

## **ESTUDIO TÉCNICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA EN UN HOSPITAL.**

**J. Salerno, P. Bertinat, E. Marino, J Chemes, M Barone, I Arraña.**

Observatorio de Energía y Sustentabilidad (O.E.S.)

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Rosario - Zeballos 1341 (2000) Rosario

[jorgechemes@yahoo.com.ar](mailto:jorgechemes@yahoo.com.ar) – [ignacioarrana@gmail.com](mailto:ignacioarrana@gmail.com)

**RESUMEN:** En el presente trabajo se realizó el dimensionamiento de un sistema de calentamiento con colectores solares planos. El estudio se basa en un caso práctico real orientado a abastecer el sistema de ACS - Agua Caliente Sanitaria, en un hospital que actualmente se construye en la ciudad santafesina de Las Parejas, Argentina. En el trabajo detallaremos los cálculos realizados para el dimensionamiento de la instalación: determinación del consumo de ACS por medio de encuestas a personal de un nosocomio similar al aquí estudiado, dimensionamiento de tanques de acumulación, definición de equipo de apoyo abastecido con energía convencional, cálculo de superficie colectora y una breve descripción del circuito de tuberías y accesorios. Los estudios han determinado la factibilidad técnica de desarrollar el servicio de ACS con una superficie de 25m<sup>2</sup> de colectores solares planos.

**Palabras clave:** energía solar, calentamiento de agua, aplicación en hospital.

### **INTRODUCCION**

El nuevo Hospital Las Parejas se encuentra actualmente en construcción en su ciudad homónima, la cual es un municipio del departamento Belgrano, provincia de Santa Fe, Argentina.

El presente trabajo nació con la iniciativa del gobierno de la provincia, proponiendo la instalación de energías renovables en dicho hospital. La idea inicial se basó en la implementación de un sistema de calentamiento con colectores solares planos, con objeto de abastecer el sistema de calefacción y el servicio de agua caliente sanitaria (ACS). A partir de allí se realizaron los estudios técnicos que determinaron la factibilidad de aplicación en cada uno de los casos.

En el presente trabajo se analiza sólo el dimensionamiento del servicio de ACS. En busca de antecedentes nacionales, sobre sistemas de calentamiento solar activo para el servicio de ACS en hospitales, nada se encontró en la materia sobre ello. En el ámbito internacional se hallaron los siguientes casos en España: Hospital Reina Sofía en Córdoba, Hospital Jove de Gijón, Hospital Universitario Joan XXIII en Tarragona, Hospital Morales Meseguer en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia y el Hospital Universitario " La Fe" de Valencia, en la ciudad homónima. En nuestro continente observamos por ejemplo el caso del Hospital General de México, ubicado en el Distrito Federal.

Para el dimensionamiento de la instalación se trabajó a base de encuestas que realizamos en un nosocomio público de la ciudad de Rosario. De dichas encuestas se definieron los tiempos de consumo para cada uso en la tabla 1 del presente trabajo. Los resultados de los tiempos de uso determinaron la demanda del sistema que fue respaldada con lo explicado en el Código Técnico de la Edificación española (2009). Las encuestas se realizaron a los empleados que se desarrollaban en cada una de las áreas, en las que en el hospital Las Parejas, se utilizaría el servicio de ACS. Para observar dichas áreas, hay que remitirse a la sección de cálculo correspondiente, donde se detalla puntualmente cada uno de los ambientes que la instalación de ACS recorre.

### **SISTEMA DE CALENTAMIENTO SOLAR A IMPLEMENTAR**

Debido a las necesidades, y a pedido de los directores del proyecto del hospital, el sistema de calentamiento se diseñó para trabajar con tanques de almacenamiento térmico y un sistema de apoyo de energía convencional.

#### *Consideraciones sobre el hospital*

El hospital está ubicado en la ciudad de Las Parejas, provincia de Santa Fe, emplazado en la intersección de las calles 19 y 6 con ingreso por ésta última. Siendo al oeste la orientación de su fachada principal.

Básicamente el nosocomio consta de una sola planta que posee, siete consultorios, nueve habitaciones de internación, y cinco servicios principales: una sala de odontología, una sala de parto, un quirófano, una sala de radiología y un laboratorio. Cada una de estas áreas cuenta con servicios adicionales demandantes de ACS, los mismos están incluidos en la tabla 1 referida a la determinación de consumos en el hospital. En cuanto a servicios auxiliares demandantes de ACS, cuenta con una cocina, una lavandería, una sala de esterilización y una cafetería. A continuación y sin rigor de detalles representamos esquemáticamente la planta del hospital en la figura 1.

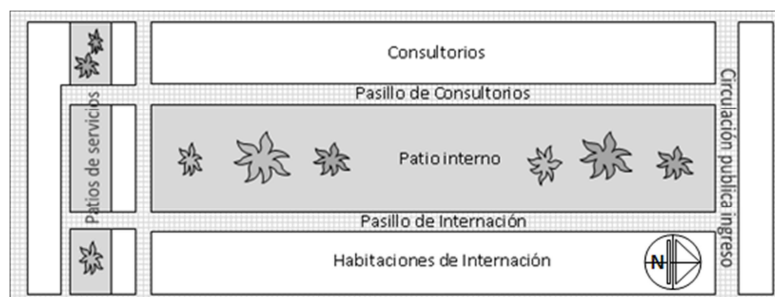


Figura 1: Representación esquemática de la planta del Hospital.

## DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA

### Estimación de consumo

Para determinar la demanda de ACS llevamos a cabo una encuesta en un hospital de la ciudad de Rosario, de similares características al aquí estudiado -recuerde que el Hospital Las Parejas se encuentra actualmente en fase de construcción- de esta manera se determinó el consumo de ACS. Por no considerarse factibles de abastecer con energías renovables, no todos los servicios auxiliares enumerados en Consideraciones sobre el hospital, han sido considerados en la estimación. En dichos casos puntuales se recurrió a sistemas convencionales de calentamiento. Además de no abastecer todos los servicios auxiliares, no todo el edificio será servido de ACS - los consultorios no reciben este servicio por ejemplo -, por lo tanto, bajo la columna titulada Sector, en la tabla 1, se discriminan cuales serán las áreas que sí se abastecerán en el estudio.

Sector	Artefacto	Cantidad instalada	Cantidad de lavados/día x prs.	Q[l/seg]	T. de lavado [seg/lavado]	Cant. de personas	Consumo [l/día]
Internación	Canillas	9	2	0,13	10	4	93,6
	Duchas	9	1	0,13	300	1	351
Control internación	Canillas	1	2	0,13	20	2	10,4
S. trabajo/Estar prsl.	Canillas	1	1	0,13	20	4	10,4
Sala de parto	Canillas	1	1	0,13	30	3	11,7
Vestuario médico	Duchas	1	2	0,13	300	4	312
Quirófano	Canillas	1	2	0,13	30	4	31,2
Sucio	Canillas	1	2	0,13	900	1	234
Vestuarios	Canillas	2	2	0,13	20	1	10,4
	Duchas	2	1	0,13	300	1	78
Estar personal	Canillas	1	2	0,13	10	3	7,8
Esterilización ady.	Canillas	1	3	0,13	180	1	70,2
Lactario	Canillas	1	1	0,13	120	3	46,8
Residuos patológicos	Canillas	1	3	0,13	20	1	7,8
Sala observación	Duchas	1	1	0,13	300	1	39
Enfermería	Canillas	1	80	0,13	20	3	624
Limpio	Canillas	1	3	0,13	120	1	46,8
Sucio	Canillas	1	2	0,13	600	1	156
Sala procedimiento	Canillas	1	2	0,13	20	1	5,2
Odontología	Canillas	1	25	0,13	20	1	65
Lavadero	Canillas	3	-	-	-	-	-
Cocina	Canillas	2	-	-	-	-	1404
Laboratorio	Canillas	2	25	0,13	20	1	130
Radiología	Canillas	1	3	0,13	20	1	7,8
Limpieza e higiene	Canillas	-	-	-	-	-	100
<b>SubTotal</b>							3853,1
<b>Factor de Simultaneidad</b>							0,65
<b>Total</b>							2504,5

Tabla 1: Determinación de la demanda de ACS.

#### *Consideraciones sobre lo expuesto en la tabla N° 1*

1) En la columna “cantidad de lavados por día por persona”, es importante tener en cuenta para cada sector considerado, las horas de trabajo que por día presta servicio. Por ejemplo, la sala de radiología u odontología, no brindan atención el mismo tiempo que una habitación de internación, que se encuentra en servicio las 24 horas.

2) Para la elaboración de la columna “tiempo de lavado” hemos recibido asesoramiento del personal de un hospital, al cual hemos encuestado. Este nos explicó que un médico insume mayor tiempo que un paciente o gente de personal, para la asepsia de sus manos. Está probado que la correcta higiene de manos del personal hospitalario es el método más simple y efectivo para reducir la infecciones asociadas con la atención sanitaria (Osakidetza, 2009). Es por esta razón que se han diferenciado tres categorías en tiempos de lavado: para médicos o profesionales un lavado promedio mayor, de 30 segundos de ACS, para personal de administración o personas que no estén en constante contacto con pacientes 20 segundos, y para pacientes y personas de paso un lavado promedio inferior de 10 segundos de ACS para cada lavado.

Para el caso de tiempo en duchas se considera una extensión de 5 minutos o 300 segundos. Tal vez, este, o los antepuestos valores que hemos propuesto en el párrafo anterior, parezcan demasiado pequeños. Sin embargo observemos que tanto en este caso, como en los relativos a lavados de mano, los tiempos considerados corresponden solo a agua caliente, sin tener en cuenta su mezclado con agua fría, lo que brindaría un mayor período de uso.

En algunos sectores especiales del hospital se observarán tiempos de distintas magnitudes, es el caso de, por ejemplo, el sector-sucio, que es el lugar para el ayudante general de quirófano que colabora con el anestesista, se encarga de la preparación del paciente y además realiza la limpieza de la mesa una vez finalizada la operación. Para este sector y para cada sala particular hemos consultado y asignado un promedio de tiempos en cada situación.

3) En la columna de “cantidad de personas” se analizan los valores de manera de no sobredimensionar los resultados. Para aclarar lo que queremos decir veamos el análisis de las duchas en internación -observamos que este tipo de consumo representa una importante demanda de ACS-. Si bien sabemos que promedian un total de 4 personas en estos sectores -2 internados + 2 acompañantes- no debemos considerar que todos tomarán un baño. Generalmente los internados no siempre tienen la aptitud física para hacerlo y en el caso de los acompañantes, debido a que los periodos de internación no son tan extensos, o que los familiares se turnan en el acompañamiento, tampoco suele ser común que se duchen en las habitaciones. Por estas razones consideramos 1 persona por habitación.

#### *Análisis de los sectores de consumo más importantes*

Dentro del hospital se identifican ciertas áreas o actividades que representan las mayores demandas de agua caliente. Para determinar los consumos de cada una de ellas llevamos a cabo una investigación que resultó en una serie de consideraciones y comentarios:

1) Internación, los pacientes que se encuentran en estas habitaciones, como hemos comentado anteriormente, no siempre se hallan con aptitud física para tomar un baño. Generalmente reciben higiene reposados sobre su cama y con asistencia de enfermeras. En estos casos no se consumen más que 2 litros de agua caliente promedio. Estos consumos se totalizaron en la fila que llamamos “limpieza e higiene”. Sin embargo, para los pacientes que puedan ducharse, se ha considerado entonces 1 ducha por día por cada habitación, de unos 5 minutos de ACS de consumo, en cada una.

2) Vestuario médico, esta habitación se encuentra adyacente al quirófano sobre el ala sureste del hospital. Hemos considerado que se llevarán a cabo un promedio de 2 operaciones por día. Si suponemos la participación de una media de 4 personas y que cada una de ellas tomará un baño para asegurar su asepsia, el consumo se totaliza con 4 duchas de 5 minutos de ACS cada una y dos veces por día.

3) Sucio, sector donde el encargado realiza la limpieza del instrumental de quirófano. Para este lavado se necesita un tiempo de 10 minutos de agua caliente y se consideraron dos ejecuciones igual que el número de operaciones a realizar por jornada.

4) Enfermería, en este sector hemos reunido todos los lavados diarios que necesita el personal que lleva a cabo ésta tarea. El número es interesante pues se han colocado 80 usos por personas diarios. Sin embargo en el día consideramos 3 turnos de 8 horas, es decir, que cada enfermera se lava sus manos 27 veces por jornada. Esto representa 3 lavados por hora. En el ámbito de la salud este número no es una exageración sino que es un valor esperado. Incluso podemos observar que el cálculo está dando implícitamente una frecuencia mayor, pues estamos analizando lavados en las 24 hs de la jornada y entienda que durante la noche la actividad es significativamente menor con respecto al día. Por lo tanto los lavados que sobran durante la noche se aprovechan en los horarios diurnos. Finalmente aclaramos que en el producto que determina la cuantía de litros se han considerado 3 enfermeras por turno.

5) Cocina, existen 4 momentos del día en donde se consume agua caliente en este sector. A la mañana para el desayuno, al mediodía para el almuerzo, a la tardecita con la merienda y a la noche para la cena. Para desayuno y merienda se necesita un promedio de 30 minutos de agua caliente para cada uno de ellos, y para el almuerzo y la cena, una hora para cada caso. En total suman:

$$\text{Consumo}_{\text{desayuno-merienda}} + \text{Consumo}_{\text{almuerzo-cena}} = 2 \times 30 \text{ min} \times 60 \frac{\text{seg}}{\text{min}} + 2 \times 60 \text{ min} \times 60 \frac{\text{seg}}{\text{min}} \quad (1)$$

$$\text{Consumo}_{\text{desayuno-merienda}} + \text{Consumo}_{\text{almuerzo-cena}} = 10800 \text{ seg}$$

Al resultado anterior luego lo afectamos por el caudal correspondiente a los grifos instalados en la cocina y llegamos al siguiente resultado:

$$10800 \text{ seg} \times 0,13 \frac{\text{litros}}{\text{seg}} = 1404 \text{ litros} \quad (2)$$

6) Limpieza e higiene, para ésta actividad se considera el agua necesaria para el lavado de los distintos sectores del hospital, junto con otras pequeñas demandas como ser lo comentado en internación. Se consideran 100 litros debido a las siguientes observaciones. Las áreas críticas como ser quirófanos necesitan como máximo 2 baldes de 10 litros por limpieza. Las áreas semi críticas, como habitaciones de internación, comparten un balde de 10 litros cada dos habitaciones. Recuerde que la limpieza en general se hace con trapo húmedo y con agua tibia, es decir, los baldes no se llenan completamente de agua caliente.

#### Calor Necesario

A partir de los litros estimados en la tabla 1, considerando una densidad del agua de  $1 \text{ kg/dm}^3$  y un nivel térmico del agua de  $12 \text{ }^\circ\text{C}$  al ingreso del sistema de captación, resta determinar la temperatura de calentamiento final, para definir la energía necesaria a partir de la ecuación (3). En relación a la temperatura de preparación y almacenamiento del ACS, la temperatura mínima de preparación debe ser de  $45 \text{ }^\circ\text{C}$  (Jiménez López, 2003), valor térmico que además fue recomendado por el fabricante del colector solar plano utilizado, con objeto de que funcione con su rendimiento óptimo.

$$Q = m \times c \times \Delta t \quad (3)$$

Finalmente incluimos los valores en la ecuación (3) y observamos los resultados en la tabla 2.

Cálculo de Calor necesario		
$t_{\text{entrada}}$	[ $^\circ\text{C}$ ]	12,00
$t_{\text{final}}$	[ $^\circ\text{C}$ ]	45,00
$\Delta t$	[ $^\circ\text{C}$ ]	33,00
$c_p$	[kcal/kg. $^\circ\text{C}$ ]	1,00
Masa	[kg/día]	2504,52
Q	[kcal/día]	82649,00
	[MJ/día]	345,64

Tabla 2: Calor necesario para calentamiento del ACS

#### Superficie Colectora

Con la energía expresada en mega Joule por día definimos el cálculo de la superficie colectora mediante la tabla 3. Hacemos dos consideraciones previas:

1) La instalación se dimensiona para que la cobertura solar no alcance el 100%. Esto se justifica puesto que para el periodo invernal necesitaríamos un campo de colectores muy extenso. Por el contrario, en verano tendríamos un gran excedente de energía que podría dañar la instalación, además de no ser demasiado rentable este planteamiento. En resumen si planteamos una fracción solar del 80%, el resto de energía necesaria la obtendremos del apoyo del sistema convencional.

2) Consideramos una potencia de entrega por cada equipo de captación de unos  $11 \text{ MJ/m}^2 \cdot \text{día}$  -Información suministrada y probada por fabricante de colectores solares teniendo en cuenta condiciones ambientales de la ciudad de Las Parejas-.

Cálculo de Superficie Colectora	
Factor de cobertura [%]	80,00
Potencia de colectores [ $\text{MJ/m}^2 \cdot \text{día}$ ]	11,00
Superficie Colectora [ $\text{m}^2$ ]	25,14

Tabla 3: Determinación de la superficie colectora.

De esta manera se define una superficie colectora de  $25 \text{ m}^2$ , adoptando 10 colectores solares planos de  $2,5 \text{ m}^2$  cada uno.

De acuerdo al Código Técnico de la Edificación española (2009), por ser una instalación que cuenta con más de 10 m<sup>2</sup> de captación y un solo circuito primario, éste será de circulación forzada.

#### *Tanque de acumulación*

El volumen de acumulación, según se expone en la tabla 1, cifra la demanda calculada en 2504,5 litros ACS/día. Finalmente se adopta un depósito total de unos 2500 litros de capacidad.

Siendo el área de captadores solares de 25 m<sup>2</sup>, la relación existente entre el volumen de almacenamiento y el área de captación es de 100 litros/m<sup>2</sup>, valor que se encuentra dentro de los límites establecidos por la ecuación (4), del Código Técnico de la Edificación española (CTE, 2009).

$$50 < \frac{V}{A} < 180 \quad (4)$$

Siendo:

A: la suma de las áreas de los captadores [m<sup>2</sup>];

V: el volumen del depósito de acumulación solar [litros].

Por razones de estética, impuestas por los directores del proyecto del hospital, los tanques no pueden ser de una altura mayor a 1 m. Debido a que en la azotea del hospital ya existen tanques de 1000 litros, que cumplen dicha restricción, adoptamos para la instalación, dos tanques de 1000 litros y otro de 500. En cada caso el acumulador estará enteramente recubierto con material aislante y una protección mecánica para preservarlo.

### **SISTEMA AUXILIAR DE ENERGÍA**

El sistema convencional de apoyo se diseñara para cubrir el servicio como si no se dispusiera del sistema solar. Sólo entrará en funcionamiento cuando sea estrictamente necesario y de forma que se aproveche lo máximo posible la energía extraída del campo de captación.

Con el calor determinado en tabla 2, basamos el dimensionamiento del sistema auxiliar de la siguiente manera:

$$P_{caldera} = \frac{Q_{demandado}}{tiempo} = \frac{82649 \text{ kcal/día}}{3 \text{ h/día}} = 27550 \text{ kcal/h} \quad (5)$$

El mismo estará compuesto por una central generadora de agua caliente con una capacidad mínima de 27550 kcal/h.

### **CIRCUITO Y PRECAUCIONES PARA LA INSTALACIÓN**

#### *Circuito a utilizar*

A continuación se enumeran y explican algunos de los dispositivos que forman parte del circuito del servicio de ACS. La figura 2 es simplemente una representación esquemática de los dispositivos que se mencionan.

1) Campo de captación: el captador seleccionado para conformar el campo de captación posee la certificación emitida por el organismo competente en la materia. La superficie captadora por unidad se definió en 2,5 m<sup>2</sup> de colector solar plano. Cada equipo está construido con dos láminas de acero inoxidable formando canalizaciones de ancho variable. Esto le otorga la elasticidad necesaria para no romperse por congelamiento.

La caja del colector estará hecha en una sola pieza a los fines de lograr firmeza y estanqueidad. Estará construida en chapa galvanizada para resistir adecuadamente la intemperie por muchos años. El espesor del equipo es de 100 mm. El peso aproximado de cada unidad es de 40 Kg. La cubierta se provee en Policarbonato Alveolar de 6 mm.

2) Depósitos de acumulación: el sistema de acumulación estará constituido por dos depósitos de 1000 litros y uno de 500. Instalados en configuración vertical y ubicados en zonas exteriores. Las conexiones entre este y las demás partes del circuito verificarán los siguientes puntos:

- a) La conexión de entrada de agua caliente procedente de los captadores se realizará a una altura comprendida entre el 50% y el 75% de la altura total del mismo.
- b) La conexión de salida de agua fría hacia los captadores se realizará por la parte inferior.
- c) La conexión de agua fría de red al acumulador se realizarán por la parte inferior.
- d) La extracción de agua caliente del acumulador se realizará por la parte superior.

El acumulador está enteramente recubierto con material aislante de poliestireno expandido entre 10 y 12 cm de espesor, posee un diseño que permite mantener la estratificación del agua, imprescindible para su buen funcionamiento como parte de un calefón solar. Los tanques contenedores se construyen en acero inoxidable y es recomendable disponer de una protección mecánica en chapa pintada al horno, PRFV, o lámina de material plástica.

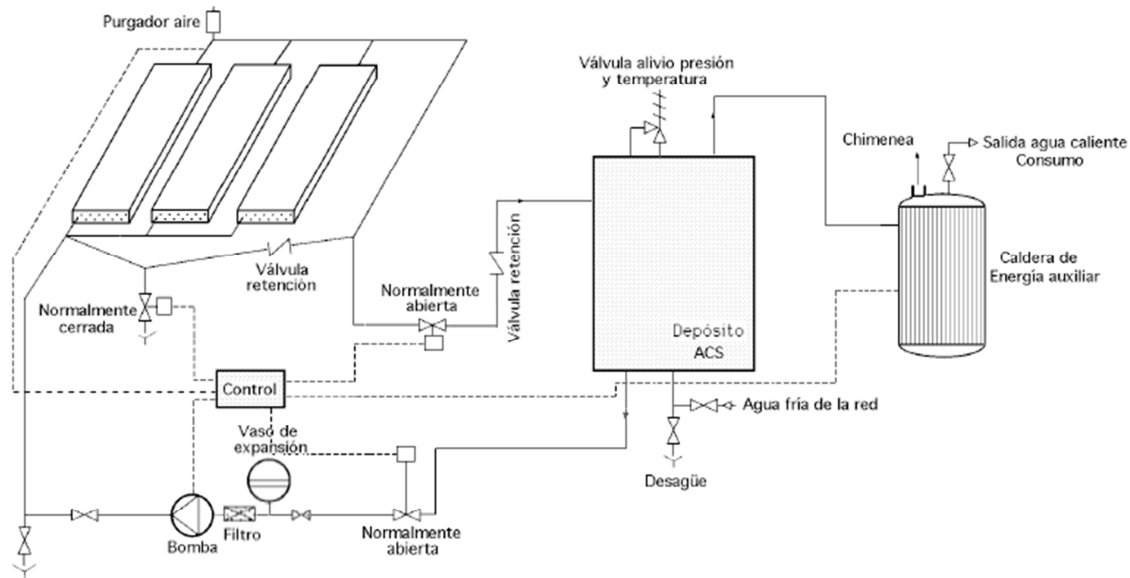


Figura 2: Circuito de ACS utilizado.

3) Bomba de Circulación y Sistema de Control: los materiales de la bomba del circuito primario serán compatibles para agua para consumo humano. El dimensionamiento de la misma dependerá, entre otros, de la pérdida de carga en cañerías. La elección de la bomba se ha dejado para un paso posterior debido a cuestiones técnicas en la definición del tendido de cañerías.

El sistema de control asegurará el correcto funcionamiento de la bomba y la instalación, procurando obtener un buen aprovechamiento de la energía solar captada y asegurando un uso adecuado de la energía auxiliar. El control de funcionamiento normal de las bombas del circuito de captadores, es de tipo diferencial y actúa en función de la diferencia entre la temperatura del fluido portador, en la salida de la batería de los captadores, y la del depósito de acumulación. 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  $2^{\circ}\text{C}$  y no estén paradas cuando la diferencia sea mayor de  $7^{\circ}\text{C}$ , ver figura 3.

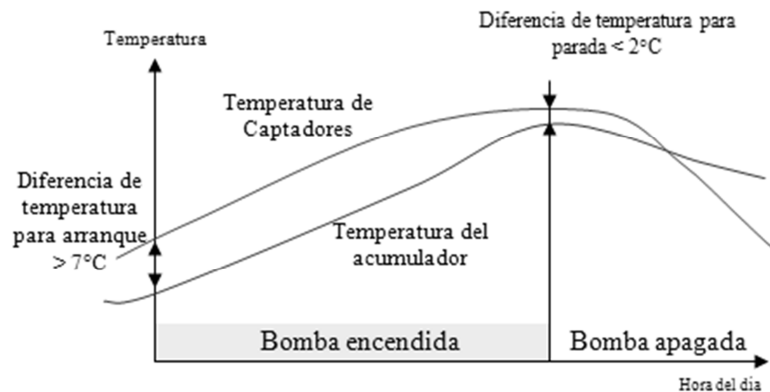


Figura 3: Funcionamiento del sistema de control.

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. El sensor de temperatura de la acumulación se colocará preferentemente en la parte inferior. El sistema de control asegurará por algún medio, que en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales, componentes y tratamientos de los circuitos.

4) Tuberías: en el circuito de agua caliente sanitaria, podrá utilizarse cobre y acero inoxidable. También podrán utilizarse materiales plásticos que soporten las temperaturas máximas del circuito y que esté autorizada su utilización por las compañías de suministro de agua.

Con objeto de evitar pérdidas térmicas, la longitud de tuberías deberá ser tan corta como sea posible y evitar al máximo los codos y pérdidas de carga en general. El aislamiento térmico de las tuberías de intemperie deberá llevar una protección externa que asegure la durabilidad ante las acciones climatológicas, por rayos UV principalmente, admitiéndose revestimientos con pinturas asfálticas, aluminio metálico, poliésteres reforzados con fibra de vidrio o pinturas acrílicas.

5) Prevención de flujo inverso: la instalación del sistema deberá asegurar que no se produzcan pérdidas energéticas relevantes debidas a flujos inversos. La circulación natural que produce el flujo inverso se puede favorecer cuando el acumulador se

encuentra por debajo del captador. En nuestro caso ambos equipos se hallan aproximadamente al mismo nivel y por lo tanto al momento de la ejecución se instalarán válvulas antirretorno para evitar cualquier posibilidad de ello.

6) Purga de aire: instaladas 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 colocan sistemas de purga constituidos por botellines de desaireación y purgador manual o automático.

## INCLINACIÓN Y ORIENTACIÓN DE LOS COLECTORES SOLARES

### Inclinación

Los colectores alcanzan su máxima efectividad cuando están orientados hacia el sol, en un ángulo perpendicular con éste al mediodía. En el caso del hospital tendrán una posición fija y no podrán seguir la trayectoria del sol en el cielo. De esta manera, no estarán orientados con un ángulo óptimo (90 grados) durante toda la jornada. A causa de lo anterior se determinará el ángulo de inclinación respecto al plano horizontal.

En la mayoría de los casos este ángulo coincide con la latitud del lugar de la instalación. Normalmente se suele tomar uno mayor, aproximadamente de 12° a 15°, en beneficio de una mayor captación durante el invierno, cuando la luminosidad disminuye, a costa de una peor captación en verano, cuando hay una mayor cantidad de luz. Con este criterio y a partir del valor correspondiente a la latitud de Las Parejas: 32° Sur, determinamos finalmente la inclinación.

$$\text{Angulo de inclinación} = (\text{Latitud del lugar} + 12^\circ \text{ a } 15^\circ) = (32^\circ + 13^\circ) = 45^\circ \quad (6)$$

### Orientación

En nuestro hemisferio, la orientación de los colectores es hacia el norte. Las desviaciones hacia el oeste o hacia el este en un ángulo inferior a 30° hacen disminuir la radiación diaria recibida en un pequeño valor que se cifra en menos del 5%. Por el contrario, para ángulos superiores, las pérdidas en la irradiación captada son considerables. En resumen, la orientación del campo de colección mirará directamente hacia el norte, aunque, en caso de obstrucciones fuera de nuestro alcance o limitaciones técnicas estructurales, se admitirá una variación máxima de 15°.

### Distancia entre colectores

La separación entre líneas de captadores se establece de tal forma que, al mediodía solar del día más desfavorable (altura solar mínima) del período de utilización, la sombra de la arista superior de una fila ha de proyectarse, como máximo, sobre la cresta inferior de la siguiente. En equipos de utilización anual el día más desfavorable corresponde al 21 de Junio. En este día, la altura solar mínima al mediodía solar tiene el valor:

$$H_{\text{mínima}} = (90^\circ - \text{Latitud del lugar}) - 23^\circ = (90^\circ - 32^\circ) - 23^\circ = 35^\circ \quad (7)$$

En la figura 4 se representa una disposición típica de equipos:

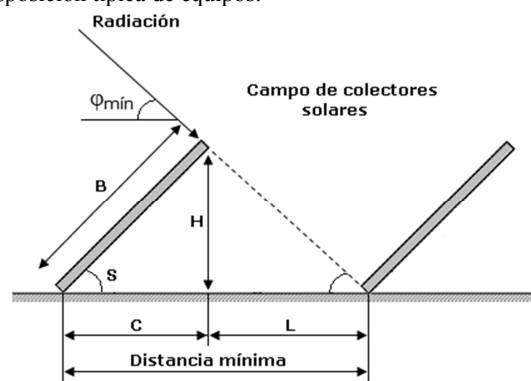


Figura 4: Inclinación de los Captadores.

La distancia mínima entre captadores para que la fila anterior no proyecte sombras sobre la posterior, se determina mediante la ecuación:

$$\text{tg } \varphi_{\text{mín}} = \frac{H}{L} = \frac{B \times \text{sen } S}{\text{Dist}_{\text{mín}} - B \times \text{sen } S} \quad (8)$$

Donde:

S= inclinación del panel.

B= longitud del panel.

$\varphi_{\text{mín}}$ = ángulo de incidencia solar para la peor condición.

Despejando de la ecuación 8 y tomando algunos datos de la tabla 4 obtenemos la distancia mínima entre fila de captadores.

Modelo	Área útil	Dimensiones	Peso
2,5m <sup>2</sup>	2,43m <sup>2</sup>	2,52m x 1,02m x 10cm	Vacio = 40kg. / Lleno = 47Kg.

Tabla 4: Datos técnicos de los colectores utilizados.

$$Dist_{\min} = 1,02 \text{ m} \times \cos 45^\circ + \frac{1,02 \text{ m} \times \text{sen } 45^\circ}{\text{tg } 35^\circ} = 1,64 \text{ m} \quad (9)$$

#### Lay out de colectores sobre techo

La instalación de colectores solares se llevará a cabo en el ala sur del hospital, sobre los techos de las áreas de sala de máquinas, lavadero, cocina, etc., lo más cercano posible a la zona de tanques donde se encuentran los reservorios térmicos del circuito de ACS. La figura 5 representa un esquema de ello. La disposición de los 10 equipos, de 2,5 m<sup>2</sup> cada uno, se ejecutará respetando cada uno de los resultados obtenidos en los puntos anteriores.

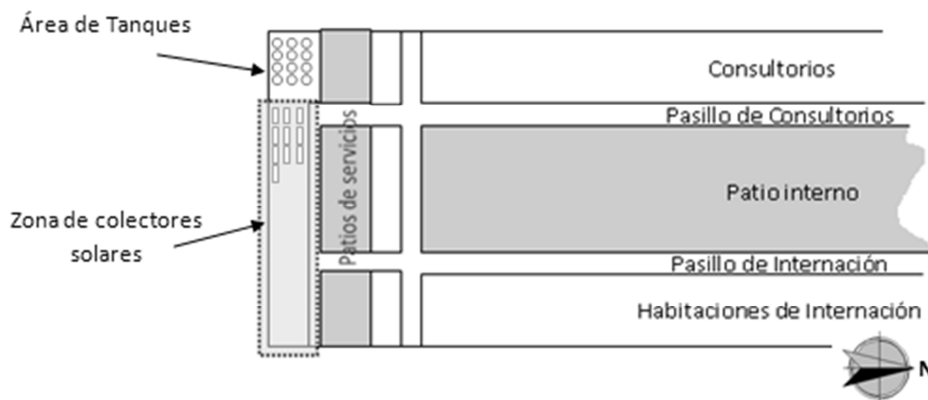


Figura 5: Esquema de distribución de colectores sobre techos del hospital.

#### CONCLUSIONES

El dimensionamiento de la instalación resultó técnicamente factible. Este resultado fue comunicado a los proyectistas del Hospital Las Parejas, quienes aceptaron el diseño y realizaron el correspondiente llamado a licitación para la compra de equipamiento y la ejecución de la obra.

En la actualidad el hospital se encuentra en etapa de construcción, una vez finalizado y puesto en funcionamiento, el sistema de ACS solar cubriría el 80% de la demanda energética para el calentamiento de agua, lo cual produciría un ahorro de combustibles convencionales y con ello un impacto positivo para el ambiente.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Código Técnico de la Edificación (2009). Sección HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria. España.
- Jiménez López, L. (2003). Instalaciones hidrosanitarias. Barcelona: Ceac.
- Osakidetza (2009). Guía de Higiene de Manos para Profesionales Sanitarios. País Vasco: Grupo de trabajo de Higiene de Manos de la Comisión INOZ.

#### ABSTRACT

The objective of this research work was to analyze the sizing of a heating system with flat solar collectors. The study was based on a real practical case aimed to supply the Domestic Hot Water (DHW) system of a hospital that is being built in the city of Las Parejas, Santa Fe, Argentina. We will provide details of the calculations made for the heating system sizing: the determination of DHW consumption by means of interviews to the staff of a hospital with similar characteristics to the one studied here, the accumulation tanks sizing, the selection of support equipment supplied with conventional energy, the calculation of collector area and a brief description of the piping and accessory circuit. Studies have determined the technical feasibility of developing the DHW service with 25 m<sup>2</sup> flat solar collectors.

**Keywords:** solar energy, water heating, application in hospital.