía térmica producida por el Colector Solar Térmico, 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 SST indirectos la toma de fluidos caloportador hacia el colector provendrá desde la parte inferior de este.

El volumen del depósito de acumulación debe tener un valor tal que cumpla con la relación indicada en el numeral 1 artículo 32 del D.S. N° 331 DE 2003, DEL Ministerio de Economía.

Los SST deberán llevar una válvula de retención (Anti retorno), que impida que el agua del acumulador se pueda devolver por la línea de entrada de agua fría a DA.

Los acumuladores deberán estar totalmente aislados de forma tal de reducir las pérdidas de calor. El espesor mínimo del aislamiento debe cumplir con la relación indicada en el número 3 del artículo 32 del D.S. N° 331 de 2009.del Ministerio de Economía.

El espesor mínimo estará dado por la siguiente ecuación:

$$e_{mim} \geq 50 * \frac{\lambda}{0,04}$$

e_{mim} : Espesor minino

λ : Conductividad térmica del material aislante (w/mk)

En SST indirectos la toma de salida del fluido caloportador hacia el colector provendrá desde la parte inferior de este.



Figura 2. 4 Depósito acumulador SST Heat-Pipe 150 lts.

Fuente: Elaboración propia – Empresa NATenergy - SAT Minvu

2.3.2 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 deben permitir la dilatación térmica, sin que se produzca 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 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 marítimo o salino), a modo de ejemplo se pueden considerar como tales, el acero galvanizado o la pintura anticorrosiva de tipo epóxido.



Figura 2. 5 Estructura SST 150 lts

Fuente: Elaboración propia –Empresa
NATenergy - SAT Minvu



Figura 2.6 Estructura sobre caballete

Fuente: Elaboración propia - Empresa
NATenergy – SAT Minvu

2.3.3. Tubos al vacío Heat-Pipe

El tubo al vacío Heat-Pipe tiene similares características que el tubo al vacío común el cual trabaja por medio de llenado de agua y transferencia de calor por forma directa, pero a diferencia del anterior , este sistema es mucho más eficiente ,consiste en un tubo al vacío de borosilicato al cual se le incorpora una pipeta de cobre, la que está en contacto con dos films de aluminio que ayudan a transferir todo el calor hacia la pipeta .Dentro de la pipeta de cobre existe una mezcla de glicol con agua ,cuya función es transferir la energía captada hacia el extremo superior de dicha pipeta ,llamado condensador. El condensador es el intercambiador de calor donde llega el glicol evaporado transfiriendo la energía al circuito secundario o de consumo.

Características técnicas del tubo Heat-Pipe

1	Grosor exterior del tubo	1.8Mm.
2	Grosor interior del tubo	1.6Mm.
3	Cristal de borosilicato	
4	Clasificado SS-C/CU, selectiva absorción de recubrimiento	
5	Absortancia%	93%
6	Vacío	0.005Pa
7	Radiancia exposición solar	9.4MJ/m2/día
8	Capacidad de resistencia de granizos	25Mm.de diámetro
9	Cantidad de tubos	16
10	Diámetro de tubo	58 Mm.
11	Largo del tubo	1800 Mm.

Tabla 2. 1 Características Técnicas Heat-Pipe.

Fuente: Ficha técnica Empresa NATenergy

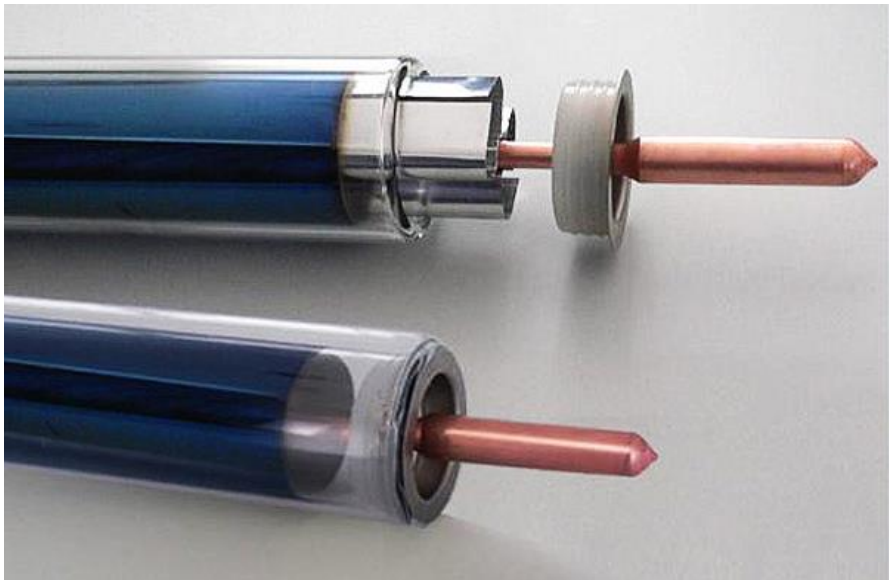


Figura 2. 7 Tubos al vacio Heat-Pipe

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

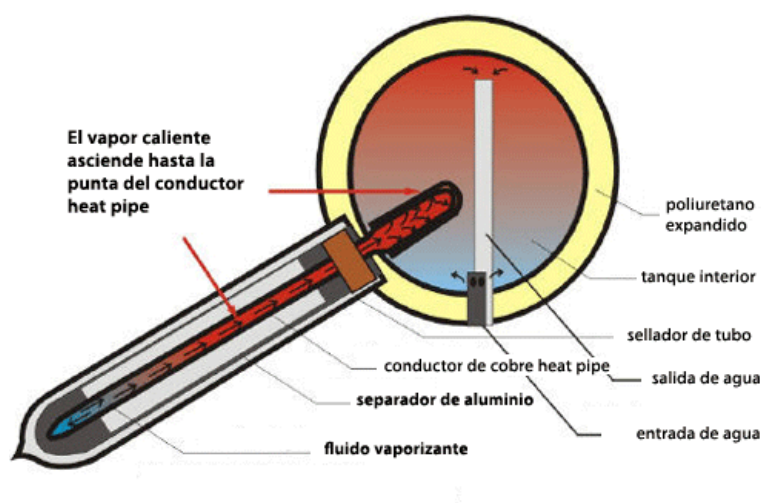


Figura 2. 8 Vista corte horizontal SST Heat-Pipe

Fuente: Ficha técnica Empresa NATenergy

2.3.4. Recorrido y Diseño Hidráulico

El circuito hidráulico está formado por el conjunto de tuberías y sus componentes, responsables de transformar 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 SST y la salida de agua caliente.

Las instalaciones solares se deberán realizar con un circuito primario y un circuito secundario independiente, evitándose cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos que puedan operar en el SST. No obstante, lo anterior estarán exceptuados de esta exigencia los SST directos que cumplan con lo antes indicado en la letra a), b) y c) del artículo 11 del D.S. N° 331 de 2009.

Todos los circuitos del SST 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.

2.3.5 Tuberías

En los SST indirectos, las tuberías de 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 tenga 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 electro galvánica. El aislamiento no dejara zonas visibles de tuberías o accesorios, quedando únicamente al exterior los elementos que sean necesarios para el buen funcionamiento y operación de los componentes.

El espesor mínimo de aislamiento térmico de las tuberías instaladas en el interior y exterior de las viviendas, que transporten ACS debe cumplir con las relaciones indicadas en la letra b. del artículo 35, del D.S. N° 331 DE 2009 (Reglamento Ley 20365) del Ministerio de Economía.

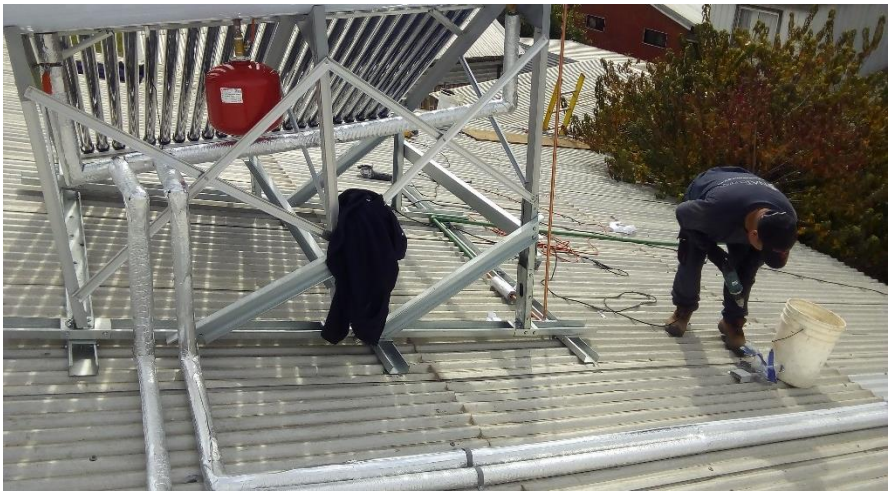


Figura 2. 9 Tuberías PPR con aislación térmica

Fuente: Elaboración propia – Empresa NATenergy - SAT Minvu



Figura 2. 10 : Tuberías PPR con aislación térmica

Fuente: Elaboración propia – Empresa NATenergy - SAT Minvu

2.3.5 Tuberías

En los SST indirectos, las tuberías de 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 tenga 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 electro galvánica. El aislamiento no dejara zonas visibles de tuberías o accesorios, quedando únicamente al exterior los elementos que sean necesarios para el buen funcionamiento y operación de los componentes.

El espesor mínimo de aislamiento térmico de las tuberías instaladas en el interior y exterior de las viviendas, que transporten ACS debe cumplir con las relaciones indicadas en la letra b. del artículo 35, del D.S. N° 331 DE 2009 (Reglamento Ley 20365) del Ministerio de Economía.

2.3.6 Sistema de Expansión:

Los circuitos cerrados de un SST, por ser presurizados, 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 SST. A excepción de los colectores de tubos de vacío Heat –Pipe que requieran un sistema de expansión en el circuito primario.

Los sistemas de expansión deberán cumplir con las siguientes condiciones:

- Los sistemas de expansión dispondrán de al menos una válvula de seguridad y deben ser capaces de absorber completamente la expansión del fluido a la máxima temperatura de trabajo, manteniendo la presión dentro del rango de trabajo.
- La presión de alivio de la válvula de seguridad debe ser menor a la presión máxima admisible de cualquier componente del circuito donde se instale.

- El dimensionamiento del sistema de expansión de cada circuito se realizará conforme al rango de presiones y temperaturas máximas y mínimas previstas a su diseño deberá contemplar que no operen las válvulas de seguridad en las condiciones de trabajo previstas, limitándose la operación de las válvulas de seguridad solo para el caso de fallas.
- Los vasos de expansión utilizados en los circuitos primarios deberán soportar los valores máximos de temperatura y presión de trabajo previstos en el diseño, para el lugar donde será conectado.
- 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. 11 Vaso de expansión 12 lts. Varem

Fuente: Elaboración propia – Empresa NATenergy - SAT Minvu

2.3.7 Válvulas

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

2.3.8 Válvula automática de Alivio de Presión y Temperatura T/P

La válvula de alivio T/P está diseñada para aliviar el aumento de la presión que se desarrolla durante el ciclo de calefacción normal en el interior del acumulador del SST.

Esto es causado por el agua que se expande durante el ciclo de la calefacción. La válvula entonces aliviara el aumento de la presión mediante la liberación de vapor y gotas de agua caliente encausados necesariamente por una línea o tubería de drenaje.

agua fría, ya que aliviara agua fría (no agua caliente), durante la expansión del ciclo de calefacción, ahorrar energía y aumentar la vida de válvula de alivio T/P. las regulaciones locales pueden hacer que sea obligatorio instalar una válvula de control de expansión en la línea de suministro de agua fría.

La alta presión puede causar una descarga excesiva y un posible fracaso prematuro de la válvula de alivio de funcionamiento. La presión máxima del agua suele ocurrir durante la noche, en el momento de uso más bajo del agua.

En cualquier instalación de calentador de agua debe tomarse en cuenta la presión de la red, Si la presión de agua de entrada supera el 80% de la presión nominal de la válvula de alivio de la operación, una válvula limitadora de presión deberá estar equipada en la entrada de agua fría. (Si se instala una válvula de control de expansión de agua fría, tendrá una presión inferior a la válvula de alivio T/P y así se clasificará como “Válvula de alivio



Figura 2. 12 Válvula reductora de presión

Fuente: Elaboración propia – Empresa NATenergy - SAT Minvu

Se debe tener como gran importancia una línea de drenaje para encausar las descargas por actuación así también evitar riesgos para el usuario.



Figura 2. 13 Válvula de alivio automático P/T

Fuente: Elaboración propia – Empresa
NATenergy - SAT Minvu.

2.3.9 Válvula 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:

- La entrada y salida del acumulador
- La entrada y salida del circuito de distribución de agua fría y caliente.

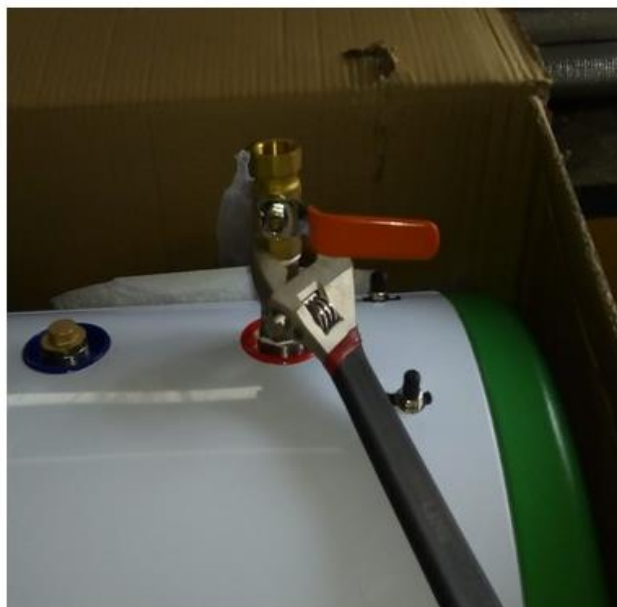


Figura 2. 14 Válvula de seguridad tipo bola $\frac{3}{4}$ ” salida de agua caliente.

Fuente: Elaboración propia – Empresa NATenergy - SAT Minvu



Figura 2. 15 Válvula de seguridad tipo bola ½” suministro de agua fría.

Fuente: Elaboración propia – Empresa NATenergy - SAT Minvu

2.3.10 Válvula de Retención (Antirretorno)

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

El circuito de alimentación de agua fría del estanque deberá incluir una válvula de retención (anti retorno) 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. 16 Válvula antirretorno

Fuente: Elaboración propia – Empresa NATenergy - SAT Minvu

2.3.11 Sistema Automático de Mezcla

A fin de evitar quemaduras en los usuarios ,los SST deberá dispoñes de un sistema automático de mezcla o cualquier otro dispositivo que limite la temperatura de consumo de Agua Caliente Sanitaria a 50°C o menos , instalado antes del despacho a consumo , lo más cerca del SST ,ya sea a la salida del agua caliente del estanque acumulación solar ,en el caso que el sistema de aporte auxiliar , sea instantáneo , o a la salida del sistema de aporte auxiliar, cuando este sea de acumulación, El sistema más usado es el sistema de válvula mezcladora termostática.

2.3.12 Válvula Mezcladora Termostática

La válvula mezcladora termostática esta provista de un elemento regulador que funciona como un sensor de temperatura. Atraves de dilatación y contracción, este sensor regula continuamente la relación correcta entre el agua caliente y la 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. 17 Válvula mezcladora termostática instaladas cerca del DA

Fuente: Elaboración propia – Empresa NATenergy - SAT Minvu



Figura 2. 18 Tipos de Válvulas termostáticas diferentes graduación.

Fuente: Elaboración propia – Empresa NATenergy - SAT Minvu



Figura 2. 19 Válvula manual de 3 vías

Fuente: Manual Minvu

2.3.13 Llave Manual de 3 Vías

La válvula de 3 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 (SAA), cuando sea un calefón tradicional, deberá ser en paralelo y mediante una válvula de bola de 3 vías manual que permita al usuario decidir si utiliza el agua del SST o la del sistema de apoyo auxiliar.

2.3.14 Sistema de Energía Auxiliar (Calefón)

Toda vivienda de proyecto de nueva construcción y deberá contar con una solución que dote de agua caliente a la vivienda durante todo el año, dicha solución deberá ajustarse a todas las normativas que le sean aplicables. Por el contrario a viviendas existentes que no cuenten con un sistema de calentamiento de agua, el SST se podrá instalar de manera independiente, previendo la futura instalación de un SAA por parte de le usuario.

Vale decir, prever la futura ubicación del SSA, la red de agua fría y caliente y el conexionado con el SST.

Dentro de los SAA más comúnmente usados podemos identificar los Calefón, Calderas y Boiler.

Un **calefón** es un artefacto calentador de agua que funciona de manera continua mediante la combustión de gas. Permite obtener agua caliente para uso sanitario, principalmente ducha, lavamanos y lavaplatos.

Estos sistemas también llamados de paso, producto que funcionan en su mayoría por accionamiento por caudal de agua se reconocen varios tipos: Con piloto, tiro forzado, ionizado entre otros.

Este último es un calefón que no tiene llama piloto, se enciende con solo abrir la llave de agua caliente, esta característica le permitirá un ahorro en gas. Los calefones Tiro Forzado por su parte se usan en espacio con muy poca ventilación, y poseen un extractor de aire para asegurar la correcta evacuación de gases.



Figura 2. 20 Calefón con piloto

Fuente: Elaboración propia-subsidios minvu



Figura 2. 21 Calefón ionizado

Fuente: Elaboración propia-subsidios Minvu

**CAPITULO 3: CARACTERIZAR LOS PARÁMETROS CONSTRUCTIVOS DE
UN SISTEMA SOLAR TERMICO HEAT-PIPE, PARA UN
FUNCIONAMIENTO EFICIENTE.**

3.1 PREPARACION ESTRUCTURA SOPORTANTE SISTEMA SOLAR TERMICO

Una estructura soportante de un equipo Heat-Pipe en esencia viene diseñada para ser instalada en una superficie horizontal, con ángulo de inclinación respecto a su plano, entre 45° y 35° según la necesidad de la captación de la radiación solar, en la práctica se constata que las viviendas urbanas unifamiliar no presentan en forma alguna estructura de cubiertas en plano horizontales, por ende es imprescindible que el profesional a cargo efectúe el análisis pertinente de las características que posea las estructura de cubierta de dicha vivienda.

La ubicación ideal del SST es aquella en que los rayos solares le inciden en la forma más plena posible y durante el periodo más largo posible. Para ello debe buscarse inicialmente la mayor exposición posible a los rayos solares y esta puede verse interferida por árboles o sus ramas, construcciones cercanas, etc.

Las pérdidas por sombras (PS) se expresan en porcentajes y corresponden al porcentaje de la radiación solar global que no incide sobre la superficie del colector solar debido a obstáculos, respecto del total de radiación que incidiría de no existir sombra. Su valor se debe calcular usando el procedimiento establecido en el punto 2.11 de la Norma Técnica de la Ley 20.365.

Constituye un dato relevante para el cálculo de contribución solar del SST. Se debe indicar en el formato de presentación de proyectos de SST Minvu y es un dato de entrada del archivo Excel”Algoritmo_Fchart.xls”.

La selección de la ubicación de los SST de pequeño tamaño se recomienda sea realizada de forma que no tenga problemas de sombra en ninguna parte de la superficie de captación durante todo el año y normalmente serán instalaciones cuyas PS siempre deberían adoptar el valor cero. En esos casos y para la verificación de las pérdidas por sombra (conforme lo exige el I.T.Minvu) se puede indicar las características y dimensiones de los obstáculos y justificar que no hay obstáculos ni frontales ni laterales de la forma indicada a continuación.

Para las sombras frontales (obstáculos que en plantas forman un ángulo con el norte inferior o igual a 45°), se establece que la distancia (df) entre la parte baja y el anterior del colector y un obstáculo frontal, que pueda producir sombras sobre la misma será superior al valor obtenido por la expresión:

$$df = k * hf$$

Donde hf es la altura relativa del obstáculo en relación con la parte baja y anterior del colector en la tabla adjunta se obtiene, en función de la latitud y el valor de k

Latitud media (S)	K	Latitud media (S)	K
18	0,86	37	1,73
19	0,89	38	1,80
20	0,92	39	1,88
21	0,96	40	1,96
22	0,99	41	2,05
23	1,03	42	2,15
24	1,06	43	2,26
25	1,10	44	2,37
26	1,14	45	2,50
27	1,18	46	2,64
28	1,22	47	2,79
29	1,27	48	2,96
30	1,32	49	3,14
31	1,37	50	3,35
32	1,42	51	3,59
33	1,47	52	3,86
34	1,53	53	4,18
35	1,59	54	4,54
36	1,66	55	4,97

Tabla 3. 1 Tabla de cálculo de pérdidas por sombras

Fuente; Manual de sistemas solares térmicos Minvu

Para las sombras laterales (obstáculos que en plantas forman un ángulo con el norte superior a 45°) la distancia (dl) entre el colector y los obstáculos laterales que puedan producir sobras sobre la instalación será superior al valor obtenido de la tabla anterior para desviaciones de 45° y por la expresión

$$d = h$$

Simbología	
dl	Distancia obstáculo lateral
df	Distancia obstáculo frontal
hl	Altura obstáculo lateral
hf	Altura obstáculo frontal

Tabla 3. 2 Tabla de simbología para cálculo de pérdida de sombras

Fuente; Manual de sistemas solares térmicos Minvu

Donde h es la altura del obstáculo para desviaciones de 90°. Entre 45° y 90° se realizará una interpolación lineal.

Cuando las proyecciones de sombra sobre el equipo no cumpla los requisitos anteriores, se realizará el estudio de proyecciones durante el solsticio de invierno o un estudio más detallado que deberá justificar el valor de PS. En estos casos, se informará al usuario de la posible reducción de prestaciones de la instalación debido a las sombras que pueden producirse y obtener su conformidad y aceptación.

Este estudio tendrá que contemplar de forma certera la calidad de las estructuras soportantes como cerchas, vigas y costaneras que tendrán como importante misión soportar el total del peso del equipo ya en funcionamiento (más menos 250 Kg.), sumado a eso, dicho profesional tendrá que verificar el ángulo de inclinación de la cubierta, la dirección final del equipo tomando como referencia el Norte cuando obtiene la mayor incidencia de la radiación solar, recordando que la ubicación seleccionada no debe tener obstáculos que limiten la radiación solar, durante ninguna época del año.

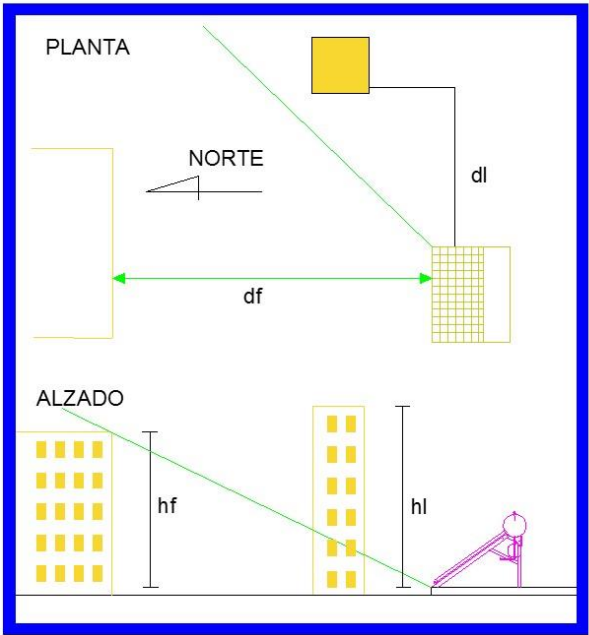


Figura 3. 1 Diseño de pérdida de sombra

Fuente; Manual de sistemas solares térmicos Minvu

La orientación óptima del equipo es con el colector hacia el Norte, para lugares en el hemisferio Sur, se permite una desviación de $\pm 40^\circ$ al Noreste, si las necesidades en A.C.S. son mayores durante las horas antes de 14:00, y $\pm 40^\circ$ al Noroeste, si las necesidades de A.C.S. son mayores durante las horas después de las 14:00. En todo caso, esta desviación prácticamente no afecta mayormente el rendimiento energético del equipo, por ser un sistema de tubos Heat-Pipe. Para variar la inclinación preestablecida de la estructura debe analizarse la forma en que se colocara el equipo, que cambio de inclinación debe darse, etc. Y así ver como recortar el pedestal para lograr la inclinación más cercana posible a la óptima. Debe tenerse presente que tanto la inclinación como la orientación pueden apartarse hasta 15° respecto del valor optimo sin merma sensible en el rendimiento del equipo.

Si bien los tubos del SST tienen resistencia al impacto de granizo de hasta 25 mm de diámetro, las caídas de ramas de dimensiones importantes pueden afectarlos, por lo que se recomienda tener en cuenta la ubicación de árboles vecinos al determinar la ubicación del equipo.

En casos donde el lugar de emplazamiento del SST se deba realizar en techos con inclinación se puede modificar las estructuras de bastidor soportante para adaptarla a la superficie del techo, de tal forma que se respete la inclinación de los tubos con la horizontal, para esta inclinación debe presentarse especial atención en la carga que pueda soportar el área, optándose en el mayor de los casos sobre la cumbrera del techo, fijando cada una de los extremos con el techo de la forma más segura. En el siguiente dibujo se puede observar un esquema meramente ilustrativo de ilustración.

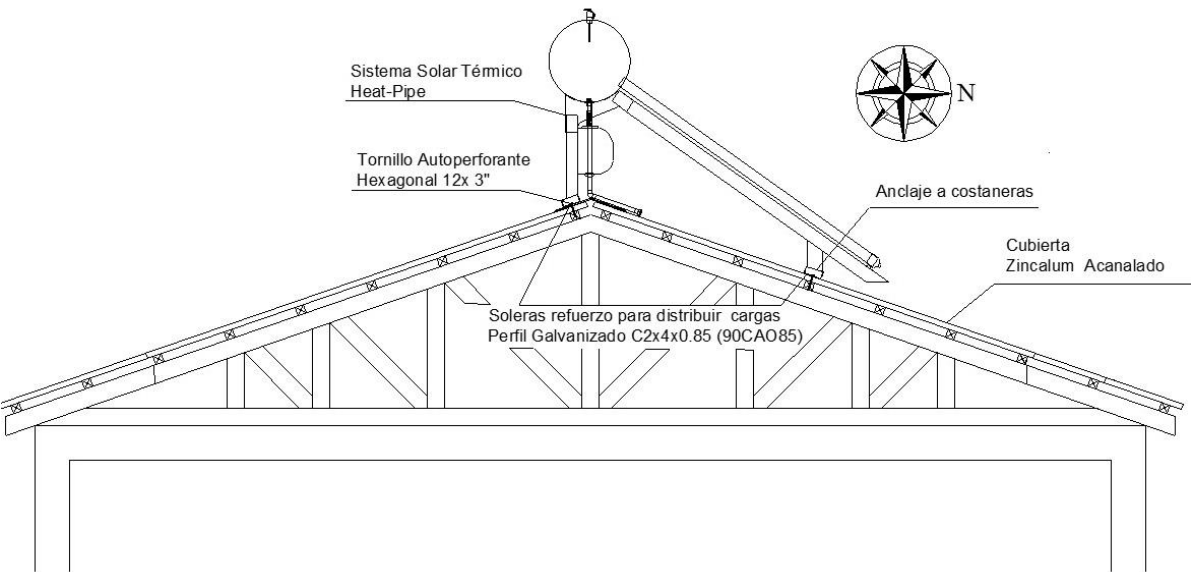


Figura 3. 2 Esquema de Instalación SST sobre cumbreras

Fuente: Elaboración propia. Programa AUTOCAD

Pero cabe destacar que en la práctica se da mucho que algunos instaladores por una conveniencia económica, de tiempo, tipo de contrato y sobre todo por la complicación que pudiese presentar la dirección de la pendiente del agua de la cubierta, evitan instalar la estructura tomando como referencia el norte e instalan la estructura en dirección a la mencionada caída de agua, evitándose con esto las complejidades de adaptar una estructura perpendicular a la misma, esta práctica se da mucho en empresas que prestan servicios a tratos, ya que su interés es lograr hacer la mayor cantidad de instalaciones en el menor periodo de tiempo, lamentablemente pasando muchas veces por alto detalles constructivos importantes.



Figura 3. 3 Instalación comuna de Chiguayante, foto comparativa

Fuente: Elaboración propia – Empresa NATenergy - SAT Minvu

También se debe dejar claramente especificado que no ha de ser para nada recomendada la instalación de un equipo como este en viviendas que posean cubiertas con planchas fibrocemento, tejas de arcillas, planchas tipo onduline o algún otro sistema que NO pudiese soportar la carga del mismo, si es así, será de responsabilidad y costo del usuario hacer el cambio de cubierta a plancha soportante como por ejemplo zincalum a lo menos en el sector de la instalación.

Además es imprescindible que antes de iniciar la instalación, el técnico o persona a cargo evalúe y se ponga de acuerdo con el instalador en la ubicación de la estructura en relación a la cercanía y futura conexión hacia el sistema auxiliar (calefón), ya que como estudiaremos más adelante la mala o poca oportuna visualización de esto, con llevará a una exagerado desarrollo de circuito hidráulico en el suministro de bajada del agua caliente sanitaria, afectando esto en una pérdida de agua, en espera que llegue al artefacto que este solicitando el suministro de agua caliente.

El análisis de la estructura efectuado por el técnico debió haber dado una información clara y precisa de la distancia o luz entre las cerchas o vigas soportantes, para poder distribuir las fuerzas ejercidas verticalmente por el equipo, es necesario como primera instancia instalar perfiles a modo de soleras de un dimensionamiento tal que puedan alcanzar a posarse a lo menos sobre tres cerchas o vigas, estos elementos constructivos tienen como misión ser los soportes bases de la estructura que trae el equipo, cabe mencionar que por la inclinación de la techumbre y su orientación ésta tendrá que ser modificada hasta presentar un plano perfectamente nivelado en su parte superior, poniendo atención en la medida de separación de las perforaciones donde ira adosado el estanque acumulador, como también en su parte inferior donde va montada la estructura que soporta la batería de zapatos de sujeción de los tubos, los perfiles usados para dicho efecto y posterior refuerzos en las modificaciones tendrán que ser de tipo galvanizados para que puedan tener resistencia mecánica de la zona donde se apoyara el mismo y de las inclemencias climáticas del sector, usándose de preferencia perfiles de Metalcom como por ejemplo el perfil C 2x 4x0,85 estructural, el cual brinda el soporte necesario, la estabilidad dimensional y una mayor conservación frente a parásitos, oxidación y corrosión.



Figura 3. 4 Inicio de armado de estructura

Fuente: Elaboración propia – Empresa NATenergy - SAT Minvu

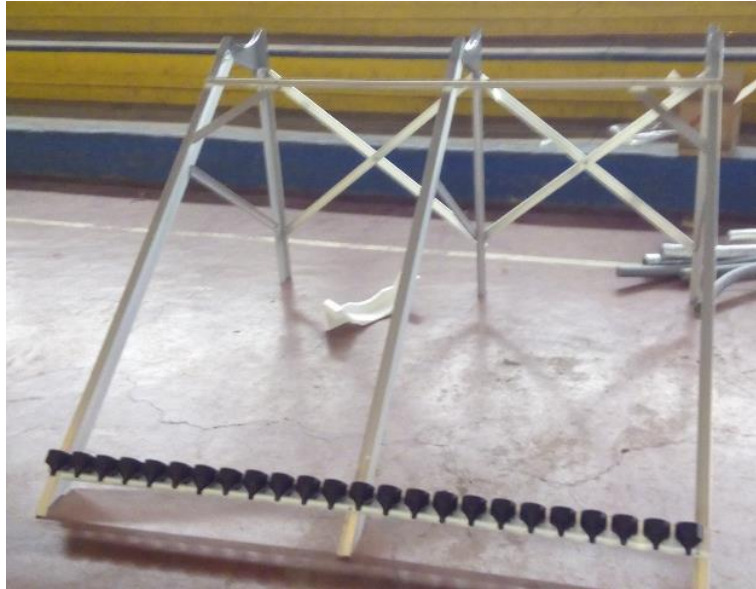


Figura 3. 5 Instalación porta tubos

Fuente: Elaboración propia – Empresa NATenergy - SAT Minvu

Los perfiles que tendrán como función servir de costaneras serán adosados a la cubierta mediante tornillos hexagonales galvanizados de una medida a lo menos de 12x3“, estos tendrán que anclarse firmemente a las costaneras de la techumbre, las cuales tienen que ser a lo menos 6 anclajes, es sumamente importante que en los puntos de perforación de dichos pernos, entre el perfil y la cubierta se debe aplicar un producto sellador para evitar cualquier tipo de filtración en esta, como por ejemplo Sikaflex – 11FC. Para los elementos de arriostramiento y modificaciones se usarán pernos hexagonales de 8x1/2” también galvanizados, cabe mencionar que las piezas que trae el equipo para adosamiento de los marcos vertical a la estructura base no se deberá sobre dimensionar la cantidad de pernos de anclaje, ya que por muy por el contrario de lograr una perfecta fijación se terminará por debilitar las piezas por efecto de las muchas perforaciones.

Por ultimo en estructuras que se instalen perpendiculares a cumbreras de cubiertas con mucha inclinación se deberá contemplar arriostramiento adicionales producto que es muy posible que esta tome una considerable altura en el lado adyacente a la pendiente.

Como observación final no se puede dejar de mencionar que cual sea la orientación de la estructura o de la cubierta, se tendrá que tomar muy en cuenta que esta debe quedar lo más apegada posible a la cubierta, para que vaya en directa ayuda de su estabilidad.



Figura 3. 6 Arriostramiento y refuerzos estructura SST

Fuente: Elaboración propia – Empresa NATenergy - SAT Minvu

3.2 PREPARACION ACSESORIOS ESTANQUE ACUMULADOR.

Para un correcto armado del estanque acumulador se requiere la implementación de diferentes elementos, podemos identificar entre ellos llaves de paso, válvulas de seguridad, válvulas mezcladoras termostáticas, ánodo de magnesio o sacrificio, válvulas anti-retorno y fitting en general. La unión de todos estos elementos generará el inicio del circuito hidráulico del SST, toda tubería a la salida del acumulador debe estar preparada para soportar la temperatura máxima estipulada para el equipo, por lo tanto la misma debe soportar temperaturas superiores a los 100°C, esto exige que las mismas sean de cobre (CU) o polipropileno random (PPR), con la aislación sugerida en el estudio de factibilidad técnica. Aguas de bajo de la válvula mezcladora termostática prevista la temperatura del agua es mucho menor brindando una mayor seguridad y confort, esto también da la posibilidad en algunos casos de instalación de tuberías de algún otro material, pero que siempre sean apropiadas para conducir agua caliente.



Figura 3. 7 Aislación válvulas mezcladoras termo estática

Fuente: Elaboración propia – Empresa NATenergy - SAT Minvu

Antes del armado es totalmente recomendable efectuar una prueba de hermeticidad.

Toda la instalación, debe estar protegida para preservar el calor por medios de elementos de aislación térmica, por lo tanto la misma debe estar diseñada para soportar el ambiente al que está expuesta, y la temperatura de la tubería del agua caliente.

El material de aislamiento de la tubería debe soportar la temperatura de ésta, por esto es necesario que la aislación antes de la válvula mezcladora termostática, soporte una temperatura superior a los 100°C, de lo contrario, la tubería se dañará o derretirá el material de aislamiento y se perderá el efecto de aislamiento. Aguas de bajo de la válvula mezcladora, si se da el caso se debe instalar una aislación acorde a la tubería seleccionada.

Todos los tipos y grosores del material de aislamiento deben cumplir con los requisitos de diseño, y el método de armado debe estar de acuerdo con las especificaciones del material. El grosor del aislamiento de la tubería de circulación térmica debe ser superior a los 20mm en el exterior y 10mm en el interior, en subterráneos y sótanos, deben ser superiores a los 20 mm. La tubería de circulación térmica debe tener un recubrimiento de Aluminio para protegerla de la radiación ultravioleta.

Sin perjuicio de lo anterior todas las tuberías que transporten ACS se deberá consultar aislación térmica y para las instaladas al exterior, adicionalmente una protección externa que asegure su durabilidad. Adicionalmente se debe indicar la conductividad técnica (λ) de la aislación térmica consultada.

Conforme al itemizado Técnico de SST del Minvu, el espesor mínimo de aislación térmica de las tuberías instaladas en el interior y exterior de la vivienda, debe cumplir con las relaciones indicadas en la letra b del artículo 35 del reglamento de la Ley 20.365.

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.

El aislamiento de las tuberías de intemperie deberá llevar una protección externa que asegure la durabilidad ante las acciones climatológicas y de animales.

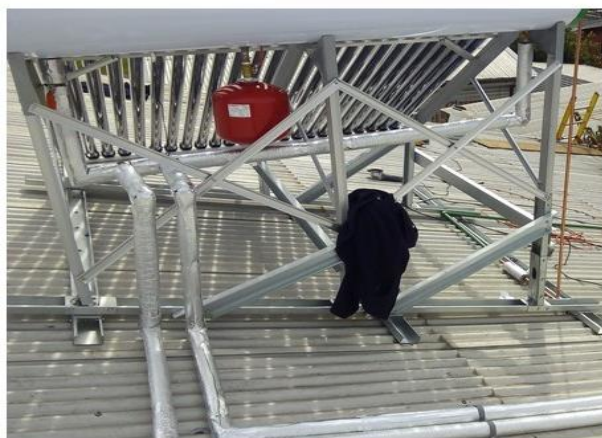


Figura 3. 8 Aislación válvulas mezcladoras y tuberías

Fuente: Elaboración propia – Empresa NATenergy - SAT

El espesor mínimo de aislamiento térmico de las tuberías estará dado por las siguientes expresiones,

Tubería instalada en el interior de la vivienda

$$e_{mim} \geq d * \frac{\lambda}{0,04} * 0.75$$

Tubería instalada en el exterior de la vivienda

$$e_{mim} \geq d * \frac{\lambda}{0,04}$$

e_{mim} : Espesor minino

λ : Conductividad térmica del material aislante (w/mk)



Figura 3. 9 Sistemas aislación térmica, revestimiento papel aluminio

Fuente: Elaboración propia – Empresa NATenergy - SAT Minvu

Conviene comenzar con la preparación de los fitting y tuberías de cobre que formaran parte integral del acumulador, para esto se tiene que tener especial cuidado en la limpieza y prolijo lijado, luego de esto y para asegurar una mejor soldadura, se aconseja efectuar un estañado a las tuberías antes de soldarlas a sus correspondiente fitting ya que al no hacer este proceso aumenta considerablemente la posibilidad de filtraciones y una soldadura defectuosa.

Tanto en el circuito de agua caliente como en el de agua fría y en función del estudio técnico se podrá utilizar PPR para el desarrollo de dicho circuito hidráulico, en este caso el PPR será de diámetro nominal (DN) de 25mm de Clase 1/10 bar-2/8 bar (Nch 3151), PN 20 (20kgf/cm²), este elemento es un polímero termo plástico de propileno de alta tecnología del cual se fabrican tuberías y conexiones. Entre sus propiedades mecánicas se destacan sus valores de rigidez, dureza y resistencia.

El sistema fusión PPR, es un sistema especialmente diseñado para conducción de fluidos a altas temperaturas, compuestos por tuberías y accesorios plásticos de PPR (polipropileno

random) con uniones termo fusionadas (no roscadas). Es un producto utilizado tanto en sistemas industriales, mineros y habitacionales.

La línea de alta temperatura, ofrece una amplia gama de diámetros de tubería de 16 a 250mm, las cuales no se corroen y son resistentes a productos químicos, abrasivos y corrosivos.

La superficie interna de las tuberías es lisa y sin porosidad lo que reduce las incrustaciones y no varía el sabor del agua, presenta además tuberías PN 16 y PN 20 para agua fría y caliente y fitting PN 20 para agua caliente y fría.

Este sistema se puede usar en instalaciones (presurizadas o no) de:

- Conducción de agua potable caliente y fría.
- Conducción de sustancias alimenticias.
- Conducción de productos químicos y fluidos industriales.
- Circuito de aire comprimido.
- Circuito de calefacción y refrigeración.

A continuación se mostrará el proceso correcto de fusionado de los elementos de PPR:

Debemos posicionar la máquina de termo-fusión de la forma que resulte más cómoda y segura de operar y chequearle, equipar la máquina con las herramientas adecuadas, limpiar sus boquillas, verificar que queden debidamente apretadas, proceder a enchufarla y finalmente encenderla. La máquina comenzará a tomar temperatura, en promedio tomará de tiempo 1 segundo por cada grado de temperatura, cuando se apaga la luz de control la temperatura de termo-fusión fue alcanzada (260°C) o en algunos casos se verificará en el display de la máquina la misma temperatura.

Por medio de la tijera corta tubos procedemos a cortar en la longitud requerida. Se recomienda limpiar el extremo del tubo y el interior del acceso a fusionar, no lije nunca el extremo de este, la tijera hará un corte limpio y no dejará ningún tipo de rebarba, además limpie el interior del accesorio o fitting a fusionar.



Figura 3. 10 Corte y limpieza de tubería PPR

Fuente: Elaboración propia – Empresa NATenergy - SAT Minvu

Marque la profundidad de la termo-fusión indicada en la tabla en función del diámetro de la tubería a trabajar, inserte simultáneamente el tubo y el accesorio en las boquillas correspondientes.



Figura 3. 11 Temperatura de fusión óptima

Fuente: Elaboración propia – Empresa NATenergy - SAT Minvu



Figura 3. 12 Proceso de fusión de la pieza

Fuente: Elaboración propia – Empresa NATenergy - SAT Minvu

Saque el tubo y el accesorio o fitting de las boquillas NO LO GIRE y conecte los dos extremos calentados sin torsión. Ya que si se gira en el periodo que se está enfriando es muy posible que se genere una fisura interna provocando una filtración, luego deje enfriar la unión el tiempo recomendado en la tabla.



Figura 3. 13 Acople de piezas fusionadas

Fuente: Elaboración propia – Empresa NATenergy - SAT Minvu



Figura 3. 14 No girar el tubo al conectarlo con la boquilla

Fuente: Elaboración propia – Empresa NATenergy - SAT Minvu

3.2.1 Tubería de PR Random PN 16 y PN 20

Diámetro Externo (mm)	Profundidad Inserción (mm)	Tiempo Calentamiento (segundos)	Tiempo Max. p/ el acople (segundos)	Tiempo de Enfriamiento (minutos)
20	14	5	4	2
25	16	7	4	2
32	18	8	6	4
40	20	12	6	4
50	23	18	6	6
63	26	24	8	6

Tabla 3. 3 Tabla de termo fusión (referencial)-Tubería color verde

Fuente: Manual Instructivo Vinilit

Verifique de no sobrepasar los parámetros de fusión y sobre todo poner mucha atención, en que el calentamiento sea según el tiempo recomendado en la tabla, para nuestro caso que estamos ocupando tuberías DN 2, el tiempo de fusión es 7 segundos, si las piezas permanecen un tiempo que sobrepase a éste sufrirá un proceso de sobrefusión que provocara al momento de ser unida a su fitting un severa disminución en el diámetro interno de la tubería generando con esto una reducción en el caudal de flujo de agua, y en caso extremo el cierre total del flujo



Figura 3. 15 Deformación de pieza por sobre calentamiento en fusionado

Fuente: Elaboración propia – Empresa NATenergy - SAT Minvu

A modo de información, los fitting que presentan cambio de dirección como curvas, codos y las tuberías en general predeterminadamente traen impreso marcas o muescas llamadas “**testigos** “ que tiene como finalidad ayudar que las tuberías o elementos puedan quedar perfectamente perpendiculares o en la dirección deseada.

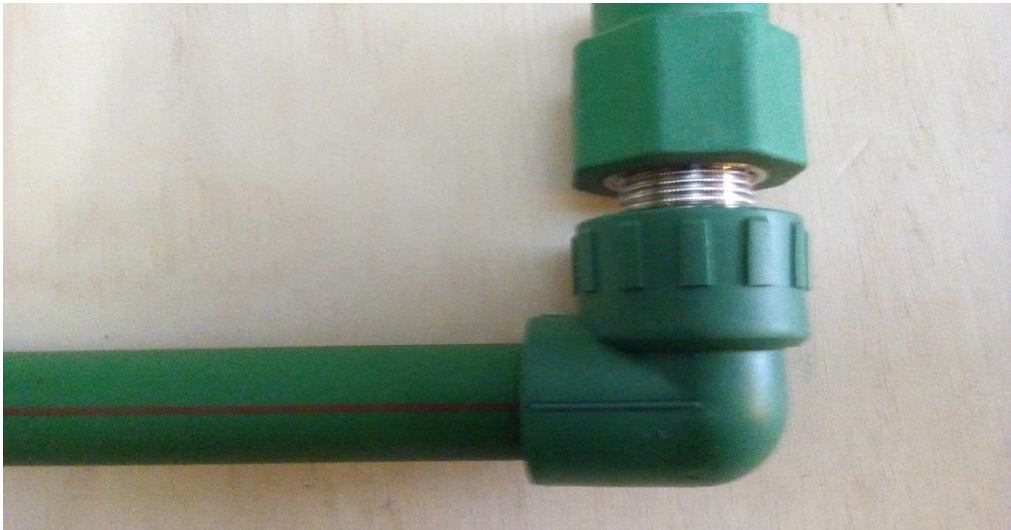


Figura 3. 16 Referencia Testigos en PPR

Fuente: Elaboración propia – Empresa NATenergy - SAT Minvu

Como otro antecedente de utilidad, si la rosca de los fitting de PPR no viniera convenientemente muescada de fábrica, recomendamos con algún elemento como un destornillador de paleta muescar el hilo, esto le dará mayor sujeción a la cinta teflón evitando que se gire.



Figura 3. 17 Hilo muesca para fijación teflón

Fuente: Elaboración propia – Empresa NATenergy - SAT Minvu

En el circuito de agua caliente que conforma la antes mencionada tubería se requiere intercalar una llave de paso, el fitting que corresponde usar para esto es el Niple, en este caso de medida HE-HE $\frac{3}{4}$ ", lamentablemente en la práctica y solamente buscando un tema de economía la empresa prefiere entregar en el Kit de instalación terminales HE $\frac{3}{4}$ " para mediante soldadura generar una pieza similar. Esto con llevará a un tiempo extra de armado y a un aumento de una posible filtración.



Figura 3. 18 Niple $\frac{3}{4}$ "

Fuente: Elaboración propia – Empresa NATenergy - SAT Minvu



Figura 3. 19 Niple armado

Fuente: Elaboración propia – Empresa NATenergy - SAT Minvu

Instalación de la válvula anti-retorno o válvula check se instalará una válvula de retención o anti-retorno para evitar los flujos inversos indeseados en el circuito hidráulico esta válvula se debe ubicar en la entrada del circuito de alimentación del estanque, su misión es impedir el vaciado del agua del estanque hacia la red de agua fría o la red pública de agua potable, se aconseja que en su instalación se verifique que no se exceda la aplicación de la cantidad de cinta sellante en las roscas de unión ni su excesivo apriete para evitar fisura o rompimiento de la válvula se instala a su vez en ella un fitting de PPR para transición de diámetro 25x3/4”

Con respecto a los sistemas de expansión realmente los colectores de tubos al vacío tipo Heat-Pipe no requiere un sistema de este tipo en el circuito primario. Si se diera el caso los vasos de expansión utilizados en estos circuitos deberán soportar los valores máximos de temperatura y presión de trabajo previstos en el diseño, su función esencial es generar un alivio sin pérdida de agua, con respecto a su instalación el cuidado que se debe tener es usar las herramientas adecuadas para este efecto, en ningún caso se debe instalar el vaso girándolas solo con las manos, como así también no se permite que quede instalado de forma horizontal, sino estrictamente en forma vertical.

En la unión del vaso expansor con la rosca de fijación del estanque acumulador, debe ser instalada una llave de paso tipo bola (medida de 3/4”), por si fuese necesario generar algún tipo de mantención o intervención en el vaso, se debe tener cuidado que dicha llave quede con la distancia o luz necesaria para poder manipular de forma efectiva su manilla de cierre.



Figura 3. 20 Llave de seguridad vaso expansor tipo bola

Fuente: Elaboración propia – Empresa NATenergy - SAT Minvu

Para aumentar la vida útil del estanque acumulador y evitar los daños producidos por las durezas de las aguas en las distintas comunas no olvidar la correcta instalación de un ánodo de Magnesio también llamado ánodo de sacrificio, es una especie de varilla normalmente de acero recubierta de magnesio es pieza principal en todos los termos ya que como hemos dicho lo protege del desgaste y la corrosión, generalmente los acumuladores de los termos están fabricados con acero vitrificado. Cuando este se llena de agua, en su interior tiene lugar una reacción electrolítica que tiende a corroer sus paredes, para protegerlo de dicha reacción se debe incorporar el mencionado ánodo, este absorberá esa actividad química producida por la oxidación, sufriendo ellos mismos el desgaste. De este modo, el elemento al que protegen (acumulador del termo) logrará permanecer en buen estado aumentando su funcionabilidad y vida útil. Debemos saber que el Magnesio y el Aluminio son más reactivos que el acero, es por ello por lo que se utilizan como ánodos.

Hoy en día se emplea en todas las situaciones donde se necesita proteger un metal del agua, en aquellas zonas geográficas o sectores donde el nivel de Cal es muy elevado, se recomienda revisar el interior cada año o año y medio máximo y sustituir el ánodo de Magnesio. No olvidemos que para cambiar el ánodo se necesita cierta mano de obra calificada, ya que en algunos casos supone desmontar cuando el termo presenta en su interior agua con temperatura, teniendo también en cuenta la época del año.

3.3 INSTALACION DE SISTEMAS DE SEGURIDAD

Una válvula mezcladora termostática en agua caliente sanitaria (ACS) es un dispositivo que tiene como función mezclar el agua caliente con el agua fría, para evitar que el agua salga a mayor temperatura de la deseada cuando está en uso, evitando quemaduras para el usuario y mejorando el rendimiento energético de la instalación.

Debemos saber que este tipo de válvula trabaja con fluctuaciones en la temperatura del agua, que expanden y contraen alternativamente el termostato que lleva instalado. Esto debe provocar el movimiento de la válvula para regular la cantidad de agua fría y caliente, de modo que mantenga la temperatura del agua mezclada deseada.

Tienen múltiples usos en muy distintas instalaciones o elementos, como pueden ser en placas solares térmicas, en instalaciones de suelo radiantes o en lo que nos convoca e interesa en los termos solares que son instalados en las viviendas.

Una acción tan cotidiana como darse una ducha supone poner en marcha un mecanismo que pueda permitir la mezcla de agua caliente y fría. Sabemos que el agua caliente se acumula en el depósito en lo que es necesario instalar válvulas de este tipo.

Estas válvulas mezcladoras termostáticas van en directa función a un ahorro en la factura mensual, y un mayor confort, ya que reducen el tiempo de espera en la ducha y artefactos

instalados en el circuito, hasta que el agua alcanza la temperatura deseada por el usuario, de esta manera el ajuste del agua caliente en las llaves es más rápida y no se desaprovecha mientras realizamos ajustes,

Las válvulas mezcladoras sacan un poco de agua caliente del interior del termo y hacen la mezcla con agua fría, fuera del termo. Gracias a estas válvulas esta mezcla de agua caliente y fría es automática antes de llegar a las llaves de los artefactos, a su vez permite conservar agua a más alta temperatura en el interior del depósito acumulador, lo que ayuda obviamente a reducir la factura por gastos de energía y la del consumo de aguas sanitarias de la vivienda.

No se puede dejar de recomendar que en las familias que hay niños pequeños, personas discapacitadas o muy ancianos, los adultos deben corroborar la temperatura de consumo durante el uso de agua caliente. Sabemos por lo antes descrito que el procedimiento de uso para la mezcla es sencillo y el usuario deberá siempre abrir primero la llave de agua fría y luego comenzar abrir la llave de agua caliente hasta lograr una temperatura confortable.



Figura 3. 21 Válvula mezcladora termostática válvula mezcladora. -

Fuente: Elaboración propia - Empresa NATenergy – SAT Minvu

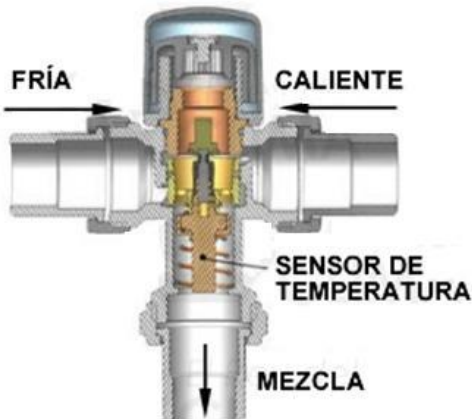


Figura 3. 22 Imagen interior de Válvula mezcladora

Fuente: Elaboración propia – Empresa NATenergy - SAT Minvu

Se puede usar el cuadro siguiente como guía para concientizarse de los efectos de temperatura incorrecta y la necesidad previa de mezclar convenientemente el agua en su casa para uso sanitario.

Relación del Tiempo - Temperatura con las Quemaduras.

Temperatura	Tiempo para producir quemaduras serias
49°C	Más de 5 minutos
52°C	1 ½ a 2 minutos
54°C	Alrededor de 30 segundos
57°C	Alrededor de 10 segundos
60°C	Menos de 5 segundos
63°C	Menos de 3 segundos
66°C	Alrededor de 1 ½ segundos
68°C	Alrededor de 1 segundo

Tabla 3. 4 Esquema tiempo - temperatura

Fuente: Tabla – cortesía de Shriners Burn Institute

El mezclador termostático que será destinado a instalaciones domiciliarias. Será instalado en el depósito acumulador. También es posible su instalación en un armario de distribución de una instalación sanitaria.

Para un correcto funcionamiento de la válvula mezcladora es indispensable respetar los sentidos de circulación indicados sobre el cuerpo. La conexión marcada con el signo “+”, un punto rojo o la sigla H (hot) según el modelo, corresponde a la alimentación de agua caliente, y la marcada con el signo “ – “ , punto azul o la sigla C (cold) según el modelo, corresponde a la línea de agua fría. La tercera conexión, indicada con la sigla MIX o una flecha es la de salida del agua mezclada para conectar a la red de consumo.

El funcionamiento correcto del mezclador termostático es posible solo si la temperatura del agua fría y del agua caliente de la alimentación son respectivamente inferior y superior a la temperatura de uso exigida.

El mezclador permite elegir temperatura de uso entre 38°C: 60°C como se indica en la tabla. Para posiciones intermedias en los valores de la numeración se obtienen temperaturas de mezcla de grado en grado, su regulación se efectuará elevando el volante, girándolo hasta la posición de temperatura elegida y encajándolo de nuevo en su alojamiento.

En épocas del año con temperaturas promedio como primavera y verano y parte del otoño se recomienda graduar la válvula en nº5, con esto en la práctica pasaran 5 partes de agua

caliente por 2 de fría, bajo este mismo prisma en los meses más fríos se recomienda dejarla en n°7 a su máxima capacidad, con esto pasará el total de agua caliente.

Sujeto a lo antes dicho debemos mencionar que esta conveniente operación se podría ver con un grado de complicación para el usuario ya que las válvulas por proyecto están instaladas a la salida del agua caliente del termo, y dichos termos obviamente están instalados en las techumbres de las casas.

En algunas viviendas urbanas de un piso, el acceso a ellas es más expedito, pero como hemos podido comprobar en terreno y en busca de aprovechar mejor los metros cuadrados de las viviendas, el gran porcentaje de casa son de 2 pisos, por cuya razón el acceso para efectuar esta sencilla operación se hace más complicado.

Por lo antes descrito es que en alguna ocasión se ha podido sugerir que la válvula mezcladora termostática se pueda ubicar en alguna sección del circuito de más fácil acceso para el usuario, cosa que por el momento se ve lejana en la empresa que para este trabajo nos apoyamos.



Figura 3. 23 Instalación válvula mezcladora parte inferior SST (no accesible)

- **Fuente:** Elaboración propia – Empresa NATenergy - SAT Minvu

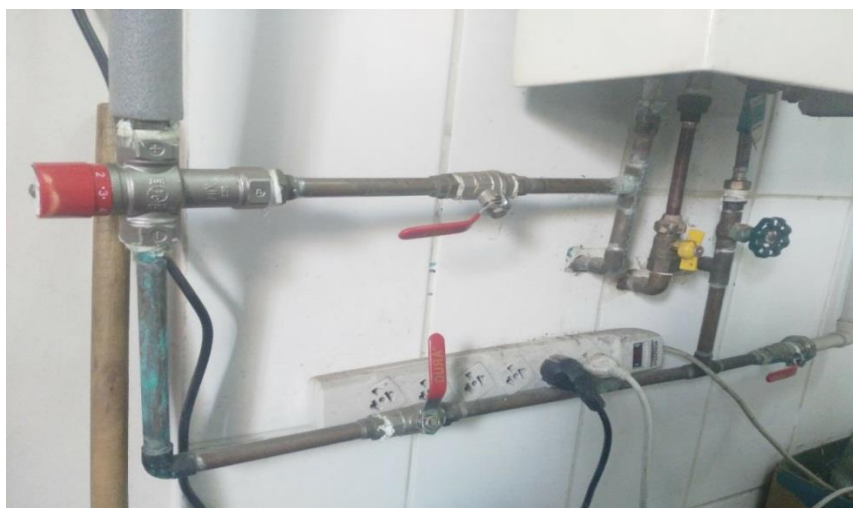


Figura 3. 24 Instalación de válvula mezcladora de forma accesible

Fuente: www.soraltec.cl

3.4 VALVULA DE ALIVIO Y PRESION

La válvula de alivio de presión y temperatura (P/T) automática son adecuadas para la instalación en el calentador de agua solar presurizado Heat-Pipe, como también puede ser instalado en otro sistema como por ejemplo si se diera el caso calentadores de gas, calentadores de agua eléctrico, calentador de agua de combustible, etc.,

La válvula de seguridad se utiliza para controlar la presión en los circuitos primarios de las instalaciones termo solares, cuando se alcanza el valor de calibración, la válvula descarga líquido al medio ambiente para impedir que la presión de la instalación alcance límites peligrosos para el funcionamiento del acumulador del colector solar y de sus dispositivos.

El principio fundamental de funcionamiento es que el obturador contra rectado por un resorte calibrado, se eleva cuando se alcanza la presión especificada generada por el aumento de temperatura en el interior del acumulador y abre completamente el paso de descarga. La presión de calibración se efectúa de forma automática en función de la presión máxima que puede admitir la instalación.

El diámetro de la conexión de salida esta sobre dimensionado (3/4") para favorecer la descarga.

Cuando disminuya la presión se producirá la acción inversa, con el cierre de la válvula al recuperarse los valores normales de funcionamiento.

Las válvulas de alivio para SST se montan en la parte superior del estanque acumulador donde se genera el máximo nivel de presión por efecto de la temperatura, además con esto se evita que la acumulación de impurezas perjudique su funcionamiento.

El cuerpo de la válvula de alivio lleva grabado una flecha que indica el sentido correcto de montaje.

La tubería de descarga de la válvula de alivio debe realizarse de modo tal que no impida el funcionamiento correcto del equipo ni pueda causar daños personales o materiales. Conforme a las disposiciones vigentes la descarga de las válvulas de alivio tiene que ser visible y desembocar en una tubería de recogida para encausar el agua de despiche a un dren natural protegido.

Una vez que esté instalado el estanque acumulador y comience el llenado de este es imprescindible mantener la válvula de alivio abierta, para que así pueda ir evacuando todo el aire a medida que se va llenando, una señal que el proceso está terminado es sentir cuando el agua corre por el interior de la cañería de despiche.

3.5 VISOR CONTROLADOR

Para poder estudiar las características y aplicaciones del controlador TK-7Y que se usa en los SST Heat-Pipe que nos ha tocado abordar en este trabajo, debemos necesariamente definir la diferencia del sistema que nosotros hemos estudiado y sus similares.

Sabemos que existen innumerables SST de distintas clases y modo de funcionamiento que para el caso no especificaremos, pero si nos interesa decir lo siguiente.

Existen equipos que dentro de sus elementos o componentes presentan resistencias eléctricas de apoyo auxiliar cuando por distintos factores no logran llegar a las temperaturas óptimas, llámese poca eficiencia, radiación solar baja en épocas frías del año, etc.. no pudiéndose comparar éstos con los parámetros de rendimiento del sistema que estamos viendo, el cual hemos constatado que presenta casi un inmejorable porcentaje de eficiencia de forma autónoma.

Por lo antes descrito es que solamente estudiaremos al control inteligente como un visualizador de la temperatura en el interior del acumulador del SST, despreciando por no ser necesario el resto de sus funciones controladoras para comandar circuitos eléctricos como termostatos y resistencias.

Para su instalación debemos tomar en cuenta lo siguiente: El controlador no se puede instalar en una habitación donde se encuentren mezclas de gases fácilmente inflamables o que puedan producirse.

No se puede sobrepasar las condiciones ambientales admisibles en el lugar de instalación.

Antes de conectar el dispositivo, debe asegurarse de que el suministro de energía coincida con las especificaciones que el controlador requiere.

El controlador solo se puede instalar en los interiores lejos de peligros, y lejos de campos electromagnéticos.

El controlador debe estar equipado con un enchufe adicional.

El controlador solo se debe instalar en un área con un nivel de protección adecuado, áreas libres de humedad.

Para evitar que este expuesto a humedad o vapores, el controlador no puede ser instalado sobre cocinas, lavadoras, secadoras o interior de baños.

A demás se debe tener presente que debe ser instalado cerca de una toma corriente.

También hay que considerar que para la correcta visualización del display se recomienda ser instalado sobre el nivel de cabeza del usuario.

Dependiendo del tipo de instalación, los cables pueden entrar en el dispositivo a través del orificio trasero de la estructura.



Figura 3. 25 Visor de Temperatura

Fuente: Elaboración propia – Empresa NATenergy - SAT Minvu

El sensor de temperatura NTC10K, B=3950, equipado con la fábrica original, está aprobado para su uso con SST, además está equipado con un cable de PVC de 20 mtrs. Y es resistente a la temperatura hasta 105°C, no es necesario distinguir la polaridad positiva y negativa del sensor conector.

Con respecto a este cable es necesario tener el máximo de cuidado cuando se instale desde el tanque acumulador y en todo el recorrido hasta llegar al visor, ya que presenta cierta fragilidad y pudiese romperse fácilmente, presentando automáticamente un error en la visualización de la temperatura en el display del visor (130°). Este error se podrá visualizar tanto en pantalla como también testeando la continuidad del cable.

Algo que hay que tener presente es que el sensor quede debidamente instalado y fijado en la vaina ubicada en la parte inferior del estanque acumulador, puesto que si éste no está bien adosado enviara un mensaje erróneo de la temperatura del agua en el interior.



Figura 3. 26 Vaina y sensor del visor de temperatura

Fuente: Elaboración propia – Empresa NATenergy - SAT

3.6 PROCEDIMIENTO DE INSTALACION ESTANQUE ACUMULADOR

Por las características de peso y volumen de un equipo SST y producto que su instalación debe ser sobre las techumbres de las casas, su levante debiera ser mediante sistema mecánicos como grúas, en la práctica y muy por el contrario dicho sistema son subidos a pulso y sobre los hombros de las personas encargadas de instalarlos, con todos los riesgos tanto físico o para el equipo inherente a esta maniobra.

No se debe olvidar de retirar las tuercas de los pernos de fijación que trae provisto el acumulador.

Una vez que el acumulador esta posado sobre la estructura, no se debe apretar las tuercas de fijación de inmediato, sino una vez terminada la instalación de baterías de tubos, puesto que podría ser necesario girarlo un poco para que se alinee con los tubos una vez hecho esto se procede a fijar firmemente.

Seguido del montaje se iniciará la instalación por medio de tuberías PPR random del circuito de agua, tanto de agua fría para el suministro del equipo como de agua caliente para abastecer a la vivienda, paralelo a esto se instalara la aislación térmica de las tuberías y el cable que llevará la señal al visor, como se describió anteriormente, como ya sabemos aplicando en este proceso termo fusión.

Las tuberías ya aisladas deben quedar firmemente fijadas a la techumbre mediante abrazaderas, esta se fijarán mediante tornillos hexagonales auto-perforantes de 12x2”, se debe tener la precaución que la fijación tiene que quedar debidamente sellada y debe ser donde se encuentre con costaneras.

3.7 INSTALACION DE TUBOS

De igual manera que el acumulador, se efectúa la maniobra de levante de la caja que lleva en su interior los 16 tubos del equipo, en algunas ocasiones y producto de lo artesanal de la maniobra los tubos sufren daños al llegar a la techumbre.



Figura 3. 27 Ruptura de tubos al ser subido a techumbre

Fuente: Elaboración propia – Empresa NATenergy - SAT Minvu

Los tubos de vacío están compuestos por un doble tubo de vidrio, entre cuyas paredes se hace un vacío muy elevado (en torno a 0,005 pa) y el vidrio interior suele llevar un tratamiento a base de metal pulverizado de color oscuro para aumentar la absorción de radiación. Las dimensiones de los tubos son similares a las de un tubo fluorescente; en torno a los 60mm de diámetro y 180 cm. de largo.

Actualmente existen 3 esquemas generales de tubos de vacío, los colectores flujo directo, los de flujos indirectos o Heat-Pipe, y los de flujo indirecto sin tubos de cobre Heat-Pipe.

Flujo Directo: El tubo de vacío de flujo directo fue el primero en desarrollarse, y su funcionamiento es idéntico al de colectores solares planos, en donde el fluido calo portador circula por el tubo expuesto al sol, calentándose a lo largo del recorrido. Es el sistema más eficiente de captación solar.

Heat-Pipe: El concepto Heat-Pipe es una evolución del tubo de flujo directo que trata de eliminar el problema de sobre calentamiento, presente en los climas más caluroso. En este sistema, se utiliza un fluido que se evapora al calentarse, ascendiendo hasta un intercambiador ubicado en el extremo superior del tubo. Una vez allí, se enfría y vuelve a condensarse, transfiriendo el calor al fluido principal. Este sistema presenta una ventaja en los veranos de los climas cálidos, pues una vez evaporado todo el fluido del tubo, este absorbe mucho menos calor, por lo que es más difícil que los tubos se deterioren o estallen. También presenta la ventaja de perder menos calor durante la noche, pues la transferencia de calor, a diferencia de los tubos de los flujos directos solo se produce en una dirección.

El sistema de flujo indirecto obliga a una inclinación mínima de los tubos en torno a los 15° para permitir la correcta circulación del fluido. Este sistema es 166% más eficiente que las placas planas tradicionales con serpentín de cobre.

El Sin Heat-Pipe: La diferencia entre éste y el modelo con Heat-Pipe, es la utilización exclusiva de cristal, sin la utilización de cobre como el modelo Heat-Pipe, lo que hace reducir los costos de su fabricación enormemente, así como en el caso de mantenimiento. Además llegan a ser 196% más eficiente que las placas solares planas (con serpentín) y un 30% más eficiente que los tubos de vacío o Heat-Pipe.

3.7.1 Ventajas y Desventajas

Los tubos de vacíos, en comparación con los colectores planos, supone un avance en la captación de calor en condiciones desfavorable (precisamente cuando más se necesita el calor). Los costos de fabricación son mucho menores que las placas tradicionales planas, ya que son fabricados al 100% en cristal Boro silicato, al contrario que los colectores planos que al ser fabricado en cobre, son más caros.

Desde otro punto de vista, una ventaja añadida de los tubos es su mayor versatilidad de colocación, tanto desde el punto de vista práctico como estético, pues al ser cilíndricos, toleran variaciones de hasta 25° sobre la inclinación idónea sin pérdida de rendimiento, lo que permite adaptarlos a la gran mayoría de las edificaciones existentes. A esto hay que añadir la menos superficie necesaria que precisan los tubos, además por su forma cilíndrica también son 196% más eficientes, ya que reciben los rayos solares perpendicularmente durante todo el día, al contrario que los colectores planos que sólo son efectivos cuando tienen el sol perpendicularmente.

En la instalación de los tubos se debe tener especial cuidado en el apriete del zapato de fijación, cuando este es poco el condensador del Heat-Pipe no quedará al 100% en contacto con la vaina del acumulador perdiendo un porcentaje de efectividad. Por el contrario si se efectúa un excesivo apriete se generará una rotura en la parte inferior del tubo, perdiendo éste el vacío y con ello un gran porcentaje de su eficiencia, una señal evidente cuando ocurre esto es que el tubo se pone blanco en su parte inferior. Lamentablemente en la práctica algunos instaladores al percatarse que el tubo sufrió este daño no lo comunican ni lo cambian, más cubren la evidente señal con el mismo zapato.



Figura 3. 28 Pérdida de vacío por exceso de apriete en el zapato de fijación

Fuente: Elaboración propia, Constructora NATenergy - SAT Minvu

3.8 APLICACIÓN DE PASTA TERMO CONDUCTORA

Es necesario aplicar en la vaina de los acumuladores antes de insertar los Heat-Pipe, una pasta Termo conductora, la cual es una sustancia que incrementa la conducción de calor entre la superficie del condensador y las paredes de la vaina. En la práctica algunos instaladores no la aplican pensando que es un lubricante y como el tubo igualmente ingresa creen que no es para nada necesaria.



Figura 3. 29 Pasta termo conductora

Fuente: Elaboración propia, subsidio Minvu-Constructora NETenergy



Figura 3. 30 Aplicación de pasta en la vaina de DA.

Fuente: Elaboración propia, subsidio Minvu – Constructora NETenergy

3.9 MONTAJE TUBOS AL VACIO

Seguido a la aplicación de la pasta se procede a montar la batería de tubos, comenzando primero por los dos tubos de ambos costados, habiendo tenido la precaución de no apretar los pernos de fijación del depósito acumulador, para que esto permita poder girar levemente para que los tubos se puedan alinear, una vez hecho esto se instalan el total de los tubos intermedio. Estos tienen como hemos antes mencionado que quedar con sus condensadores lo mejor ajustado posible en la vaina del DA. Se verifica una vez más la alineación de la batería de tubos y se procede a apretar las tuercas de fijación de forma definitiva..



Figura 3. 31 Llave de seguridad vaso expansor tipo bola

Fuente: Elaboración propia – Empresa NATenergy - SAT Minvu

Finalmente recordemos que al momento de llenar con agua el equipo, debe abrirse la válvula de seguridad de alivio (P/T) o abrir la llave de agua caliente, de modo que **todo el**

aire contenido en el estanque pueda salir, para evitar que se sobre caliente el equipo al tener aire en su interior.

La válvula de seguridad (P/T) del equipo debe tener un ducto de desagüe en caso de activación.

El ducto de desagüe debe soportar altas temperaturas y asegurar que la evacuación no comprometa riesgos de quemaduras, ya que el agua en su interior puede alcanzar temperaturas muy altas.

En nuestro caso el primer segmento de este conducto se desarrollará en cobre con una longitud de desarrollo más menos 3 mts., luego generará una transición a PPR con una longitud de desarrollo tal que llegue a hasta su dren natural a nivel de terreno. Se debe tener en cuenta que el tramo de cobre no puede quedar en contacto con piezas de los soportes galvanizados o la cubierta de zinc alum, si es así el caso, debe generarse una aislación para evitar la oxidación electro galvánica, la tubería de este ducto tiene que quedar al igual que el circuito de agua firmemente fijado a la techumbre.



Figura 3. 32 Canalización válvula de alivio automática

Fuente: Elaboración propia – Empresa NATenergy - SAT Minvu

Jamás se debe bloquear las salidas de las válvulas de seguridad (P/T), ya que podría ocasionar daños irreparables al estanque de acumulación e incluso el estallido de éste.

Una vez armado el estanque acumulador, el equipo no debe permanecer al sol sin agua en su interior, para evitar daños en su estructura a causa de altas temperaturas a las que podría llegar. Si no puede llenar con agua el equipo inmediatamente luego de su instalación, cubra los tubos Heat-Pipe con una lona para evitar que queden expuestos a la radiación.

De preferencia instale los tubos a primera hora de la mañana o al final del día, y llene el estanque de agua luego de su instalación.

Otro caso podría presentarse, si el equipo no se alcanza a terminar de instalar al 100% y tiene que pasar un fin de semana expuesto a la radiación, se debe dejar sin poner la vaina del sensor, o la válvula PT para que por ese orificio de la rosca pueda aliviar la presurización por efecto de la temperatura generada por los tubos y así evitar daños.

Presentación de Kit de accesorios que la empresa entrega a los trabajadores.



Figura 3. 33 Kit de accesorios de instalación

Fuente: Foto Propia – Empresa NETenergy

3.10 SISTEMA DE ENERGIA AUXILIAR O DE APOORTE AUXILIAR (SAA)

Para viviendas de proyectos de nueva construcción, se deberá contar con una solución que dote de agua caliente a la vivienda durante todo el año, dicha solución deberá ajustarse a todas las normativas que le sean aplicables.

Para viviendas existentes que no cuenten con un sistema de calentamiento de agua, el SST se podrá instalar de manera independiente, previendo la futura instalación de un SAA por parte del propietario o propietaria. Vale decir, prever la futura ubicación del SAA, la red de agua fría y caliente y el conexionado SST.

Se deberá cumplir con las siguientes condiciones respecto al sistema auxiliar de calentamiento ACS:

- El conexionado entre el SST y el SAA (para el caso de calefón tradicional) deberá ser en paralelo y mediante una válvula de bola de tres vías manual.
- Solo se aceptará acoplamiento en serie cuando el SAA sea calefón solar o de acumulación.
- El sistema auxiliar de calentamiento de ACS en ningún caso podrá aportar calor al depósito acumulador.

Con respecto a la válvula manual de tres vías, podemos decir que 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 (SAA), cuando este 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 SST o la del sistema de apoyo.

La conexión del SST con el sistema de aporte auxiliar se debe generar mediante una válvula mezcladora termostática en cuyo caso se debe verificar el correcto posicionamiento de la VMT. Para reducir pérdidas térmicas y conseguir una rápida estabilidad de temperatura, normalmente interesa la localización cercana al DA evitando posiciones que pueda producir circulaciones no deseadas. Comprobar las características de la válvula mezcladora termostática y el rango de regulación de la temperatura de suministro.

Además conviene verificar que la marca, modelo y tamaño del sistema de aporte auxiliar es el previsto en el proyecto y está instalado de acuerdo con las instrucciones del fabricante y normativa vigentes (SEC).

Se desprende de lo anterior que la ubicación de la válvula mezcladora termostática en la parte más cercana del acumulador efectivamente generara un mejor aprovechamiento térmico pero también a su vez generará una falta de accesibilidad para ser operada por el usuario es por eso que a continuación se presentaran otras alternativas de conexionamiento entre el SST y el SAA.

3.10.1 Conexión sin Llave Manual de 3 Vías

Esta forma de conexión no utilizará la válvula manual de tres vías, en este caso, la válvula mezcladora termostática quedará posicionada junto al sistema de apoyo auxiliar (calefón) y directamente conectada a él, este debe contar con modulación electrónica también llamada modulante.

La mezcla entregada por la válvula de agua caliente solar con agua fría de la red, alimenta al SAA (calefón), el que es capaz de reconocer la temperatura a la que ingresa el agua elevándola hasta la temperatura a la que haya sido programado, produciendo el máximo ahorro de gas.

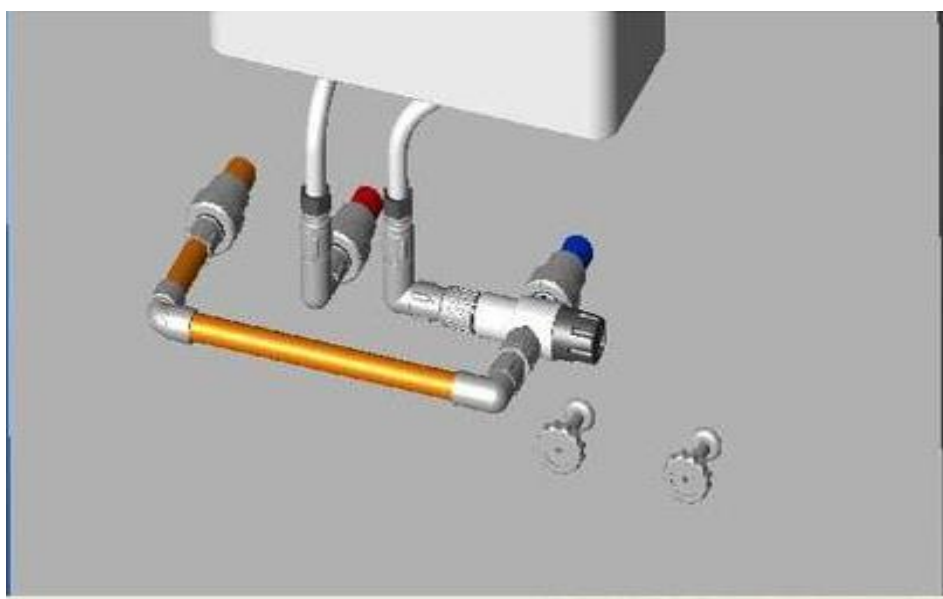


Figura 3. 34 conexión a SAA por válvula VMT 3 vías

Fuente: Manual técnico Ecopanel

Otra forma de ejecutar el conexión es usando en conjunto con calefón convencional ionizado que funcione con flujo de agua y una válvula mezcladora termostática de cinco vías, esta válvula posee una temperatura de selección regulada de fábrica de 45°C.

Si el agua caliente solar tiene menos de 45°C la válvula envía el agua al calefón para que sea calentada, para luego mezclarla con agua fría de la red. En su defecto (Temperatura del agua caliente solar mayor que 45°C), el agua caliente solar pasa directo a la mezcla con agua fría de la red.



Figura 3. 35 Válvula mezcladora termostática 5 vías

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

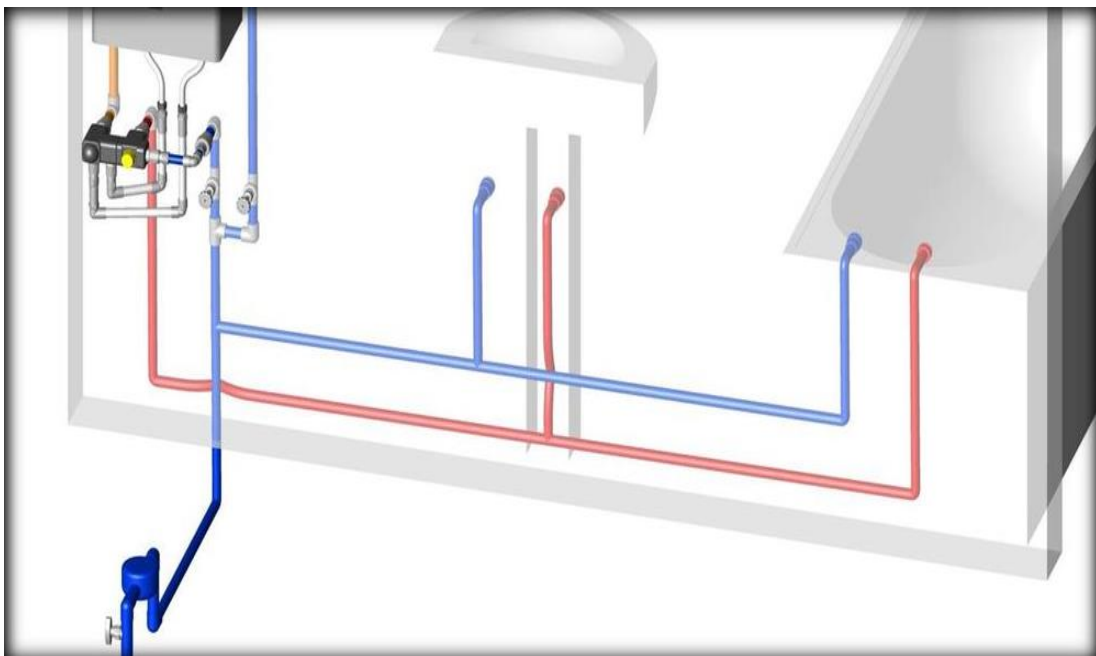


Figura 3. 36 Conexión a SAA por válvula VMT 5 vías

Fuente: Manual técnico Ecopanel

III.- CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Se logra comprender que para la captación de energía solar es muy relevante la ubicación, el tipo de radiación y la inclinación que se le orientara al sistema solar térmico, para que este logre recepcionar de mejor manera la energía solar, para posteriormente abastecer con más eficacia a los artefactos que se conectaran a este tipo de sistema de calentamiento de aguas sanitarias. Por lo anterior es que cobró como mayor importancia en este trabajo, demostrar que la óptima eficiencia de un equipo de estas características va de la mano de una óptima instalación, donde primó verificar la capacitación, conocimientos y experiencia de las personas encargadas en su instalación, ya que se verificó que varias veces los instaladores asignados demostraron ser autodidactas, tanto en la parte de montaje estructural, que es una de las etapas quizás más importantes de este tipo de actividad, ya que será encargada de asegurar, como se citó anteriormente, entre otras cosas la correcta orientación para su óptima captación solar. Su ubicación que va en directa relación con un efectivo desarrollo hidráulico, y la seguridad en relación a las fuerzas soportantes a las que estará expuesta la estructura de techumbre de la vivienda, se verificó en nuestro caso la necesidad de refuerzos adicionales para que los equipos pudieran distribuir de mejor forma las cargas y así poder brindar una mejor estabilidad y una mayor resistencia a las condiciones climáticas y esfuerzos mecánicos, pero lamentablemente se pudo constatar que esto no es el común denominador de las empresas de este rubro.

De los componentes de seguridad podemos concluir que es sumamente necesario poner especial atención en sus instalaciones para así evitar posibles daños a las personas y equipos.

Además, se aprendió sobre las piezas que se utilizaran en la instalación de este sistema y la importancia que cumple cada una de ellas.

Hemos visto en nuestro caso que se podría mejorar significativamente ciertos ítems de la Instalación en relación a los componentes relacionados a la operación del equipo por el usuario, que vendrían a darle más accesibilidad y seguridad en las manipulaciones de estos.

Además, como punto muy importante, se pudo verificar que una de las situaciones generadas por dicha falta de expertis, en ocasiones quedo de manifiesto al momento de abordar los sistemas de aporte auxiliar (calefón), sobre todo en lo referente a cálculo de caudal, que dicho sea de paso influye de manera directa en el correcto encendido y un posible apagado de éste. En nuestro caso nos es necesario recordar que un porcentaje no despreciable de usuarios beneficiados pertenecen a la categoría de tercera edad, por lo que es de mayor importancia el eficiente y coordinado funcionamiento de estos equipos cuando se les requiere ser usados.

Se destaca la variación de tipos de sistemas solares térmicos que existen en el mercado, y la importancia de elegir adecuadamente estos artefactos para una buena eficiencia. También, se logra comprender que no da lo mismo realizar un circuito hidráulico de exagerada longitud en los paneles solares térmicos, puesto que, según la dimensiones del desarrollo del circuito que se instale, la presión, el caudal y el tiempo de llegada al artefacto se verán directamente comprometidas y podría tener importantes variaciones.

Luego con el cálculo de los paneles solares se demuestra que la cantidad de ACS que se requieren para abastecer una vivienda urbana, no se puede tomar a la ligera, puesto que, se debe calcular según la cantidad de persona que la habitan, y la capacidad de abastecimiento que posea el SST y vayan a ser utilizados, ya que, si la cantidad de ACS no cumple con la cantidad mínima requerida, este sistema no podrá funcionar de forma eficiente y a la vez no abastecerá las necesidades de la vivienda; también cabe recalcar que es muy importante utilizar la radiación global del mes más crítico para el cálculo de los SST, y con eso mejorar la eficiencia al momento de generar ACS.

Mediante este estudio realizado se pretendieron entregar las herramientas necesarias para desarrollar un análisis de un sistema solar térmico, es decir, permitir la obtención de los detalles, capacidades y descripción de los equipos y accesorios necesarios para un correcto desarrollo de las instalaciones.

Chile es un país que posee niveles de irradiación solar aptos para realizar proyectos solares (sobre todo la zona norte, la cual es una de las mejores del mundo con respecto a estos índices), solo falta la motivación, conciencia y más ayuda del estado, a partir de implementación de más subsidios, para comenzar a fomentar estos proyectos. Si se considera que Alemania es uno de los países más grandes de generación de energía térmica y electricidad mediante instalaciones solares, los cuales poseen niveles de irradiación solar similares a los existentes en las regiones intermedias de nuestro país. Eso debe ser tomado como incentivo para el país y de esta forma comenzar a fomentar el uso de las ERNC, logrando así con el paso del tiempo reducir la dependencia de las energías no renovables, ayudando a reducir la crisis energética que comienza afectar al país y de igual manera ayuda a reducir la crisis mundial generada por los gases contaminantes.

Finalmente y de igual forma, se puede decir que el objetivo general formulado en un principio arrojó resultados positivos en toda su cabalidad. La factibilidad económica para implementar sistemas solares térmicos para agua caliente sanitaria en una vivienda urbana, es por el momento económicamente conveniente con ayuda del beneficio de la Ley N° 20.365 de Franquicia Tributaria del Ministerio de Hacienda, respecto de sistemas solares térmicos, es totalmente factible, aplicable y recomendado económicamente hablando.

Dicho sea de paso, queda demostrado que la energía solar de todo tipo, puede ser competitiva a medio y largo plazo contra la energía no renovable. Para el caso del estudio

en cuestión, la energía solar para agua caliente sanitaria, es capaz de devolver a la sociedad las aportaciones económicas que esta energía necesita para realizar su desarrollo, para este caso sería el usuario de la vivienda urbana.

Queda en manifiesto que se debe evolucionar socialmente para conseguir llegar a ser competitiva con el resto de las energías tradicionales y otras emergentes en crecimiento. Existen varias entidades y corporaciones para el fomento de energía renovables no convencionales para nuestro país, y claramente tienen una tarea muy difícil, porque llegar a instruir, incentivar y demostrar a la sociedad y entidades competentes a la construcción y energía en general, que ambientalmente hablando se está haciendo un gran daño, y que ese daño se puede inicialmente disminuir de muchas formas y con el tiempo, culturalmente hasta se puede llegar a revertir y cambiar drásticamente, porque las herramientas están a la mano. Legalmente, existen varias leyes a parte de la Ley N° 20.365, que de alguna manera u otra, ayudan a incentivar la implementación de sistemas de energía renovable no convencional, y no solamente solar térmico, sino de cualquier tipo.

IV. BIBLIOGRAFIA.

BIBLIOGRAFIA.

4.1. Textos y Revistas.

DEUMAN, Marzo 2011

”Fiscalización e Inspección de Instalaciones de Sistemas Solares Térmicos” Manual de apoyo técnico –SEC.

MINERGIA/GEF/PNUD/CDT, 2010.

“Sistemas Solares Térmicos II- Guía de diseño e instalación para grandes sistemas de agua caliente sanitaria”.

MINVU-DITEC octubre 2011

“Itemizado técnico para instalación de sistemas solares térmicos en viviendas del fondo solidario de viviendas y del programa de protección al patrimonio familiar”-Sistemas Solares Térmicos Individuales (Unifamiliares), Res.Ex.Nº 6591 de V. y U. del 18 de octubre 2011.

Comunidad de Madrid-Consejería de Economía y Hacienda.

“Soluciones energéticas eficientes en la edificación”, cap. 13 “La energía solar térmica en la edificación”.

Doctor Ramiro Caballero Díaz, [http://www.fenercom.com/pages/publicaciones/libros-y – guías - técnicas. php](http://www.fenercom.com/pages/publicaciones/libros-y-guías-técnicas.php).

Programa Solar, PNUD, Febrero 2012.

“Capacitación de energía solar térmica de profesionales del sector público”

Juan Carlos Martínez Escribano.

Minvu - Ditec y Programa país de eficiencia energética (CNE), Abril 2009.

“Guía de Diseño para la Eficiencia Energética en la Vivienda Social”

Waldo Bustamante G. Yoselin Rozas U.

NAT-energy.

Manual técnico de productos.

1. **LIPSCHUTZ, Seymour.** Algebra lineal. 2a ed. Madrid: McGraw-Hill, 1992. 553 p. Serie de compendios Schaum. ISBN 84-7615-758-4.
2. **LIPSCHUTZ, Seymour.** Algebra lineal. 2a ed. Madrid: McGraw-Hill, 1992. 553 p. Serie de compendios Schaum. ISBN 84-7615-758-4.
3. **Luis Peres, Lombard Martin de Olivera,** Diseño de instalacion solares termicas para la produccion de agua caliente sanitaria aplicada a viviendas unifamiliares.
4. **Abal, G y Durañona , V.** (2013). Manual técnico de energía solar térmica Volumen I: Fundamentos.
5. **Martinez Ecribano, J. Noceto P y Alonso Suarez,R.(2013).** Manual técnico de energías térmicas. Volumen II: Aspectos técnicos y normativos.

BIBLIOGRAFIA

4.2. Webgrafía.

- ✓ <http://www.aprendeconenergia.cl> - Energía solar.
- ✓ <http://www.acee.cl/biblioteca/> - Eficiencia energética.
- ✓ http://www.leychile.cl/Consulta/portada_hl - Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Historia de la Ley N° 20.236 - Introduce modificaciones a la Ley General y establece franquicia Tributaria respecto de sistemas solares térmicos respecto de la generación de energía con fuentes de energías renovables no convencionales.
- ✓ <http://www.centralenergia.cl/> - Central de información y discusión de información y discusión de energía en Chile.
- ✓ <http://politicaspublicas.uc.cl/?s=energias+renovables+no+convensionales&tipo=posts&tipon=Noticias> – Energías Renovables No Convencionales.
- ✓ <http://www.construccion-sustentable.cl/> - CDT Eficiencia Energética y Construcción Sustentable.
- ✓ <http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/Solar3/> - Explorador de Energía Solar para autoconsumo – Ministerio de Energía.
- ✓ <http://www.heliplast.cl> - Empresa especializada en energías renovables, principalmente solar fotovoltaica.
- ✓ <http://www.minergia.cl>. Sistemas Solares Térmicos Termosifón para viviendas unifamiliares.
- ✓ <http://www.construccion-sustentable.cl> - Manual práctico del Técnico Solar/ SST de ACS en viviendas unifamiliares
- ✓ <http://www.natenergy.cl/> - Manual Técnico Solar

