



*Intendencia Municipal
Rosario*

DECRETO N° 2120

Rosario, "Año del Bicentenario de la Bandera Nacional", 4 de setiembre de 2012.-

VISTO:

La Ordenanza 8784 que prevé la incorporación obligatoria de sistemas de captación de energía solar de baja temperatura para la producción de agua caliente sanitaria en todos los edificios públicos e instalaciones públicas situadas en la ciudad de Rosario,

Y CONSIDERANDO:

La necesidad de reglamentar el cumplimiento de la misma, con el fin de regular la implementación de manera eficaz de la utilización racional de fuentes de energía renovables en particular, la energía solar,

En uso de sus atribuciones,

LA INTENDENTA MUNICIPAL

DECRETA:

Artículo 1.- Apruébese el Reglamento de la Ordenanza N° 8784, y sus Anexos I y II los cuales forman parte integrante del presente Decreto, en un todo de acuerdo con el visto y considerando que antecede.

Artículo 2.- Dése a la Dirección General de Gobierno, insértese y comuníquese.-


Ing. Agr. RICARDO E. BERTOLINO
Subsecretario de Medio Ambiente
MUNICIPALIDAD DE ROSARIO




Dra. MÓNICA FEIN
INTENDENTA
MUNICIPALIDAD DE ROSARIO

REGLAMENTO DE LA ORDENANZA N° 8784

Artículo 1.- Sin reglamentar.

Artículo 2.- Sin reglamentar.

Artículo 3.- Sin reglamentar.

Artículo 4.- Responsables. Serán responsables del cumplimiento de la presente, los/as Secretarios/as del área que elabore el Proyecto y los Pliegos de Condiciones de Licitaciones de obras nuevas o reformas y/o ampliaciones que involucren los sistemas sanitarios.

En el caso del mantenimiento serán responsables los/as Secretarios/as del área del cual dependa el edificio involucrado.

Los demás Entes estatales sean de competencia provincial o nacional deberán dar cumplimiento a la presente por intermedio de sus máximos responsables locales, según lo determine la Reglamentación del Ente; a requerimiento de la Dirección General de Desarrollo Sustentable de la Secretaría de Servicios Públicos y Medio Ambiente.

La Dirección General de Desarrollo Sustentable de la Secretaría de Servicios Públicos y Medio Ambiente ofrecerá cursos de capacitación, dictados por sí o por terceros, con el fin de capacitar a profesionales para llevar a cabo proyectos, dimensionamiento y construcción de sistemas de agua caliente solar, conforme a la presente reglamentación, en las distintas Secretarías Municipales.

Artículo 5.- Mejor Tecnología Disponible. A los efectos de contar con una guía para la clasificación y definición de sistemas solares de agua caliente sanitaria a instalar se recomienda la utilización del Anexo I, parte integrante del presente. Se tomará el Anexo I como base, permitiendo incorporar posteriormente nuevos avances técnicos y tecnológicos.

Artículo 6.- Características de las Instalaciones. A los efectos de desarrollar el Proyecto se recomienda la utilización del Anexo II, parte integrante del presente. Se tomará el Anexo II como base permitiendo incorporar posteriormente otros sistemas que garanticen el buen funcionamiento o futuras tecnologías.

Los geometrales necesarios para una correcta interpretación del proyecto, memorias y cálculos de diseño (planillas) se incorporarán como plataforma en los Pliegos de Bases y Condiciones de las Licitaciones y en los Documentos de obras por administración.

Artículo 7.- Sin reglamentar.

Artículo 8.- Sin reglamentar.

Artículo 9.- Sistema de control interno. El proyecto específico de la instalación deberá ser presentado ante la Dirección General de Desarrollo Sustentable de la Secretaría de Servicios Públicos y Medio Ambiente de la Municipalidad de Rosario, quien lo visará, por sí o por terceros. Pudiendo a dichos efectos, solicitar información o adecuación de la propuesta a los fines del cumplimiento de la Ordenanza.

Artículo 10.- La Secretaría responsable del edificio donde se haya instalado el sistema, deberá garantizar la instrucción del personal que desarrolle actividades en el mismo para asegurar la correcta utilización y mantenimiento de los equipos.

Ing. Agr. RICARDO E. BERTOLINO
Subsecretario de Medio Ambiente
MUNICIPALIDAD DE ROSARIO

Dra. MÓNICA REIN
Intendanta
Municipalidad de Rosario

Artículo.-. 11. La Dirección General de Desarrollo Sustentable de la Secretaría de Servicios Públicos y Medio Ambiente podrá monitorear las instalaciones y en caso de identificar anomalías notificará al área respectiva a los efectos de solucionar las mismas en el menor tiempo posible. Las inspecciones serán realizadas, al menos, una vez por año (preferentemente dos, una en invierno y otra en verano), para determinar el grado de cumplimiento de las condiciones descriptas en la memoria del proyecto.

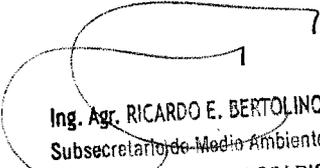
Artículo 12.-. La promoción de instalación de sistemas en otros edificios en la ciudad, así como las tareas de difusión y educación, se llevarán adelante a través del Programa de Construcciones Sustentables y Eficiencia Energética Municipal y su Consejo Asesor.

Artículo 13.-. Sin reglamentar.

Artículo 14.-. Sin reglamentar.

Artículo 15.-. Sin reglamentar.

Artículo 16.- Sin reglamentar.



Ing. Agr. RICARDO E. BERTOLINO
Subsecretario de Medio Ambiente
MUNICIPALIDAD DE ROSARIO



Dra. MONICA FEIN
Intendente
Municipalidad de Rosario

Anexo 1:

CLASIFICACIÓN Y DEFINICIONES DE SISTEMAS SOLARES

Un "sistema" solar térmico, implica el uso conjunto de captadores o colectores solares acoplados de alguna u otra manera con un tanque de acumulación. Existen varias combinaciones posibles de ambos que definen diferentes tipos de sistemas. A efectos de definir en qué consiste un sistema, se adoptarán las siguientes clasificaciones:

Sistemas solares de calentamiento prefabricados. Son lotes de productos con una marca registrada, que son vendidos como equipos completos y listos para instalar, con configuraciones fijas de colector y tanque de acumulación. Los sistemas de esta categoría se consideran como un solo producto y deben ser evaluados en un laboratorio de ensayo como un todo. Si un sistema es modificado cambiando su configuración o cambiando uno o más de sus componentes, el sistema modificado se considera como un nuevo sistema, para el cual es necesario una nueva evaluación en el laboratorio de ensayo.

Sistemas solares de calentamiento a medida o por elementos. Son aquellos sistemas contruidos de forma única, o montados eligiéndolos de una lista de componentes. Los sistemas de esta categoría son considerados como un conjunto de componentes. Los componentes se ensayan de forma separada y los resultados de los ensayos se integran en una evaluación del sistema completo. Los sistemas solares de calentamiento a medida se subdividen en dos categorías:

1) Sistemas grandes a medida. Son diseñados únicamente para una situación específica. En general son diseñados por ingenieros, fabricantes y otros expertos.

2) Sistemas pequeños a medida. Son ofrecidos por una compañía y descritos en un catálogo, en el cual se especifican todos los componentes y posibles configuraciones de los sistemas fabricados por la compañía. Cada posible combinación de una configuración del sistema con componentes de la clasificación se considera un solo sistema a medida.

La tabla 1, muestra un resumen de las clasificaciones explicadas

Sistemas solares prefabricados (*)	Sistemas solares a medida (**)
Sistemas por termosifón para agua caliente sanitaria	Sistemas de circulación forzada (o de termosifón) para agua caliente, montados usando componentes y configuraciones descritos en un archivo de documentación (principalmente sistemas pequeños).
Sistemas de circulación forzada como lote de productos con configuración fija para agua caliente sanitaria.	Sistemas únicos en el diseño y montaje, utilizados para calentamiento de agua, (principalmente sistemas grandes).
Sistemas con captador-depósito integrados (es decir, en un mismo volumen) para agua caliente sanitaria.	
Tabla 1. División de sistemas solares de calentamiento prefabricados y a medida. (*) También denominados "equipos domésticos" o "equipos compactos". (**) También denominados "instalaciones diseñadas por elementos" o "instalaciones partidas".	

Ing. Agr. RICARDO E. BERTOLINO
Subsecretario de Medio Ambiente
MUNICIPALIDAD DE ROSARIO

De acuerdo con el sistema de transferencia de calor, los sistemas pueden clasificarse en:

Transferencia directa. El mismo fluido de trabajo circula en el colector y el tanque de acumulación. El agua caliente de uso sanitario y el fluido de trabajo son el mismo. El agua circula a través del colector y luego al consumo.

Transferencia indirecta. El fluido circula en circuitos separados, es decir, el colector funciona con un

circuito cerrado con un líquido caloportador, el agua de consumo circula por otro circuito en el tanque de acumulación y ambos intercambian calor a través de intercambiador de calor ubicado dentro del tanque de acumulación o en otra ubicación en la instalación.

De acuerdo con el principio de circulación, los sistemas solares pueden clasificarse de dos maneras:

Sistemas de circulación natural. En este caso, la instalación está conformada por uno o más sistemas prefabricados, ubicados en el punto más alto de alimentación, inmediatamente por debajo del tanque de alimentación de agua fría. La circulación del agua caliente es por gravedad. El agua fría fluye desde el tanque de alimentación al sistema solar prefabricado. En ese punto adquiere temperatura y luego el agua caliente precalentada por el sol puede fluir desde el tanque de almacenamiento del sistema hacia el sistema auxiliar. Si el agua está suficientemente caliente, el sistema auxiliar no aportará calor. Por el contrario, si no tiene la temperatura deseada, el sistema auxiliar proveerá el calor faltante.

Sistemas de circulación forzada. En este caso, los colectores normalmente se encuentran sobre el techo de los edificios y el tanque en una sala de máquinas en otro nivel. El agua fluye por acción de una bomba y la circulación es presurizada (típicamente entre 1 y 3 Kg/cm²). En estos casos, el circuito de calentamiento del colector es un circuito cerrado. El colector se usa para calentar un fluido caloportador, y este a su vez intercambia calor con el agua de consumo a través de una serpentina ubicada en el interior de un tanque de acumulación. El circuito de calentamiento es activado mediante una bomba y varios sensores de temperatura vinculados a un controlador solar, elemento capaz de gestionar el funcionamiento de la instalación.

En la mayoría de los casos, la bomba se activa cuando hay suficiente calor en el colector como para ser removido. Dependiendo de la configuración interna del tanque y mediante el control selectivo de las bombas respectivas en una instalación se puede alimentar alternativamente el consumo de agua caliente sanitaria, sistemas de calefacción y de calentamiento de agua de piscinas. El tanque de almacenamiento está conectado a un sistema auxiliar que se encenderá en función de la temperatura del agua que circule en su interior (típicamente, un termotanque o caldera).

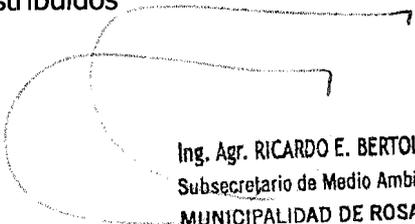
De acuerdo con el sistema de expansión, los sistemas se clasifican en:

Sistema abierto. La expansión del agua caliente se realiza a presión atmosférica. Se utiliza en sistemas de circulación natural.

Sistema cerrado. La expansión del agua caliente se realiza dentro de un vaso de expansión. Se utiliza en sistemas presurizados de circulación forzada.

De acuerdo con el tipo de ubicación del sistema de aporte de energía auxiliar, los sistemas se clasifican en:

- Sistema de energía auxiliar en el acumulador solar
- Sistema de energía auxiliar en acumulador secundario individual
- Sistema de energía auxiliar en acumulador secundario centralizado
- Sistema de energía auxiliar en acumuladores secundarios distribuidos
- Sistema de energía auxiliar en línea centralizado
- Sistema de energía auxiliar en línea distribuido
- Sistema de energía auxiliar en paralelo



Ing. Agr. RICARDO E. BERTOLINO
Subsecretario de Medio Ambiente
MUNICIPALIDAD DE ROSARIO

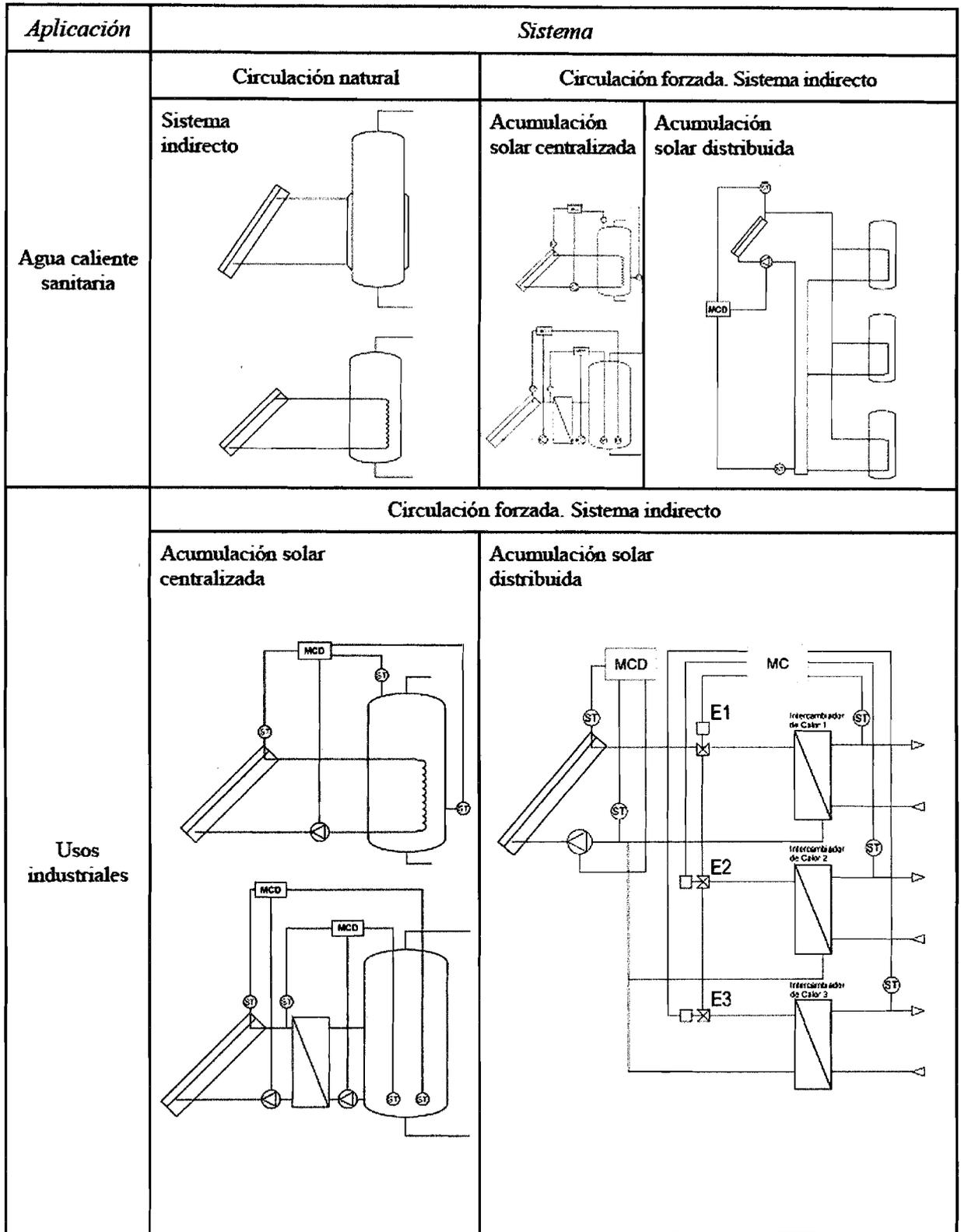


Figura 1. Algunas configuraciones básicas de sistemas solares térmicos.

La selección del tipo de sistema adecuado será definido en base a la conveniencia de acoplamiento a los usos y alcances definidos en el artículo 3º de la presente y las condiciones técnicas de compra de colectores solares serán aquellas definidos en la norma **IRAM 21006: Colectores solares. Bases técnicas de compra.**

Ing. Agr. RICARDO E. BERTOLINO
 Subsecretario de Medio Ambiente
 MUNICIPALIDAD DE ROSARIO

Anexo 2:

CARACTERISTICAS DE LAS INSTALACIONES

Debido a las múltiples y diferentes configuraciones que pueden tener las instalaciones solares, se describirán a continuación los requisitos esenciales con que debe contar cada una de ellas. La autoridad de aplicación tendrá la facultad de exigir el cumplimiento total o parcial de los requisitos que aquí se describen.

1 REQUISITOS DE LA INSTALACIÓN

Fluido de trabajo

Se entiende como fluido de trabajo, el líquido que se calienta a través del colector. Como fluido de trabajo en el circuito primario de calentamiento de los sistemas de transferencia indirecta, se utilizará agua de la red, o agua desmineralizada, o agua con aditivos, según las características climatológicas del lugar y del agua utilizada. Los aditivos más usuales son los anticongelantes, aunque en ocasiones se puedan utilizar aditivos anticorrosivos. La utilización de otros fluidos térmicos requerirá incluir su composición y calor específico en la documentación del sistema y la certificación favorable de un laboratorio acreditado por IRAM o el OAA.

El diseño de los circuitos evitará cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos que pueden operar en la instalación. En particular, se prestará especial atención a una eventual contaminación del agua potable por el fluido del circuito primario.

Protección contra heladas

El sistema deberá contar con una metodología de protección contra heladas que puedan perjudicar el todo o parte del sistema de calentamiento de agua.

El fabricante deberá describir el método de protección usado por el sistema en el manual del instalador y del usuario.

Protección contra sobrecalentamientos

El sistema deberá estar diseñado de tal forma que con altas radiaciones solares prolongadas sin consumo de agua caliente, no se produzcan situaciones en las cuales el usuario tenga que realizar alguna acción especial para llevar al sistema a su forma normal de operación.

Cuando las aguas sean duras (Contenido en sales de calcio entre 100 y 200 mg/l se realizarán las previsiones necesarias para que la temperatura de trabajo de cualquier punto del circuito de consumo no sea superior a 60 °C. En cualquier caso, se dispondrán los medios necesarios para facilitar la limpieza de los circuitos.

El fabricante deberá describir el método de protección usado por el sistema en el manual del instalador y del usuario.

Protección de materiales y componentes contra altas temperaturas

El sistema deberá ser diseñado de tal forma que nunca se exceda la máxima temperatura permitida por todos los materiales y componentes.

Resistencia a presión

Los componentes del sistema solar deben ser tales que soporten la presión de trabajo de cada caso, ya sea de red o a través de bombas.

Asimismo, el colector debe ser capaz de soportar la presión generada en situaciones de sobrecalentamiento. El fabricante deberá describir el método de protección usado por el sistema en el manual del instalador y del usuario.

Ing. Agr. RICARDO E. BERTOLINO
Subsecretario de Medio Ambiente
MUNICIPALIDAD DE ROSARIO

Prevención de flujo inverso

La instalación del sistema deberá asegurar que no se produzcan pérdidas energéticas relevantes debidas a flujos inversos no intencionados en ningún circuito hidráulico del sistema. La circulación natural que produce el flujo inverso se puede favorecer cuando el acumulador se encuentra por debajo del captador. por lo que habrá que tomar, en esos casos, las precauciones oportunas para evitarlo. En sistemas con circulación forzada se aconseja utilizar una válvula anti-retorno para evitar flujos inversos.

Conexión

Los captadores se dispondrán en filas constituidas, preferentemente, por el mismo número de elementos. Las filas de captadores se pueden conectar entre sí en paralelo, en serie o en serie-paralelo, debiéndose instalar válvulas de cierre en la entrada y salida de las distintas baterías de captadores y entre las bombas, de manera que puedan utilizarse para aislamiento de estos componentes en labores de mantenimiento, sustitución, etc.

Dentro de cada fila los captadores se conectarán en serie o en paralelo. El número de captadores que se pueden conectar en paralelo tendrá en cuenta las limitaciones del fabricante.

La superficie de una fila de captadores conexiónados en serie no será superior a 10 m². El número de captadores conexiónados en serie no será superior a 4, para colectores con coeficiente de pérdidas mayor 6 W/m²°C, y 3 para colectores con coeficiente de pérdidas menor a 6 W/m²°C.

Se dispondrá de un sistema para asegurar igual recorrido hidráulico en todas las baterías de captadores. En general se debe alcanzar un flujo equilibrado mediante el sistema de retorno invertido. Si esto no es posible, se puede controlar el flujo mediante mecanismos adecuados, como válvulas de equilibrado.

Se deberá prestar especial atención en la estanqueidad y durabilidad de las conexiones del captador.

En la figura 2 se pueden observar de forma esquemática las conexiones mencionadas en este apartado.

Si se utilizan captadores convencionales de absorbedor metálico, ha de tenerse en cuenta que el cobre solamente es admisible si el pH del fluido en contacto con él está comprendido entre 7,2 y 7,6. Absorbedores de hierro no son aptos en absoluto.

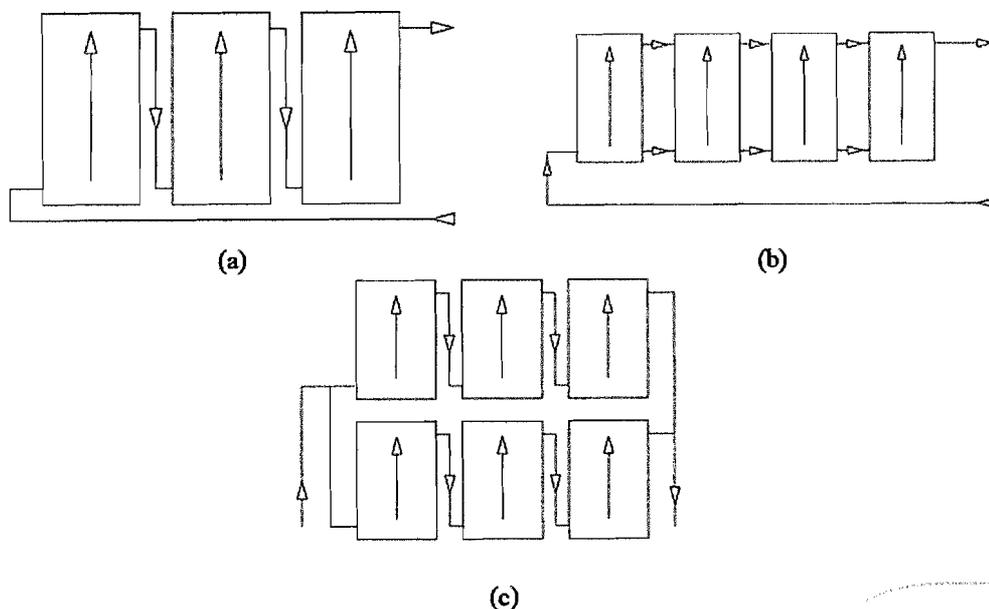


Fig. 2. Conexión de captadores: a) En serie. b) En paralelo. c) En serie-paralelo.

Ing. Agr. RICARDO E. BERTOLINO
Subsecretario de Medio Ambiente
MUNICIPALIDAD DE ROSARIO

Sistema y tanques de acumulación

Los acumuladores para agua caliente sanitaria, y las partes de acumuladores combinados que estén en contacto con agua potable, deberán haber sido ensavados de acuerdo al método descrito en la norma **IRAM 21003 Acumuladores térmicos. Métodos de determinación del rendimiento térmico.**

Preferentemente, los acumuladores serán de configuración vertical y se ubicarán en zonas interiores.

Para aplicaciones combinadas con acumulación centralizada es obligatoria la configuración vertical del depósito, debiéndose además cumplir que la relación altura/diámetro del mismo sea mayor de dos.

En caso de que el acumulador esté directamente conectado con la red de distribución de agua caliente sanitaria, deberá ubicarse un termómetro en un sitio claramente visible por el usuario. El sistema deberá ser capaz de elevar la temperatura del acumulador a 60°C y hasta 70°C con objeto de prevenir la legionelosis.

En caso de aplicaciones para agua caliente sanitaria es necesario prever un conexionado puntual entre el sistema auxiliar y el solar de forma que se pueda calentar este último con el auxiliar, para poder cumplir con las medidas de prevención de Legionella. Se podrán proponer otros métodos de tratamiento anti-Legionella.

Los acumuladores de los sistemas grandes a medida con un volumen mayor de 2 m³ deberán llevar válvulas de corte u otros sistemas adecuados para cortar flujos al exterior del depósito no intencionados en caso de daños del sistema.

Con objeto de aprovechar al máximo la energía captada y evitar la pérdida de la estratificación por temperatura en los depósitos, la situación de las tomas para las diferentes conexiones serán las establecidas en los puntos siguientes:

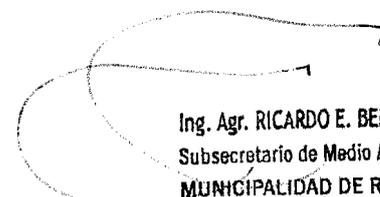
1. La conexión de entrada de agua caliente procedente del intercambiador o de los captadores al acumulador se realizará, preferentemente, a una altura comprendida entre el 50 % y el 75 % de la altura total del mismo.
2. La conexión de salida de agua fría del acumulador hacia el intercambiador o los captadores se realizará por la parte inferior de éste.
3. En caso de una sola aplicación, la alimentación de agua de retorno de consumo al depósito se realizará por la parte inferior. La extracción de agua caliente del depósito se realizará por la parte superior.

Se recomienda que la/s entrada/s de agua de retorno de consumo esté equipada con una placa deflectora en la parte interior, a fin de que la velocidad residual no destruya la estratificación en el acumulador o el empleo de otros métodos contrastados que minimicen la mezcla.

Las conexiones de entrada y salida se situarán de forma que se eviten caminos preferentes de circulación del fluido.

A) Varios tanques de acumulación.

Cuando sea necesario que el sistema de acumulación solar esté formado por más de un depósito, éstos se conectarán en serie invertida en el circuito de consumo o en paralelo con los circuitos primarios y secundarios equilibrados, tal como se puede ver en la figura 3.



Ing. Agr. RICARDO E. BERTOLINO
Subsecretario de Medio Ambiente
MUNICIPALIDAD DE ROSARIO

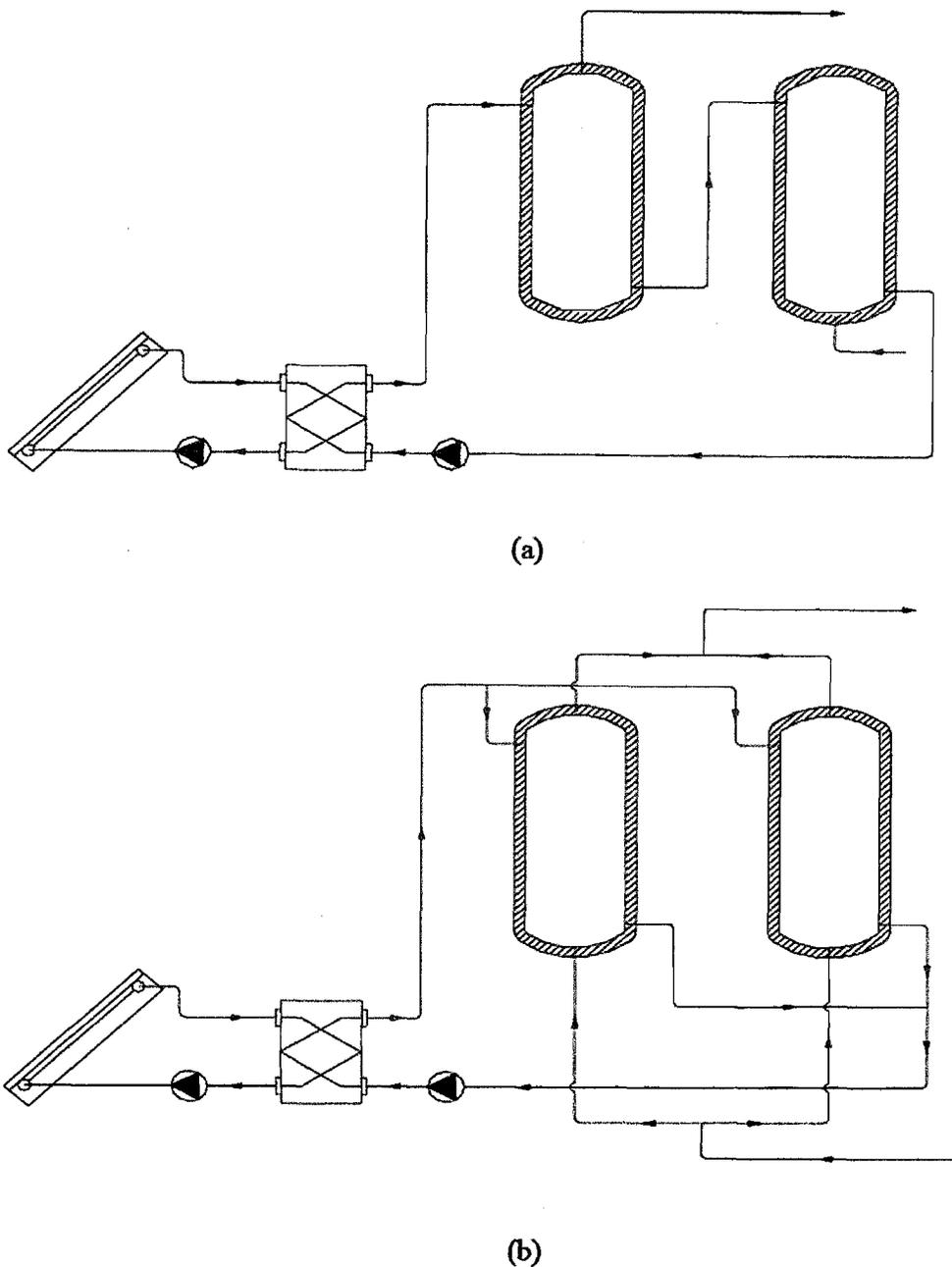


Fig. 3. a) Conexión en serie invertida con el circuito de consumo. b) Conexión en paralelo con el circuito secundario equilibrado.

La conexión de los acumuladores permitirá la desconexión individual de los mismos sin interrumpir el funcionamiento de la instalación.

B) Sistema auxiliar en el acumulador solar

No se permite la conexión de un sistema auxiliar en el acumulador solar, ya que esto puede suponer una disminución de las posibilidades de la instalación solar para proporcionar las prestaciones energéticas que se pretenden obtener con este tipo de instalaciones.

No obstante, y cuando existan circunstancias específicas en la instalación que lo demanden, se podrá considerar la incorporación de energía convencional en el acumulador solar, para

lo cual será necesaria la presentación de una descripción detallada de todos los sistemas y equipos empleados, que justifique suficientemente que se produce el proceso de estratificación y que además permita la verificación del cumplimiento, como mínimo, de todas y cada una de las siguientes condiciones en el acumulador solar:

1. Deberá tratarse de un sistema indirecto: acumulación solar en el secundario.
2. Volumen total máximo de 2000 litros.
3. Configuración vertical con relación entre la altura y el diámetro del acumulador no inferior a 2.
4. Calentamiento solar en la parte inferior y calentamiento convencional en la parte superior considerándose el acumulador dividido en dos partes separadas por una de transición de, al menos, 10 centímetros de altura. La parte solar inferior deberá cumplir con los criterios de dimensionado de estas prescripciones y la parte convencional superior deberá cumplir con los criterios y normativas habituales de aplicación.
5. La conexión de entrada de agua caliente procedente del intercambiador solar al acumulador se realizará, preferentemente, a una altura comprendida entre el 50% y el 75 % de la altura total del mismo, y siempre por debajo de la zona de transición. La conexión de salida de agua fría hacia el intercambiador se realizará por la parte inferior del acumulador.
6. Las entradas de agua estarán equipadas con una placa deflectora o equivalente, a fin de que la velocidad residual no destruya la estratificación en el acumulador.
7. No existirá recirculación del circuito de distribución de consumo de agua caliente sanitaria.

En cualquier caso, queda a criterio de la autoridad pertinente, el dar por válido el sistema propuesto.

C) Diseño del sistema de intercambio de calor dentro del tanque

La potencia mínima de diseño del intercambiador independiente, P (en Watts), en función del área de captadores A (en m^2), cumplirá la condición: $P \geq 500 A$.

El intercambiador independiente será de placas de acero inoxidable o cobre y deberá soportar las temperaturas y presiones máximas de trabajo de la instalación.

El intercambiador del circuito de captadores incorporado al acumulador solar estará situado en la parte inferior de este último y podrá ser de tipo sumergido o de doble envolvente. El intercambiador sumergido podrá ser de serpentín o de haz tubular. La relación entre la superficie útil de intercambio del intercambiador incorporado y la superficie total de captación no será inferior a 0,15. Cuando el acumulador lleve incorporada una superficie de intercambio térmico entre el fluido primario y el agua sanitaria, en forma de serpentín o camisa de doble envolvente, se denominará interacumulador.

Cuando el intercambiador esté incorporado al acumulador, la placa de identificación indicará además, los siguientes datos:

1. Superficie de intercambio térmico en m^2 .
2. Presión máxima de trabajo del circuito primario.

Cada acumulador vendrá equipado de fábrica de los necesarios manguitos de acoplamiento, soldados antes del tratamiento de protección, para las siguientes funciones:

1. Manguitos roscados para la entrada de agua fría y la salida de agua caliente.
2. Registro embridado para inspección del interior del acumulador y eventual acoplamiento del serpentín.
3. Manguitos roscados para la entrada y salida del fluido primario.
4. Manguitos roscados para accesorios como termómetro y termostato.
5. Manguito para el vaciado.

Los acumuladores vendrán equipados de fábrica con las bocas necesarias soldadas antes de efectuar el tratamiento de protección interior.

El acumulador estará enteramente recubierto con material aislante, y es recomendable disponer una protección mecánica en chapa pintada al horno, o lámina de material plástico.

Todos los acumuladores irán equipados con la protección catódica o anticorrosiva establecida por el fabricante para garantizar su durabilidad.

La utilización de acumuladores de hormigón requerirá la presentación de un proyecto firmado por un técnico competente.

Al objeto de estas especificaciones, podrán utilizarse acumuladores de las características y tratamiento descritos a continuación:

1. Acumuladores de acero vitrificado.
2. Acumuladores de acero con tratamiento epoxídico.
3. Acumuladores de acero inoxidable, adecuados al tipo de agua y temperatura de trabajo.
4. Acumuladores de cobre.
5. Acumuladores no metálicos que soporten la temperatura máxima del circuito, y esté autorizada su utilización por las Compañías de suministro de agua potable.
6. Acumuladores de acero negro (sólo en circuitos cerrados, sin agua de consumo)

Diseño del circuito hidráulico

Debe concebirse en fase de diseño un circuito hidráulico de por sí equilibrado. Si no fuera posible, el flujo debe ser controlado por válvulas de equilibrado.

Tuberías

Con objeto de evitar pérdidas térmicas, la longitud de tuberías del sistema deberá ser tan corta como sea posible, evitando al máximo los codos y pérdidas de carga en general.

El diseño y los materiales deberán ser tales que no exista posibilidad de formación de obturaciones o depósitos de cal en sus circuitos que influyan drásticamente en el rendimiento del sistema.

En las tuberías del circuito primario podrán utilizarse como materiales el cobre y el acero inoxidable, con uniones roscadas, soldadas o embridadas.

En el circuito secundario o de servicio de agua caliente sanitaria podrá utilizarse cobre y acero inoxidable. Además, podrán utilizarse materiales plásticos que soporten la temperatura máxima del circuito, que le sean de aplicación y esté autorizada su utilización por las compañías de suministro de agua potable.

No se utilizarán tuberías de acero negro para circuitos de agua sanitaria.

Cuando se utilice aluminio en tuberías o accesorios, la velocidad del fluido será inferior a 1,5 m/s y su pH estará comprendido entre 5 y 7. No se permitirá el uso de aluminio en sistemas abiertos o sistemas sin protección catódica.

Cuando se utilice acero en tuberías o accesorios, la velocidad del fluido será inferior a 3 m/s en sistemas cerrados y el pH del fluido de trabajo estará comprendido entre 5 y 9.

El dimensionado de las tuberías se realizará de forma que la pérdida de carga unitaria en tuberías nunca sea superior a 40 mm de columna de agua por metro lineal.

Las pérdidas térmicas globales del conjunto de conducciones no superarán el 4% de la potencia máxima que transporten.

Todas las redes de tuberías deben diseñarse de tal manera que puedan vaciarse de forma parcial y total, a través de un elemento que tenga un diámetro nominal mínimo de 20 mm.

Los espesores de aislamiento (expresados en mm) de tuberías y accesorios situados al interior no serán inferiores a 10 mm para interiores y 15 mm para exteriores, protegidos por alguna cinta plástica o de aluminio.

Los trazados horizontales de tubería tendrán siempre una pendiente mínima del 1 % en el sentido de circulación.

El aislamiento no podrá quedar interrumpido al atravesar elementos estructurales del edificio.

El manguito pasamuros deberá tener las dimensiones suficientes para que pase la conducción con su aislamiento, con una holgura máxima de 3 cm.

Las franjas y flechas que distinguen el tipo de fluido transportado en el interior de las conducciones se pintarán o se pegarán sobre la superficie exterior del aislamiento o de su protección.

Bombas

Si el circuito de captadores está dotado con una bomba de circulación, la caída de presión se debería mantener aceptablemente baja en todo el circuito.

Siempre que sea posible, las bombas en línea se montarán en las zonas más frías del circuito, teniendo en cuenta que no se produzca ningún tipo de cavitación y siempre con el eje de rotación en posición horizontal.

En instalaciones con superficies de captación superiores a 50 m² se montarán dos bombas idénticas en paralelo, dejando una de reserva, tanto en el circuito primario como en el secundario. En este caso se establecerá el funcionamiento alternativo de las mismas, de forma manual o automática.

Las tuberías conectadas a las bombas se soportarán en las inmediaciones de éstas, de forma que no provoquen esfuerzos recíprocos de torsión o flexión. El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba.

Vasos de expansión

Los vasos de expansión preferentemente se conectarán en la aspiración de la bomba.

Cuando no se cumpla el punto anterior, la altura en la que se situarán los vasos de expansión abiertos será tal que asegure el no desbordamiento del fluido y la no introducción de aire en el circuito primario.

Purga de aire

En los puntos altos de la salida de baterías de captadores y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado, se colocarán sistemas de purga constituidos por válvulas de purga automática.

Drenaje

Los conductos de drenaje de las baterías de captadores se diseñarán en lo posible de forma que no puedan congelarse.

Recomendaciones adicionales para sistemas por circulación natural

Es muy importante, en instalaciones que funcionen por circulación natural, el correcto diseño de los distintos componentes y circuitos que integran el sistema, de forma que no se introduzcan grandes pérdidas de carga y se desfavorezca la circulación del fluido por termosifón. Para esto se recomienda prestar atención a:

El diseño del captador y su conexionado. Preferentemente se instalarán captadores con conductos distribuidores horizontales y sin cambios complejos de dirección de los conductos internos.

El trazado de tuberías. Deberá ser de la menor longitud posible, situando el acumulador cercano a los captadores. En ningún caso el diámetro de las tuberías será inferior a DN15. En general, dicho diámetro se calculará de forma que corresponda al diámetro normalizado inmediatamente superior al necesario en una instalación equivalente con circulación forzada.

El sistema de acumulación. Depósitos situados por encima de la batería de captadores favorecen la circulación natural. En caso de que la acumulación esté situada por debajo de la batería de captadores, es muy importante utilizar algún tipo de dispositivo que, sin introducir pérdidas de carga adicionales de consideración, evite el flujo inverso no intencionado.

Requisitos específicos adicionales para sistemas directos

No están permitidos los sistemas directos para las aplicaciones de agua caliente sanitaria.

La excepción, se constituye cuando se aporte documentación, obtenida en el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) u otra entidad similar, en la que se demuestre que la zona donde se va a realizar la instalación no tiene riesgo de heladas o en los casos que el fabricante documente un método anti-heladas en el equipo en cuestión.

Ing. Agr. RICARDO E. BERTOLINO
Subsecretario de Medio Ambiente
MUNICIPALIDAD DE ROSARIO

Diseño del sistema de energía auxiliar

Para asegurar la continuidad en el abastecimiento de la demanda térmica, las instalaciones de energía solar deben disponer de un sistema de energía auxiliar.

Queda prohibido el uso de sistemas de energía auxiliar en el circuito primario de captadores. El diseño del sistema de energía auxiliar se realizará de forma que sólo entre en funcionamiento cuando sea estrictamente necesario y que se aproveche lo máximo posible la energía extraída del campo de captación solar. Para ello se seguirán los siguientes criterios:

1. Para pequeñas cargas de consumo se recomienda usar un sistema de energía auxiliar en línea, siendo para estos casos los sistemas de gas modulantes en temperatura los más idóneos.
2. En caso de aceptarse la instalación de una resistencia eléctrica como sistema de energía auxiliar dentro del acumulador solar, su conexión, salvo que se apruebe expresamente otro procedimiento, sólo se podrá hacer mediante un pulsador manual y la desconexión será automática a la temperatura de referencia. Adicionalmente, se instalará un termómetro en la parte baja de la zona de calentamiento con energía convencional cuya lectura sea fácilmente visible para el usuario. La documentación a entregar al usuario deberá contener instrucciones claras de operación del sistema auxiliar y deberá ser previamente aprobada por la autoridad de aplicación pertinente.
3. No se recomienda la conexión de un retorno desde el acumulador de energía auxiliar al acumulador solar, salvo que existan periodos de bajo consumo estacionales, en los que se prevea elevadas temperaturas en el acumulador solar. La instalación térmica deberá efectuarse de manera que en ningún caso se introduzca en el acumulador solar energía procedente de la fuente auxiliar.

Para la instalación de agua caliente sanitaria, se permitirá la conexión del sistema de energía auxiliar en paralelo con la instalación solar cuando se cumplan los siguientes requisitos:

- . Exista previamente un sistema de energía auxiliar constituido por uno o varios calentadores instantáneos no modulantes y sin que sea posible regular la temperatura de salida del agua.
- . Exista una preinstalación solar que impida o dificulte el conexionado en serie.
 - . Para sistemas con energía auxiliar en paralelo, es necesario un sistema de regulación del agua calentada por el sistema solar y auxiliar de forma que se aproveche al máximo la energía solar.
 - . El sistema de aporte de energía auxiliar con acumulación o en línea siempre dispondrá de un termostato de control sobre la temperatura de preparación. Este punto no será de aplicación en los calentadores instantáneos de gas no modulantes.
 - . Cuando el sistema de energía auxiliar sea eléctrico, la potencia correspondiente será inferior a 300 W por cada metro cuadrado de superficie captadora. Para instalaciones de tamaño inferior a 5 m² la potencia podrá ser de 1500 W. En el caso de resistencias sumergidas, los valores de potencia disminuirán hasta 150 W por metro cuadrado y hasta 750 W para instalaciones de tamaño inferior a 5 m².

Estructura soporte

- . Si el sistema posee una estructura soporte que es montada normalmente en el exterior, el fabricante deberá especificar los valores máximos carga que soporta la misma.
- . El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de captadores, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los captadores o al circuito hidráulico.
- . Los puntos de sujeción del captador serán suficientes en número, teniendo el área de apoyo y posición relativamente adecuadas, de forma que no se produzcan flexiones en el captador superiores a las permitidas por el fabricante. Los topes de sujeción de los captadores y la propia estructura no arrojarán sombra sobre estos últimos.

Ing. Agr. RICARDO E. BERTOLINO
Subsecretario de Medio Ambiente
MUNICIPALIDAD DE ROSARIO

Para cualquier duda o divergencia que pueda surgir del presente artículo, se tomará como referencia la norma **IRAM 21005-1: Código de práctica para la instalación y funcionamiento de sistemas de calentamiento de agua, que operan con energía solar.**

2 CARACTERÍSTICAS DE LOS COLECTORES SOLARES

La parte esencial de los sistemas, esta constituida por el colector o captador solar, que es el encargado de convertir la radiación solar en calor útil. De acuerdo a sus características generales, los colectores de uso para la obtención de agua caliente sanitaria se pueden agrupar en dos tipos:

A) **Planos.** Están formados por una caja o gabinete aislado con una cubierta o cobertor transparente y en su interior contienen un sistema de tubos por el cual fluye el agua a calentar. Los tubos pueden o no estar unidos a otras superficies con el fin de captar más radiación solar. Estos colectores pueden diferir entre sí en distintas variables:

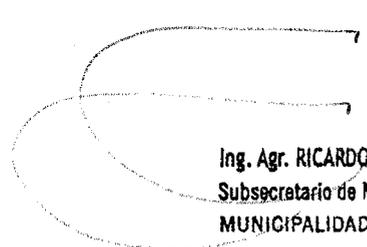
1. La cubierta transparente puede ser de una o más capas de plástico, vidrio, vidrio de baja emisividad o vidrio de borosilicato (pyrex).
2. El absorbedor puede ser negro mate o tener un recubrimiento selectivo que le permita maximizar la captación solar y minimizar las pérdidas radiativas. La selectividad de la superficie depende del tipo de recubrimiento del absorbedor.
3. El aislante puede ser lana de vidrio, lana mineral o poliuretano.
4. Pueden o no poseer superficies reflectantes que ayuden a la captación de energía solar.
5. Los tubos de agua dentro del colector pueden ser paralelos, tipo parrilla, o estar dispuestos en forma de serpentina.
6. La sección transversal de los tubos puede ser redonda o de cualquier otra geometria conveniente.

B) **Tubos Evacuados.** Consisten en dos tubos de vidrio concéntricos, soldados entre si como una ampolla, en cuyo espacio anular se ha hecho vacío con el fin de reducir las pérdidas convectivas que ocurren en los colectores planos. Por el proceso de manufactura, todos los tubos evacuados se comercializan con un recubrimiento selectivo en la parte externa del tubo interno. No se comercializan tubos evacuados sin recubrimiento selectivo. Estos colectores pueden diferir entre sí en distintas variables:

1. Pueden poseer espejos reflectores exteriores de diversa geometría que ayuden a captar más energía solar
2. El agua puede circular dentro de los tubos inundándolos completamente ("All Glass")
3. El agua puede circular en un tubo de cobre dentro del tubo evacuado ("U-Pipe"). oEl calor capturado por el tubo evacuado puede ser transferido al agua a través de un tubo que en su interior cuenta con una pequeña cantidad de un fluido caloportador que se evapora y condensa constantemente y cede calor a un tubo colector ubicado en la parte superior ("Heat Pipe").
4. Pueden ser de diferente diámetro y en consecuencia diferente rendimiento.
5. Pueden ser enteramente de vidrio o la ampolla puede estar compuesta por un tubo de vidrio externo, y un tubo metálico interno, ambos unidos por un sello que absorba las dilataciones diferenciales de cada material.

La eficiencia de cada una de las tecnologías de calentamiento de agua de los colectores solares, depende de los factores que se enumeran a continuación:

- Radiación solar
- Temperatura ambiente
- Temperatura del agua de entrada
- Velocidad del viento



Ing. Agr. RICARDO E. BERTOLINO
Subsecretario de Medio Ambiente
MUNICIPALIDAD DE ROSARIO

Caudal de circulación

5. Estos factores, toman diferentes valores a lo largo del día y a lo largo del año. La naturaleza variable de los mismos impide que un colector tenga un valor de eficiencia puntual y constante a lo largo del año. Por este motivo, el rendimiento del colector se describe mejor a través de una curva de rendimiento que es función de los factores mencionados. El colector tendrá diferente rendimiento para diferentes momentos del día y del año. La curva de rendimiento de cada colector es necesaria para dimensionar la superficie de colectores a utilizar en una instalación. La misma se representa mediante una línea recta cuya ordenada al origen es la máxima eficiencia posible y la pendiente representa las pérdidas térmicas del colector en cuestión. Se determina experimentalmente bajo condiciones controladas de los parámetros mencionados y conforme a la norma IRAM 21002: Colectores solares. Métodos de ensayo para determinar el rendimiento térmico. La misma está dada por la ecuación (1), donde η es el rendimiento o eficiencia instantánea del colector, $F'(t_a)$ es el coeficiente de pérdidas ópticas (adimensional), $F'(t_a)U$ es el coeficiente global de pérdidas térmicas en $W/m^2\text{ }^\circ\text{C}$. ΔT está dado por la ecuación (2) y es la diferencia de temperatura entre la temperatura media de fluido (T_{mf}) y la temperatura ambiente (T_{amb}), ambas en $^\circ\text{C}$, e I es la irradiancia solar en W/m^2 :

$$\eta = F'(t_a) - F'(t_a)U \left(\frac{\Delta T}{I} \right) \quad (1)$$
$$\Delta T = T_{mf} - T_{amb} \quad (2)$$

Como se menciona en el artículo 5, cuando un colector se conecta en conjunto con un tanque, se lo denomina "sistema" o "equipo compacto" y su eficiencia está dada por el funcionamiento simultáneo de ambos componentes, agregándose así una variable más a la hora de considerar la eficiencia del mismo. Como se verá más adelante, los "equipos compactos" deben ser evaluados en forma diferente a los colectores, ya que la eficiencia de la acumulación de calor entra en juego. El IRAM se encuentra elaborando una normativa que permita la evaluación de este tipo de sistemas. De esta manera, al no existir una normativa local específica, es necesario evaluar por separado el rendimiento del colector, a través de la norma IRAM 21002 y el acumulador térmico, a través de la norma IRAM 21003.

Las instalaciones destinadas a producir agua caliente sanitaria, podrán emplear captadores cuyo coeficiente global de pérdidas sea inferior a $9 W/(m^2\text{ }^\circ\text{C})$. El coeficiente global de pérdidas es la pendiente de la curva que representa la ecuación del rendimiento o eficiencia del captador determinada bajo la norma IRAM 21002 en Argentina.

La determinación de la curva de rendimiento debe ser realizada por un laboratorio acreditado por IRAM o el OAA. En su defecto, de no existir entidades con el grado de acreditación mencionada, la curva de rendimiento deberá ser determinada por las instituciones científico-tecnológicas o académicas que defina la autoridad de aplicación.

Si se utilizan captadores convencionales de absorbedor metálico, ha de tenerse en cuenta que el cobre solamente es admisible si el pH del fluido en contacto con él está comprendido entre 7,2 y 7,6. Absorbedores de hierro no son aptos en absoluto.

La pérdida de carga del captador para un caudal de 1 l/min por m^2 será inferior a 1 m c.a.

El captador llevará, preferentemente, un orificio de ventilación, de diámetro no inferior a 4 mm, situado en la parte inferior de forma que puedan eliminarse acumulaciones de agua en el captador. El orificio se realizará de manera que el agua pueda drenarse en su totalidad sin afectar al aislamiento.

Cuando se utilicen captadores con absorbedores de aluminio, obligatoriamente se utilizarán fluidos de trabajo con un tratamiento inhibidor de los iones de cobre y hierro.

Ing. Agr. RICARDO E. BERTOLINO
Subsecretario de Medio Ambiente
MUNICIPALIDAD DE ROSARIO

3 MÉTODOS DE CÁLCULO PARA DIMENSIONAMIENTO

A los efectos de esta ordenanza y conforme a la clasificación definida en el art. 5, el dimensionado de las instalaciones se refiere a la selección de la superficie de captadores solares y al volumen de acumulación solar.

El dimensionado de una instalación, para cualquier aplicación, deberá realizarse de forma que en ningún mes del año la energía producida por la instalación solar supere el 110% de la demanda energética de consumo y no más de tres meses seguidos el 100%. A estos efectos, y para instalaciones de un marcado carácter estacional, no se tomarán en consideración aquellos períodos de tiempo en los cuales la demanda se sitúe un 50 % debajo de la media correspondiente al resto del año.

El rendimiento de la instalación se refiere sólo a la parte solar de la misma.

A estos efectos, se definen los conceptos de fracción solar y rendimiento medio estacional o anual de la siguiente forma:

A) Fracción solar mes "x" = (Energía solar aportada el mes "x" / Demanda energética durante el mes "x") × 100

B) Fracción solar año "y" = (Energía solar aportada el año "y" / Demanda energética durante el año "y") × 100

C) Rendimiento medio año "y" = (Energía solar aportada el año "y" / Irradiación incidente año "y") × 100

D) Irradiación incidente año "y" = Suma de las irradiaciones incidentes de los meses del año "y" en el plano de captación

E) Irradiaciones incidentes en el mes "x" = Irradiación en el mes "x" × Superficie captadora.

El concepto de energía solar aportada el año "y" se refiere a la energía demandada realmente satisfecha por la instalación de energía solar. Esto significa que para su cálculo nunca podrá considerarse más de un 100 % de aporte solar en un determinado mes.

Para la aplicación de agua caliente sanitaria, el área total de los captadores tendrá un valor tal que se cumpla la condición de que la relación entre el volumen de acumulación (V en Litros) y el área total de los captadores (A en m²) esté entre 50 y 180 L/m², es decir, $50 < V/A < 180$.

Se recomienda un valor de $V = M$, es decir, un volumen de acumulación igual al volumen de demanda de agua caliente diaria. Además, para instalaciones con fracciones solares bajas, se deberá considerar el uso de relaciones V/A pequeñas y para instalaciones con fracciones solares elevadas se deberá aumentar dicha relación.

Para los fines de esta ordenanza, se adoptará el método de cálculo para dimensionamiento denominado "F-Chart", aceptado mundialmente como un proceso de cálculo suficientemente exacto para estimaciones de eficiencia mensual y anual pero no para estimaciones de tipo semanal o diario.

El método permite estimar el aporte energético mensual que brindará un área determinada de una tecnología específica de colectores (f), a partir los valores que brindan dos factores adimensionales (D1 y D2), como se explicará más adelante.

Para desarrollarlo se utilizan datos mensuales medios meteorológicos, y es perfectamente válido para determinar:

- La demanda de energía térmica.
- La energía solar térmica aportada.
- La fracción solar mensual y anual.
- El rendimiento medio anual.



Ing. Agr. RICARDO E. BERTOLINO
Subsecretario de Medio Ambiente
MUNICIPALIDAD DE ROSARIO

La secuencia a seguir para desarrollar el calculo es la siguiente:

Estimación de la demanda energética para el calentamiento de agua destinada a la producción de agua caliente sanitaria.

Determinación de la irradiación solar incidente en la superficie inclinada del captador o captadores.

Cálculo del parámetro D₁.

Calculo del parametro D₂.

Determinación del valor de f.

Determinación de la cobertura solar mensual.

Determinación de la cobertura solar anual.

A continuación se detallan los pasos a seguir.

A) Determinación de la demanda energética para el calentamiento de agua destinada a la producción de agua caliente sanitaria.

La demanda energética determina la cantidad de calor necesaria mensual para calentar el agua destinada al consumo doméstico, calculándose mediante la siguiente expresión:

$$Q_a = c_e \cdot C \cdot N \cdot (t_a - t_r) \quad (3)$$

donde:

Q_a = Demanda energética mensual de calentamiento de agua caliente sanitaria.

(J/mes)

c_e = Calor específico (para el agua 4180 J/(kg °C))

C = Consumo diario de agua caliente sanitaria (Litros/día)

t_a = Temperatura del agua caliente de acumulación, definida por el artículo 6.3 en 45°C

t_r = Temperatura del agua de red o de pozo de alimentación fría (°C)

N = Número de días del mes

Los valores del parámetro C, se obtienen a partir de la tabla 2

Criterio de consumo	Litros por día	Unidad
Viviendas unifamiliares	50	Por persona
Viviendas multifamiliares	30	Por persona
Hospitales y clínicas	50	Por cama
Hoteles (1 estrellas)	40	Por cama
Residencia (andanos, estudiantes, etc.)	50	Por persona
Vestuarios/duchas familiares	20	Por servicio/persona
Cuarteles	20	Por persona
Gimnasios	30	Por persona

Tabla 2. Valores de consumo diario de agua caliente sanitaria para distintas aplicaciones.

Ing. Agr. RICARDO E. BERTOLINO
Subsecretario de Medio Ambiente
MUNICIPALIDAD DE ROSARIO

La temperatura del agua de red y de pozo para cada mes se obtiene de la tabla 3.

Mes	Red	Pozo
Enero	20,00	18,00
Febrero	18,00	17,00
Marzo	17,00	16,00
Abril	15,00	15,00
Mayo	13,00	14,00
Junio	12,00	13,00
Julio	10,00	12,00
Agosto	12,00	13,00
Septiembre	13,00	14,00
Octubre	15,00	15,00
Noviembre	17,00	16,00
Diciembre	19,00	17,00

Tabla 3. Temperatura de agua de red y de pozo para la alimentación al sistema solar.

B) Determinación de la irradiación solar incidente en la superficie inclinada del captador o captadores.

La irradiación solar varía según el ángulo de inclinación y orientación que tengan los captadores.

El ángulo de inclinación (β), definido como el ángulo que forma la superficie de los captadores con el plano horizontal. Su valor es 0° para captadores horizontales y 90° para verticales.

El ángulo de acimut (α), definido como el ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del captador y el meridiano del lugar. Toma valores de 0° para captadores orientados al Norte, $+90^\circ$ para captadores orientados al Este y -90° para captadores orientados al Oeste.

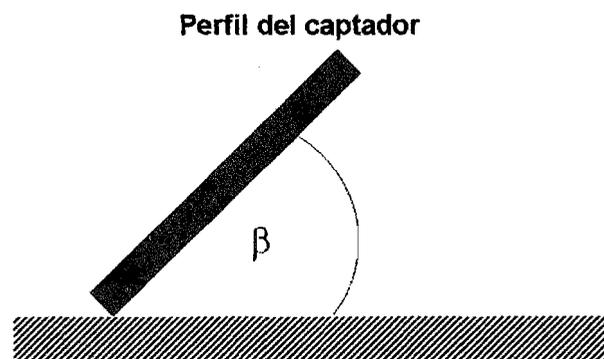


Figura 4. Inclinación del colector o captador (β).

Ing. Agr. RICARDO E. BERTOLINO
Subsecretario de Medio Ambiente
MUNICIPALIDAD DE ROSARIO

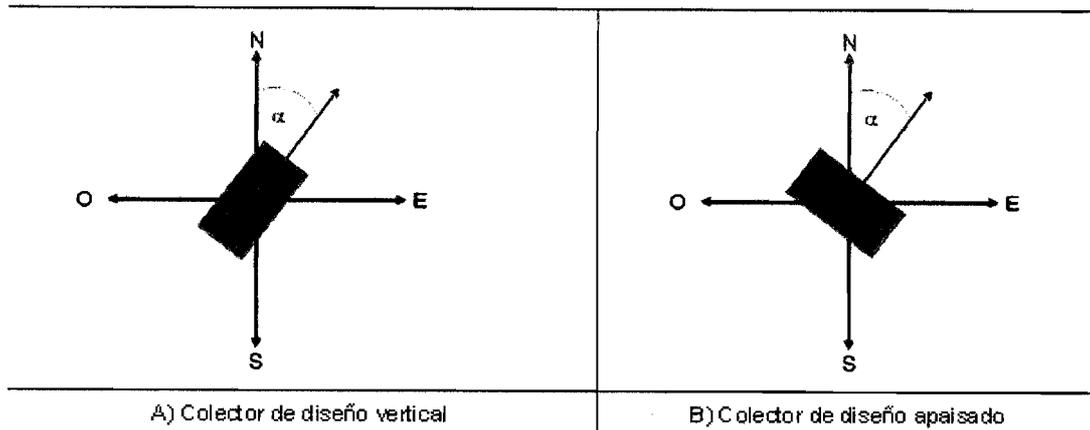


Figura 5. Acimut del colector o captador (α), instalado en distintas posiciones.

Los datos de irradiación media mensual para la inclinación y orientación de interés, pueden obtenerse de las tablas 4 a 9. Los datos de la tabla 4 fueron extraídos de la [7] y los datos de las tablas 5 a 9 fueron calculados afectando los de la tabla 4, por los factores calculados mediante el método descrito en [8]. Este último método es mundialmente reconocido para el cálculo de irradiaciones medias mensuales sobre planos orientados e inclinados en cualquier dirección.

Mes	Kwh/m ²
Enero	6,5
Febrero	5,5
Marzo	5,0
Abril	3,5
Mayo	2,5
Junio	2,0
Julio	2,0
Agosto	3,0
Septiembre	4,0
Octubre	5,5
Noviembre	6,0
Diciembre	6,5

Tabla 4. Irradiación media diaria en KWh/m² incidente sobre un plano horizontal.

Ing. Agr. RICARDO E. BERTOLINO
Subsecretario de Medio Ambiente
MUNICIPALIDAD DE ROSARIO

Inclinación (b) =15°						
Acimut (α)	0°	±15°	±30°	±45°	±60°	±90°
Enero	6,37	6,37	6,37	6,37	6,37	6,37
Febrero	5,56	5,56	5,56	5,50	5,50	5,39
Marzo	5,30	5,25	5,25	5,20	5,10	4,90
Abril	3,92	3,89	3,85	3,78	3,68	3,43
Mayo	2,98	2,98	2,93	2,83	2,73	2,45
Junio	2,44	2,42	2,38	2,30	2,20	1,96
Julio	2,42	2,42	2,36	2,28	2,20	1,96
Agosto	3,45	3,42	3,36	3,30	3,21	2,94
Septiembre	4,32	4,32	4,28	4,20	4,12	3,92
Octubre	5,67	5,67	5,61	5,61	5,56	5,39
Noviembre	5,94	5,94	5,94	5,94	5,94	5,88
Diciembre	6,37	6,37	6,37	6,37	6,37	6,37

Tabla 5. Irradiación media diaria en KWh/m^2 incidente sobre un plano inclinado 15° y orientado entre 0° y ±90° de acimut.

Inclinación (b) =30°						
Acimut (α)	0°	±15°	±30°	±45°	±60°	±90°
Enero	5,92	5,98	5,98	6,05	6,11	6,05
Febrero	5,34	5,34	5,34	5,34	5,28	5,12
Marzo	5,35	5,30	5,25	5,15	5,00	4,65
Abril	4,17	4,13	4,03	3,92	3,71	3,29
Mayo	3,33	3,30	3,20	3,03	2,83	2,38
Junio	2,76	2,74	2,64	2,50	2,32	1,90
Julio	2,72	2,70	2,62	2,46	2,30	1,90
Agosto	3,72	3,69	3,60	3,45	3,27	2,82
Septiembre	4,44	4,40	4,36	4,24	4,08	3,72
Octubre	5,50	5,50	5,50	5,45	5,39	5,12
Noviembre	5,58	5,58	5,64	5,64	5,64	5,58
Diciembre	5,85	5,85	5,92	5,98	6,05	6,05

Tabla 6. Irradiación media diaria en KWh/m^2 incidente sobre un plano inclinado 30° y orientado entre 0° y ±90° de acimut.


Ing. Agr. RICARDO E. BERTOLINO
 Subsecretario de Medio Ambiente
 MUNICIPALIDAD DE ROSARIO

Inclinación (b) = 45°						
Acimut (α)	0°	±15°	±30°	±45°	±60°	±90°
Enero	5,27	5,33	5,40	5,46	5,53	5,59
Febrero	4,90	4,90	4,95	4,90	4,90	4,73
Marzo	5,10	5,05	5,00	4,90	4,75	4,35
Abril	4,20	4,13	4,03	3,85	3,64	3,08
Mayo	3,50	3,45	3,30	3,08	2,83	2,23
Junio	2,94	2,90	2,76	2,56	2,32	1,78
Julio	2,88	2,84	2,72	2,52	2,30	1,78
Agosto	3,84	3,78	3,63	3,45	3,21	2,64
Septiembre	4,32	4,28	4,20	4,12	3,92	3,48
Octubre	5,17	5,17	5,17	5,12	5,01	4,73
Noviembre	5,04	5,04	5,10	5,16	5,16	5,16
Diciembre	5,14	5,20	5,27	5,40	5,46	5,59

Tabla 7. Irradiación media diaria en KWh/m^2 , incidente sobre un plano inclinado 30° y orientado entre 0° y $\pm 90^\circ$ de acimut.

Inclinación (b) = 60°						
Acimut (α)	0°	±15°	±30°	±45°	±60°	±90°
Enero	4,42	4,49	4,62	4,75	4,88	4,94
Febrero	4,24	4,29	4,35	4,35	4,35	4,24
Marzo	4,65	4,65	4,55	4,45	4,35	3,90
Abril	4,03	3,96	3,82	3,64	3,36	2,77
Mayo	3,48	3,43	3,25	3,00	2,70	2,03
Junio	2,96	2,92	2,76	2,50	2,24	1,64
Julio	2,90	2,84	2,68	2,46	2,20	1,62
Agosto	3,72	3,66	3,51	3,27	3,00	2,40
Septiembre	4,04	4,00	3,92	3,76	3,60	3,12
Octubre	4,51	4,57	4,57	4,57	4,51	4,24
Noviembre	4,26	4,32	4,44	4,50	4,56	4,56
Diciembre	4,29	4,36	4,49	4,68	4,81	4,94

Tabla 8. Irradiación media diaria en KWh/m^2 , incidente sobre un plano inclinado 30° y orientado entre 0° y $\pm 90^\circ$ de acimut.


 Ing. Agr. RICARDO E. BERTOLINO
 Subsecretario de Medio Ambiente
 MUNICIPALIDAD DE ROSARIO

Inclinación (b) = 90°						
Admut (α)	0°	±15°	±30°	±45°	±60°	±90°
Enero	2,41	2,54	2,86	3,12	3,38	3,58
Febrero	2,48	2,59	2,81	2,97	3,08	3,08
Marzo	3,10	3,15	3,20	3,20	3,15	2,90
Abril	3,05	3,01	2,87	2,73	2,56	2,10
Mayo	2,90	2,83	2,63	2,38	2,13	1,55
Junio	2,54	2,48	2,30	2,04	1,78	1,26
Julio	2,46	2,40	2,22	1,98	1,74	1,24
Agosto	2,97	2,88	2,73	2,52	2,31	1,80
Septiembre	2,88	2,84	2,80	2,76	2,68	2,32
Octubre	2,81	2,92	3,08	3,19	3,25	3,14
Noviembre	2,40	2,52	2,76	3,00	3,18	3,36
Diciembre	2,28	2,41	2,73	3,06	3,32	3,58

Tabla 9. Irradiación media diaria en kWh/m² incidente sobre un plano inclinado 30° y orientado entre 0° y ±90° de acimut.

C) Cálculo del parámetro D₁.

El parámetro D₁ expresa la relación entre la energía absorbida por el colector y la demanda energética durante un mes:

$$D_1 = \frac{\text{Energía absorbida por el captador}}{\text{Demanda energética mensual}} = \frac{E_a}{Q_a} \quad (4)$$

La energía absorbida por el captador viene dada por la siguiente expresión:

$$E_a = S_c \cdot F'(\alpha) \cdot R_1 \cdot N \quad (5)$$

donde:

S_c = Superficie del captador (m²)

R₁ = Irradiación diaria media mensual incidente sobre la superficie de captación por unidad de área (KJ/m²)

N = Número de días del mes

F'(α) = Ordenada en el origen de la curva de rendimiento del colector, determinada experimentalmente conforme a la norma IRAM 21002.

La relación para convertir kWh/m² en KJ/m² está dada por la siguiente ecuación:

$$KJ/m^2 = 3600 \cdot kWh/m^2 \quad (6)$$

D) Cálculo del parámetro D₂.

El parámetro D₂ expresa la relación entre las pérdidas de energía en el colector, para una determinada temperatura, y la demanda energética durante un mes:

$$D_2 = \frac{\text{Energía perdida por el captador}}{\text{Demanda energética mensual}} = \frac{E_p}{Q_a} \quad (7)$$

Ing. Agr. RICARDO E. BERTOLINO
Subsecretario de Medio Ambiente
MUNICIPALIDAD DE ROSARIO

La energía perdida por el captador viene dada por la siguiente expresión:

$$E_p = S_c \cdot F' U_L \cdot (100 - t_a) \cdot \Delta t \cdot K_1 \cdot K_2 \quad (8)$$

donde:

S_c = Superficie del captador (m^2)

$F' U_L$ = Pendiente de la curva característica del captador (coeficiente global de pérdidas del captador) determinada experimentalmente conforme a la norma IRAM 21002.

t_a = Temperatura ambiente media mensual ($^{\circ}C$)

Δt = Período de tiempo considerado, en segundos (s)

K_1 = Factor de corrección por almacenamiento, que se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$K_1 = \left[\frac{\text{kg d acumulación}}{(\bar{T} \cdot S_c)} \right]^{-0,9} \quad (9)$$

$$3,5 < \left(\frac{\text{kg d acumulación}}{m^2 \text{ captación}} \right) < 300$$

K_2 = Factor de corrección, para A.C.S., que relaciona la temperatura mínima de A.C.S., la del agua de red y la media mensual ambiente, dado por la siguiente expresión:

$$K_2 = \frac{(1,6 + 1,8 \cdot t_{ac} + 3,8 \cdot t_r - 2,3 \cdot t_a)}{(100 - t_a)} \quad (10)$$

donde:

t_{ac} = Temperatura mínima requerida del A.C.S.

t_r = Temperatura del agua de red

t_a = Temperatura media mensual del ambiente

Los datos de temperatura ambiente media mensual para Rosario se muestran en la tabla 10 y fueron obtenidos a partir de estadísticas del Servicio Meteorológico Nacional (1981-1990).

Mes	Tamb($^{\circ}C$)
Ene	24,80
Feb	23,40
Mar	20,90
Abr	17,20
May	13,60
Jun	10,10
Jul	10,00
Ago	12,00
Sep	13,90
Oct	17,80
Nov	20,90
Dic	23,30

Tabla 10. Temperatura ambiente media mensual para la ciudad de Rosario

Ing. Agr. RICARDO E. BERTOLINO
Subsecretario de Medio Ambiente
MUNICIPALIDAD DE ROSARIO

E) Determinación del valor de f

Una vez obtenido D_1 y D_2 , aplicando la ecuación inicial se calcula la fracción de la carga calorífica mensual aportada por el sistema de energía solar.

La misma está dada por el valor de f , cuyo valor se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$f = 1,029 \cdot D_1 - 0,065 \cdot D_2 - 0,245 \cdot D_1^2 + 0,0018 \cdot D_2^2 + 0,0215 \cdot D_1^3 \quad (11)$$

F) Determinación de la cobertura solar o fracción solar mensual

La energía útil captada cada mes, Q_u , tiene el valor:

$$Q_u = f \cdot Q_a \quad (12)$$

donde:

Q_a = Demanda energética mensual de la instalación en cuestión.

G) Determinación de la cobertura solar o fracción solar anual

Mediante igual proceso operativo que el desarrollado para un mes, se operará para todos los meses del año. La relación entre la suma de las coberturas mensuales y la suma de las cargas caloríficas o necesidades mensuales de calor, determinará la cobertura anual del sistema:

$$\text{Cobertura o fracción solar anual} = \frac{\sum_{i=1}^{12} Q_{u_i}}{\sum_{i=1}^{12} Q_{a_i}} \quad (13)$$

Asimismo, la autoridad de aplicación de la presente reglamentación, en conjunto con instituciones del sector académico y científico tecnológico, se compromete a desarrollar una aplicación de software sencilla que permita a aquellos interesados llevar cabo los cálculos mencionados de manera de sencilla y ordenada y poder cumplimentar con los requisitos de la misma. El mismo estará disponible en el sitio web de la autoridad de aplicación.

Orientación, inclinación, sombras e integración arquitectónica

La orientación e inclinación del sistema de captación y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas de irradiación o energía anual respecto al óptimo, sean inferiores a los límites de la tabla 11. Se considerarán tres casos: general, superposición de captadores e integración arquitectónica según se define más adelante. En todos los casos se han de cumplir tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores óptimos.

	Orientación e inclinación (OI)	Sombras (S)	Total (OI+S)
General	10%	10%	15%
Superposición	20%	15%	30%
Integración arquitectónica	40%	20%	50%

Tabla 11. Límite de pérdida anual de irradiación solar por efecto de la inclinación, orientación y sombras.

Se considera la dirección Norte como orientación óptima y la mejor inclinación, D_{opt} , dependiendo del período de utilización, uno de los valores siguientes:

Consumo constante anual: la latitud geográfica

Ing. Agr. RICARDO E. BERTOLINO
Subsecretario de Medio Ambiente
MUNICIPALIDAD DE ROSARIO

Consumo preferente en invierno: la latitud geográfica + 10°

Consumo preferente en verano: la latitud geográfica - 10°

En los tres casos, se considera el módulo matemático del valor de la latitud.

Se debe evaluar la disminución de prestaciones que se origina al modificar la orientación e inclinación de la superficie de captación, siguiendo el procedimiento descrito a continuación.

Habiendo determinado el ángulo de acimut del captador, se calcularán los límites de inclinación aceptables de acuerdo a las pérdidas máximas respecto a la inclinación óptima establecida. Para ello se utilizará el disco de pérdidas por orientación e inclinación de la figura 6, válido para la provincia de Santa Fe.

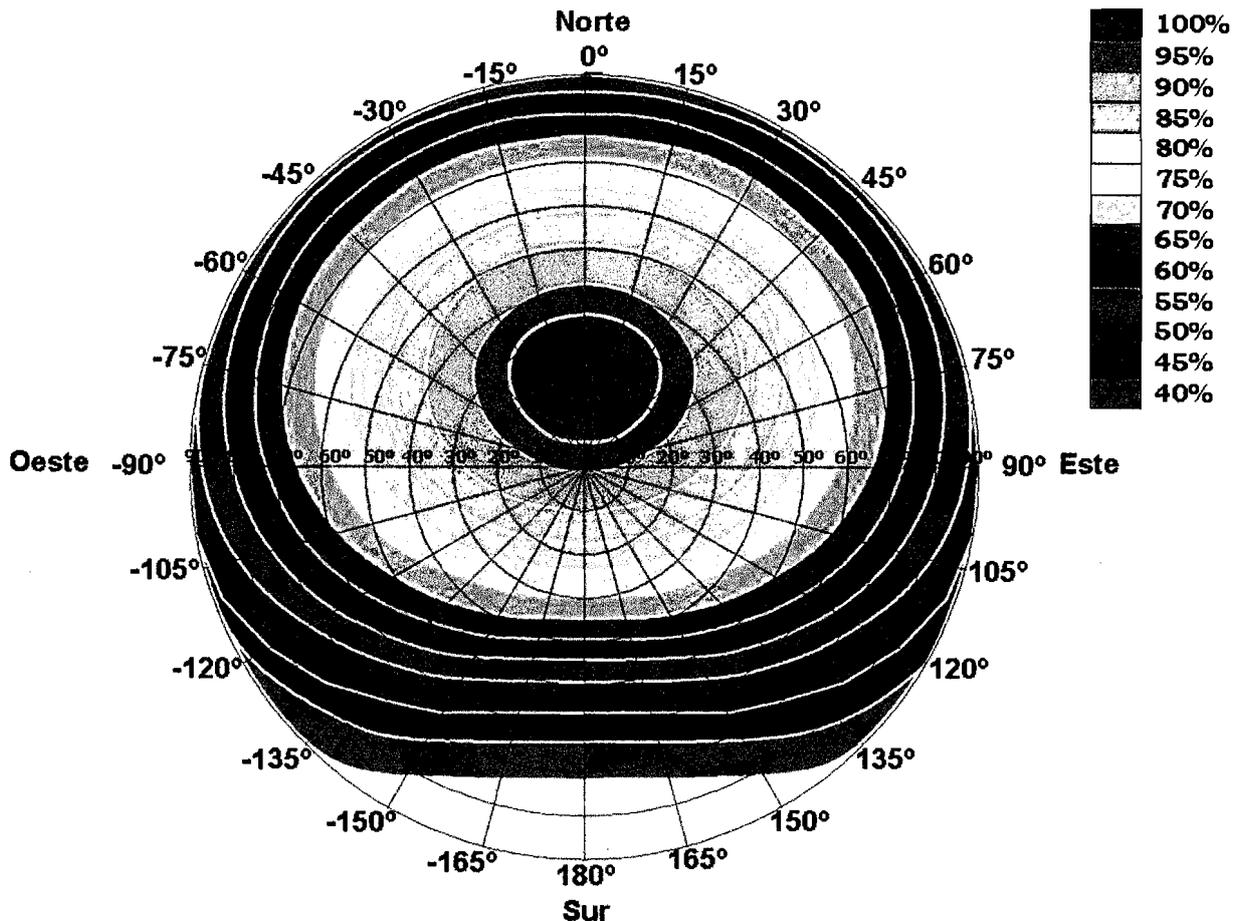


Figura 6. Muestra el porcentaje de energía anual que se pierde, a medida que varía la inclinación y orientación del captador con respecto al máximo anual. El eje horizontal representa la inclinación, y el circular, la orientación del captador.

Conocido el acimut, determinamos en la figura 6 los límites para la inclinación. Para el caso general, las pérdidas máximas por este concepto son del 10 %, para superposición, del 20 % y para integración arquitectónica, del 40 %. Los puntos de intersección del límite de pérdidas con la recta de acimut nos proporcionan los valores de inclinación máxima y mínima.

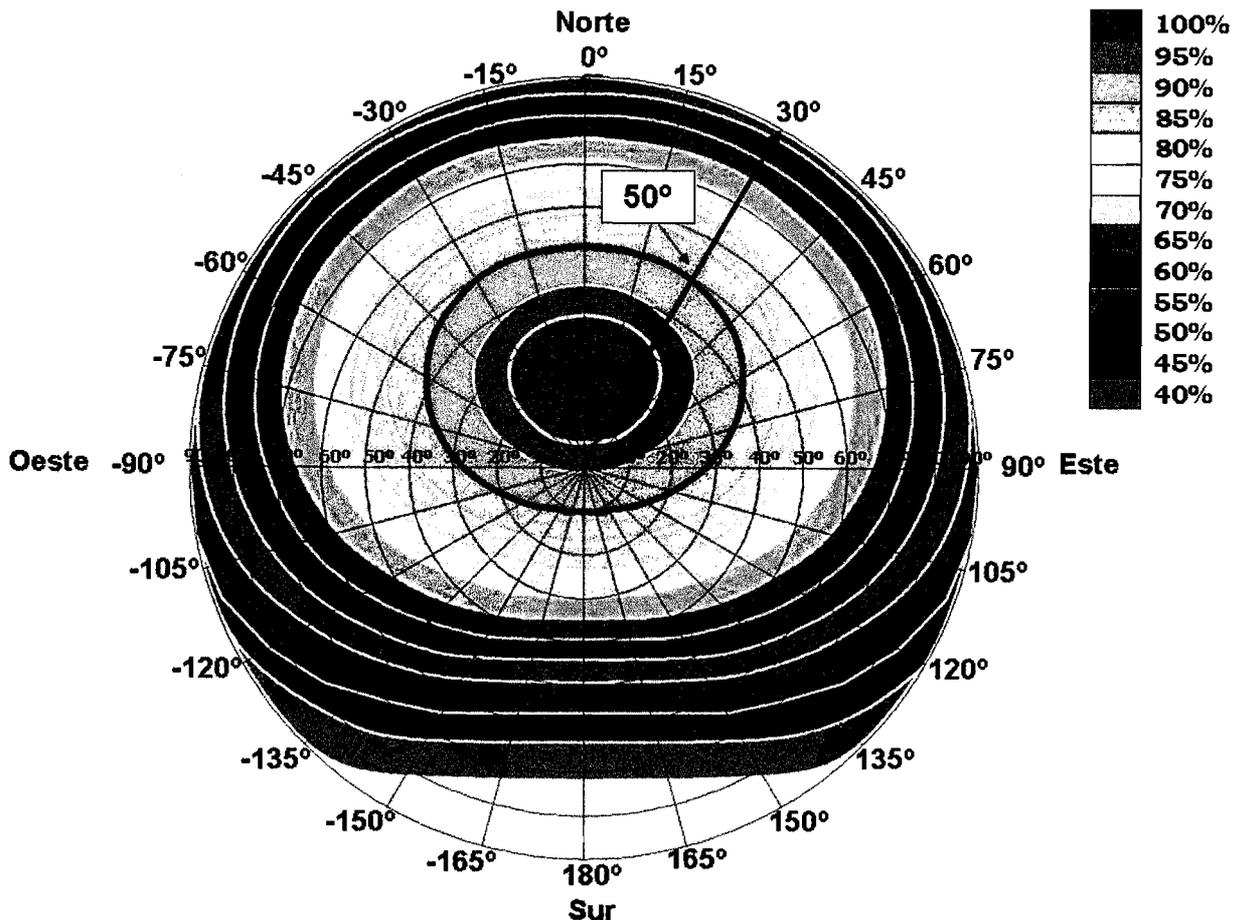
Si no hay intersección entre ambas, las pérdidas son superiores a las permitidas y la instalación estará fuera de los límites.

Ejemplo de aplicación del disco de pérdidas por orientación e inclinación

Se trata de evaluar si las pérdidas por orientación e inclinación del captador están dentro de los límites permitidos para una instalación en un tejado orientado 30° hacia el Este (acimut = +30°) y con una inclinación de 40° respecto a la horizontal en un barrio de Rosario.

Ing. Agr. RICARDO E. BERTOLINO
Subsecretario de Medio Ambiente
MUNICIPALIDAD DE ROSARIO

Conocido el acimut, cuyo valor es $+30^\circ$, determinamos en la figura 6 los límites para la inclinación del caso. Para el acimut de $+30^\circ$, la máxima inclinación permitida es de 50° y la mínima es 0° , dado por el límite de la zona del 90%, es decir, pérdidas máximas de 10% con respecto al máximo. Valores de inclinación superiores al mencionado, caen fuera de las especificaciones de la norma y no están permitidos.



Los valores de inclinación (40°) y acimut (30°) caen dentro de la región de pérdidas máximas permitidas y por lo tanto, es factible la instalación de captadores en ese tejado.

Se considera que existe integración arquitectónica cuando los captadores cumplen una doble función energética y arquitectónica y además sustituyen elementos constructivos convencionales. Se considera que existe superposición arquitectónica cuando la colocación de los captadores se realiza paralela a la envolvente del edificio, no aceptándose en este concepto la disposición horizontal del colector con el fin de favorecer la autolimpieza de los captadores. Una regla fundamental a seguir para conseguir la integración o superposición de las instalaciones solares es la de mantener, dentro de lo posible, la alineación con los ejes principales de la edificación.

4- INCLINACIÓN Y ORIENTACIÓN ÓPTIMA

Siempre que sea posible, los captadores estarán inclinados mirando hacia el norte, con las inclinaciones definidas en el apartado 6.3: Orientación, inclinación, sombras e integración arquitectónica de esta reglamentación. Cualquier desviación de las condiciones óptimas especificadas, debe ser debidamente documentada.

5-IMPACTO VISUAL

En la evaluación del impacto visual, se debe considerar las pérdidas por orientación e inclinación y las pérdidas por proyecciones de sombras de otros edificios u obstáculos cercanos. Al momento de

Ing. Agr. RICARDO E. BERTOLINO
Subsecretario de Medio Ambiente
MUNICIPALIDAD DE ROSARIO

reglamentar la presente ordenanza no se encuentra definido el método de cálculo de pérdida de energía anual debido a las sombras proyectadas de edificios cercanos. La autoridad de aplicación se compromete a definir el mismo en el transcurso de los próximos 90 días.

6-INSTALACIÓN DE MONTANTES

Los montantes deberán estar en concordancia con las especificaciones definidas en 6.1 y 6.5.

7 SISTEMAS DE CONTROL

Todos los sistemas que trabajan por circulación forzada, deberán contar un sistema de control electrónico. El diseño del mismo asegurará el correcto funcionamiento de las instalaciones, procurando obtener un buen aprovechamiento de la energía solar captada y asegurando un uso adecuado de la energía auxiliar. El sistema de regulación y control comprende los siguientes sistemas:

Control de funcionamiento del circuito primario y secundario (si existe).

Sistemas de protección y seguridad de las instalaciones contra sobrecalentamientos, heladas, etc.

El sistema de control asegurará que en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales, componentes y tratamientos de los circuitos.

Con independencia de que realice otras funciones, el sistema de control se realizará por control diferencial de temperaturas, mediante un dispositivo electrónico (módulo de control diferencial, en los esquemas representado por MCD) que compare la temperatura de captadores con la temperatura de acumulación o retorno, como por ejemplo ocurre en la acumulación distribuida. El sistema de control actuará y estará ajustado de manera que las bombas no estén en marcha cuando la diferencia de temperaturas sea menor de 4°C y no estén paradas cuando la diferencia sea mayor de 7 °C. La diferencia de temperaturas entre los puntos de arranque y de parada de termostato diferencial no será menor de 4°C. De esta forma el funcionamiento de la parte solar de una instalación se optimiza. Para optimizar el aprovechamiento solar de la instalación y, cuando exista intercambiador exterior, se podrán instalar también dos controles diferenciales.

El sistema de control asegurará que en ningún punto la temperatura del fluido de trabajo descienda por debajo de una temperatura tres grados superior (3°C) a la de congelación del fluido.

Las instalaciones con varias aplicaciones deberán ir dotadas con un sistema individual para seleccionar la puesta en marcha de cada una de ellas, complementado con otro que regule la aportación de energía a la misma. Esto se puede realizar por control de temperatura o caudal actuando sobre una válvula de reparto, de tres vías, bombas de circulación o por combinación de varios mecanismos.

Las sondas de temperatura para el control diferencial se colocarán en la parte superior de los captadores, de forma que representen la máxima temperatura del circuito de captación.

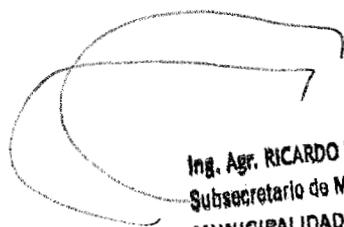
Cuando exista, el sensor de temperatura de la acumulación se colocará preferentemente en la parte inferior, en una zona no influenciada por la circulación del circuito secundario o por el calentamiento del intercambiador si éste fuera incorporado.

8- PRIORIZACIÓN DE LA INDUSTRIA NACIONAL

Las bases técnicas de compra de colectores, serán aquellas especificadas en la norma IRAM 21006. En todos los proyectos de energía solar en el municipio de Rosario, se priorizará el uso de colectores y sistemas de fabricación nacional, siempre y cuando éstos cumplan con los requisitos descriptos por la norma IRAM 21002 y 21003. Durante el primer año de la vigencia de la presente ordenanza, y para sentar las bases de un crecimiento confiable y de calidad del mercado solar

Ing. Agr. RICARDO E. BERTOLINO
Subsecretario de Medio Ambiente
MUNICIPALIDAD DE ROSARIO

térmico, la autoridad de aplicación se compromete a facilitar los mecanismos adecuados para aquellos fabricantes de colectores cuyas características técnicas no han sido determinadas.



Ing. Agr. RICARDO E. BERTOLINO
Subsecretario de Medio Ambiente
MUNICIPALIDAD DE ROSARIO