

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
Unidad de Posgrado



Tesina para Optar el Título de Segunda Especialización  
Profesional en Energía Solar

“INTRODUCCIÓN, DIFUSIÓN Y ACEPTACIÓN DE  
TECNOLOGÍA SOLAR TÉRMICA EN JAUJA, APLICADA AL  
CALENTAMIENTO DE AGUA EN PISCINAS”

Presentada por:

**Eduardo Briceño Yactayo**

Asesor:

Ing. Rafael Espinoza Paredes

**LIMA – PERÚ**

**2015**

## INDICE DE CONTENIDOS

CAPITULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN .....	2
1.3 OBJETIVO.....	4
CAPITULO II.....	5
FUNDAMENTOS .....	5
2.1 ORIGEN Y CARACTERÍSTICAS DE LA ENERGÍA SOLAR .....	5
2.2 ENERGÍA SOLAR DISPONIBLE EN LA SUPERFICIE TERRESTRE.....	6
2.2.1 Ángulo de Incidencia de la Radiación Solar.....	7
2.2.2 El Tiempo de Exposición de un lugar a la Radiación Solar .....	8
2.3 SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA SOLAR.....	9
2.4 ENERGÍA SOLAR TÉRMICA ACTIVA DE BAJA TEMPERATURA .....	10
2.4.1 Colector Solar Plano.....	11
2.4.2 Rendimiento del Colector Solar Plano .....	11
2.5 MARCO NORMATIVO.....	15
CAPITULO III.....	18
DESARROLLO DEL TRABAJO .....	18
3.1 LOCALIZACIÓN Y CLIMATIZACIÓN DEL LUGAR .....	18
3.2 EVALUACIÓN DEL RECURSO SOLAR DEL LUGAR.....	18
3.3 CONSIDERACIONES ENERGÉTICAS Y POSIBILIDADES DEL USO DE LA ENERGÍA SOLAR PARA EL CALENTAMIENTO DEL AGUA.....	19
3.4 PÉRDIDAS DE CALOR .....	21
3.4.1 Pérdidas De Calor Por Evaporación .....	21
3.4.2 Pérdidas o Ganancias de Calor por Radiación .....	21
3.4.3 Ganancias de Calor por Convección .....	21
3.4.4 Pérdidas de Calor por Conducción .....	22
3.5 DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN .....	22
3.5.1 Características de la Instalación .....	24
3.5.2 Principios de Diseño.....	24
3.5.3 Descripción del Sistema .....	25
3.6 ESQUEMA Y FUNCIONAMIENTO.....	27
3.7 TERMAS SOLARES PARA LAS DUCHAS DEL CAMERINO.....	28
3.8 ARREGLO DE COLECTORES SOLARES PARA LAS PISCINAS.....	30
3.9 BREVE INTRODUCCIÓN A LOS PRINCIPIOS Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA SOLAR CALENTAMIENTO DE AGUA .....	31
3.10 COLECTORES SOLARES .....	32
3.11 MANTA TÉRMICA REFORZADA.....	32
3.12 MANTAS TÉRMICAS PARA EL AISLAMIENTO DE LA PISCINA .....	33
3.13 CUBIERTAS PARA PISCINA .....	33
3.14 SISTEMA DE CONTROL Y REGULACIÓN .....	35
3.15 INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN Y PRECAUCIONES .....	35

3.16 CUIDADO Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN LA INSTALACIÓN DE LOS COLECTORES Y TERMAS SOLARES .....	36
3.17 METRADO Y PRESUPUESTO.....	38
3.18 EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	41
CAPITULO IV .....	42
CONCLUSIONES .....	43
BIBLIOGRAFIA.....	44

## **INDICE - ANEXOS**

- PLANOS
- CARACTERISTICAS DEL CAMPO: PISCINA SEMI OLIMPICA COLEGIO SALESIANOS HUANCAYO
- VISTAS FOTOGRAFICAS
- NORMATIVIDAD
- LISTADO DE EMPRESAS DE ENERGIA SOLAR TERMICA – PERU
- PRECIOS DE CALENTADORES SOLARES
- INFORMACION NACIONAL: EXPERIENCIA DEL PROYECTO EN EL PAIS
- INFORMACION INTERNACIONAL: CASO URUGUAY
- INFORMACION GENERAL: ENERGIA SOLAR TERMICA

# INTRODUCCIÓN, DIFUSIÓN Y ACEPTACIÓN DE TECNOLOGÍA SOLAR TÉRMICA EN JAUJA, APLICADA AL CALENTAMIENTO DE AGUA EN PISCINAS

## RESUMEN

El Perú por su ubicación y condiciones geográficas y ambientales, es un país privilegiado por las grandes potencialidades de energía solar, disponibles durante todo el año, en extensas zonas de toda la franja de la Sierra del Perú, se han registrado niveles de radiación del orden de 5 a 6 kWh/m<sup>2</sup> día. En la Sierra Sur del país, la energía solar alcanza niveles promedio no menores de 6 kWh/m<sup>2</sup> día, en la Costa Norte se cuenta con niveles de radiación promedio de 4 a 5 kWh/m<sup>2</sup> día y en la región de la Selva Alta y parte de la Selva Baja dicho nivel se sitúa en un rango de 4,5 a 5 kWh/m<sup>2</sup> día.

La falta de divulgación, carencia de una visión empresarial, barreras climatológicas, falta de incentivos y apoyo estatal, no han permitido el desarrollo sostenible de aprovechamiento de este importante recurso energético de transformación en energía térmica o energía fotovoltaica.

En el caso específico que nos ocupa en este interesante tema, está ampliamente demostrado la viabilidad de la transformación de la energía en energía térmica para el calentamiento del agua, sobre todo en zonas de ambiente frío como la Sierra, donde el agua corriente o de la red baja hasta los 8°C, con el uso adecuado de calentadores solares y su aplicación para el calentamiento del agua de una piscina semiolímpica, es posible levantar y mantener la temperatura entre 22°C y 24°C, temperatura agradable para uso intensivo en la práctica de la Natación, con fines deportivos y de salud

En el caso de Jauja, para mantener temperada el agua de la Piscina, de acuerdo a los cálculos y tomando como referencia la experiencia del CEP Salesianos de Huancayo, se requiere instalar:

- 12 colectores solares modelo MK-50II para la piscina de niños
- 75 colectores solares modelo MK-50II para la piscina semi - olímpica
- 05 termas solares modelo TZCD1500/24C-200 para las duchas.

## CAPITULO I

### INTRODUCCIÓN

#### 1.1 Antecedentes

El Perú tiene una cultura energética arraigada en la utilización de combustibles fósiles. El precio de estos combustibles es alto por los impuestos que se le gravan, lo que hace atractivo la búsqueda de alternativas energéticas como la energía solar, que se encuentra disponible en extensas zonas de toda la franja de la Sierra del Perú, registrándose niveles de radiación del orden de 5 a 6 kWh/m<sup>2</sup> día. En la Sierra Sur del país, la energía solar alcanza niveles promedio no menores de 6 kWh/m<sup>2</sup> día, en la Costa Norte se cuenta con niveles de radiación promedio de 4 a 5 kWh/m<sup>2</sup> día y en la región de la Selva Alta y parte de la Selva Baja dicho nivel se sitúa en un rango de 4,5 a 5 kWh/m<sup>2</sup> día.

En muchas ciudades del Perú, el uso de Sistemas de Calentamiento de Agua con Energía Solar (SCAES) en los domicilios no es tan generalizado. Esto se debe a la falta de divulgación, carencia de una visión empresarial, barreras climatológicas, falta de incentivos y apoyo estatal. Evidentemente, hay zonas en el país donde estos equipos son conocidos, como Tacna, Puno, Cusco, Arequipa, Ayacucho, Huancayo y algunas ciudades del norte. Sin embargo, se puede constatar que algunos fabricantes frustran las expectativas generadas con sus equipos, principalmente en razón de la utilización de materiales inadecuados o la desobediencia a las normas de fabricación. Así, acaban convirtiéndose en un gran obstáculo para la difusión de la tecnología solar térmica.

En el país, el uso de SCAES se da desde 1900 como sucedió por ejemplo, en Arequipa, donde fueron instalados los primeros sistemas solares residenciales para fines de higiene personal, lavado de ropa y utensilios. Se estima que hasta el 2011 existían más de 38700 termas solares a nivel Nacional, de los cuales alrededor del 90% están en la ciudad de Arequipa.

Hasta el 2011 en la ciudad de Arequipa había más de 44 empresas dedicadas al negocio de Sistemas de Calentamiento de Agua con Energía Solar (SCAES) para sistemas de placa plana y tubos al vacío, pero ninguna de estas empresas cuenta

con certificación de sus productos.

En cuanto al panorama normativo del Perú, se tiene aprobada la NTP 399.405 2007 que establece los procedimientos de ensayo y permiten definir el rendimiento de los SCAES bajo exposición directa a la radiación solar. Esta norma está en concordancia con la norma extranjera ISO 9459-2.

## **1.2 Justificación**

La radiación solar tiene su origen en el Sol que está formado eminentemente por hidrógeno y se encuentra a una temperatura de 20 millones de grados Kelvin. En estas condiciones se producen reacciones de fusión nuclear entre los átomos de hidrógeno, las cuales generan átomos de helio y una energía de equivalente a 64.070 kW por m<sup>2</sup>.

Debido a la distancia que separa la Tierra del Sol no toda esa radiación llega a nosotros, concretamente solo unos 1.367 W/m<sup>2</sup>. Además, al atravesar la atmósfera terrestre se atenúa este valor disminuyendo significativamente su intensidad, según las concentraciones de los gases que componen la atmósfera, características climáticas, latitud del territorio, etc.

Los Sistemas Solares Térmicos aprovechan parte de la energía que tiene dicha radiación para aumentar la temperatura de sus colectores solares que se colocan estratégicamente aprovechando el mayor porcentaje posible de esta radiación.

Después, esta energía es transferida al líquido portador, que en la mayoría de los casos es agua.

El funcionamiento básico de este sistema consiste en el calentamiento de un fluido (agua, aire,...) mediante el aprovechamiento de los rayos solares que inciden sobre una superficie por la que pasa dicho fluido.

Desde el comienzo de nuestra existencia el Sol es el que nos ha provisto de alimentos y energía, pero además hemos querido aprovechar sus cualidades para otros fines. En el siglo XV, Leonardo Da Vinci, desarrolló un mecanismo de reflexión en forma parabólica para utilizarlo como arma en época de guerra contra los navíos que se acercaban a la costa. A finales del siglo XIX, en pleno desarrollo de la era

industrial, se empieza a consolidar esta energía como medio económico para el calentamiento de agua para fines domésticos.

La Tecnología Solar Térmica se ha desarrollado mucho y sus aplicaciones son muy variadas. La clasificación de los distintos sistemas térmicos se realiza en función de la temperatura a la que se eleva el fluido calor-transportador, siendo los sistemas de baja temperatura los descritos en esta sección. Los sistemas que trabajan a media y alta temperatura reciben la denominación de Termoeléctricos.

La energía solar está en auge en nuestros días, cada vez somos más los que abogamos por una energía limpia, renovable y eficiente.

En términos generales, en nuestro país se dispone, en promedio anual, de 4-5 kWh/m<sup>2</sup> día en la costa y selva y de 5-6 kWh/m<sup>2</sup> día en la sierra.

Según estos datos, es evidentemente lógico apostar por el empleo de la energía solar, sobre todo en un momento como el actual, en el que se atraviesa una crisis energética, debido al incesante incremento de demanda de las fuentes de energía de origen fósil y la amenaza de su agotamiento en un futuro no tan lejano.

Todo esto junto a la política del gobierno, de promover el uso intensivo de la energía solar para generación de energía, impulsado por la subasta RER se han ejecutado cuatro proyectos solares de 80 MW en actual funcionamiento en el Sur del Perú y el programa masivo de electrificación a localidades rurales y remotas de la selva peruana, favorecen la implantación de instalaciones basadas en estas energías limpias y renovables, y los avances técnicos del sector, hacen viable la ejecución del proyecto descrito en este documento.

En este documento se expone el Proyecto de Diseño de una Instalación Solar Térmica para Piscina a ser ubicada en la ciudad de Jauja, Provincia de Jauja, Departamento de Junín, la misma que será una réplica del existente en actual funcionamiento en el Colegio Salesianos de la ciudad de Huancayo.

### **1.3 Objetivo**

#### **Objetivo General**

Estudiar la introducción, difusión y aceptación de la tecnología solar térmica en la ciudad de Jauja aplicada al calentamiento de agua en piscinas.

El objeto principal del presente proyecto es temperar el agua de la Piscina Semi Olímpica y Piscina de Niños en la ciudad de Jauja.

Este proyecto se fundamenta en el cumplimiento de varios preceptos: su viabilidad económica, su ahorro real de energía y costo asequible.

Mediante estudios energéticos preliminares, se ha comprobado la viabilidad y rentabilidad del proyecto, con los consiguientes beneficios por la implantación de tecnologías limpias para el abastecimiento de recursos energéticos, colaborando así a alcanzar los objetivos medioambientales fijados a nivel estatal.

Dados los expositivos anteriores, se pretende mediante el presente proyecto instalar en el techo del edificio de la Piscina paneles solares térmicos para el aprovechamiento requerido.

Con dicho fin, en el presente Proyecto se define, calcula, mide y valora, las obras y acondicionamientos a ejecutar.



## CAPITULO II

### FUNDAMENTOS

#### 2.1 Origen y Características de la Energía Solar

Se entiende por energía solar aquella que de forma directa o indirecta procede del Sol. El Sol es una estrella con un diámetro medio de  $1,39 \cdot 10^9$  m y una masa de  $2 \cdot 10^{30}$  kg, constituida por diversos elementos químicos en estado gaseoso, principalmente hidrógeno y helio (Martín y Ramírez, 1997). En su interior se produce de forma espontánea y continua la fusión de núcleos de hidrógeno para formar núcleos de helio. Debido a esta reacción de fusión nuclear se genera una enorme cantidad de energía en forma de calor. Como consecuencia de la elevada temperatura del Sol (de 8 a 40 millones de grados Kelvin en el interior del mismo y alrededor de 6.000 K en la superficie), éste emite energía en forma de radiación electromagnética. A la radiación electromagnética emitida por el Sol se la conoce con el nombre de radiación solar y está constituida por un conjunto de ondas electromagnéticas de distintas longitudes de onda, que constituyen el espectro de dicha radiación. Como cualquier otra radiación del espectro electromagnético, la radiación solar puede ser analizada atendiendo a su naturaleza ondulatoria o corpuscular. De acuerdo con el primer aspecto, la radiación solar se comporta, en cuanto a su propagación, como una onda electromagnética en el espacio libre, caracterizada por su longitud de onda ( $\lambda$ ) y su velocidad de propagación en dicho espacio,  $c = 2,99792458 \cdot 10^8$  m/s (Sears *et al.*, 1996). Esto quiere decir que la radiación solar viaja en línea recta apartándose del Sol a la velocidad de la luz y que, si bien no hay pérdida de energía alguna en dicho espacio libre, la intensidad de la radiación decrece inversamente al cuadrado de la distancia al Sol. Es por ello que la Tierra intercepta tan sólo dos millonésimas partes de la energía total emitida por el Sol (Guardado y Artigao, 1990).

Estudiada la radiación desde el punto de vista corpuscular, ésta puede ser considerada como un conjunto de fotones dotados de diferente energía según sea la longitud de onda de la radiación, que se relaciona con la energía de los fotones atendiendo a la Ecuación de Planck (Sears *et al.*, 1996):

$$e = h c / \lambda \quad (1)$$

Donde:

“ $h$ ” es la constante de Planck ( $6,6260755 \cdot 10^{-34}$  J·s),

“ $\lambda$ ” es la longitud de onda expresada en metros y

“ $c$ ” la velocidad de la luz en m/s.

Según esta ecuación, la energía asociada a los fotones es inversamente proporcional a su longitud de onda.

## 2.2 Energía Solar disponible en la Superficie Terrestre

En el caso de la radiación solar, el flujo energético transportado decrece de forma inversa al cuadrado de la distancia al Sol. Es lógico suponer que la cantidad de energía solar disponible en un lugar cercano al Sol será mayor que la disponible en un lugar alejado del mismo. Surge entonces la cuestión de qué cantidad de energía solar llega a la superficie terrestre, y si ésta es suficiente para el mantenimiento de los procesos vitales dependientes de la misma y para otros aprovechamientos tecnológicos. Para dar contestación a estas preguntas, se estableció la cantidad de radiación que se puede interceptar en el límite de la atmósfera, y a este valor se le dio el nombre de constante solar. La constante solar se define como *“la cantidad de energía recibida desde el Sol, por unidad de tiempo, sobre una superficie unidad situada perpendicularmente a los rayos del Sol, en el límite de la atmósfera y a la distancia media anual Tierra - Sol”*. Su valor se ha establecido en  $4921 \text{ kJ/m}^2 \cdot \text{h}$ ,  $1367 \text{ W/m}^2$  o  $1,96 \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{min}$ , dato adoptado en 1980 por el World Radiation Center (Bilbao, 1993; Martín y Ramírez, 1997). La constante solar representa la máxima densidad de flujo energético que se podría aprovechar en la Tierra, pero no la que en realidad se intercepta, ya que la radiación solar que incide en un determinado punto de la superficie terrestre, depende de los siguientes factores: a) Movimiento de rotación de la Tierra alrededor de su eje, inclinación del eje y esfericidad terrestre. b) Movimiento de traslación de la Tierra alrededor del Sol. c) Influencia de la atmósfera terrestre. La rotación de la Tierra alrededor del eje de los polos, se efectúa en un día sideral de 23 horas, 56 minutos y 4,91 segundos. La velocidad angular de rotación es de  $7,3 \cdot 10^{-5} \text{ rad/s}$  (Martín y Ramírez, 1997). El eje de la Tierra en los polos tiene una inclinación de  $23,45^\circ$  respecto a la normal a la eclíptica (órbita que describe la Tierra en su movimiento de traslación alrededor del Sol). Como consecuencia de esta inclinación sólo habrá un punto del globo en que los rayos incidan perpendicularmente a la superficie terrestre ya que en el resto del planeta incidirán de forma oblicua. Debido a los procesos descritos, en un lugar concreto de la Tierra la cantidad de energía recibida depende de dos factores: 1. El

ángulo con que incidan los rayos solares en ese punto. 2. El tiempo de exposición del lugar a la radiación solar.

### 2.2.1 Ángulo de Incidencia de la Radiación Solar

Supóngase una superficie  $S'$  que recibe los rayos solares formando un ángulo  $\alpha$  con la normal a dicha superficie,  $N$ , y otra superficie  $S$  perpendicular a los rayos del Sol, de acuerdo con la figura 1. Según el esquema, la energía captada por la superficie  $S'$  es la misma que la captada por la superficie  $S$ , ya que ambas interceptan la misma cantidad de rayos solares. La energía en la superficie  $S$  tendrá un valor dado por la siguiente ecuación:

$$E = I \cdot S \cdot t(2)$$

Donde

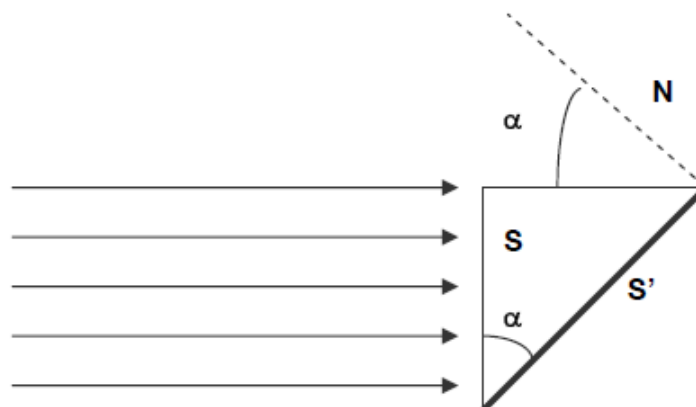
$E$  representa la cantidad de energía captada,

$I$  la densidad de flujo,

$S$  la superficie de captación y

$t$  el tiempo de exposición.

**Figura 1: Esquema de la Incidencia de la Radiación Solar sobre Superficies Oblicuas**



Dado que las dos superficies están relacionadas a través de la expresión  $S = S' \cdot \cos \alpha$ , la ecuación anterior podría expresarse como:

$$E = I \cdot S' \cdot \cos \alpha \cdot t \quad (3)$$

Atendiendo a esta relación, únicamente cuando  $\alpha = 0$  la insolación es máxima y a medida que el ángulo de inclinación aumenta, el  $\cos \alpha$  disminuye, siendo la energía captada menor. Como consecuencia de ello la menor insolación (medida como valor medio a lo largo del año) se da en los polos y la mayor en la zona intertropical. Este hecho explica la distribución general de temperaturas medias por latitudes (Guardado y Artigao, 1990).

### 2.2.2 El Tiempo de Exposición de un lugar a la Radiación Solar

Como ya se ha indicado, el movimiento de rotación de la Tierra alrededor de su propio eje hace que siempre haya una mitad del planeta en oscuridad (durante la noche) con lo que, en esos momentos, no se puede captar energía solar. Durante el día, el tiempo de exposición a los rayos solares varía de un emplazamiento a otro debido a la inclinación del eje terrestre respecto al plano de la eclíptica, lo que genera diferentes duraciones del día según la latitud del lugar. La insolación es directamente proporcional a la duración de la radiación solar y, por tanto, cuanto mayor sea la duración del día, mayor será la energía captada por la superficie considerada, si los demás factores son similares. Los dos factores que se han expuesto en este epígrafe (ángulo de incidencia de los rayos solares y duración del día), explican las elevadas temperaturas de verano en nuestras latitudes, debido a que los rayos del Sol inciden más próximos a la perpendicular en la superficie y a la mayor duración del día (Guardado y Artigao, 1990)

La declinación varía continuamente en el recorrido de la Tierra en su órbita alrededor del Sol, alcanzando un valor máximo de  $23,45^\circ$  y un valor mínimo de  $-23,45^\circ$  (Martín y Ramírez, 1997). Para el cálculo de la declinación solar en un día determinado, en el Hemisferio Norte, se aplica la fórmula de Cooper (Portillo, 1985; Martín y Ramírez, 1997):

$$\delta = 23,45 \text{ sen}[(360/365) \cdot (284 + n)] \quad (5)$$

Siendo:

$\delta$  = declinación solar en grados

n = número de días transcurridos desde principio de año

El paso de la radiación a través de la atmósfera terrestre influye en la intensidad de la radiación ya que cuando los rayos solares atraviesan la atmósfera, una parte de ellos no sufre modificación alguna y llegan a la superficie terrestre, otra parte es dispersada por la atmósfera, algunas longitudes de onda son absorbidas y, por último, parte es reflejada. La parte de radiación que atraviesa la atmósfera sin sufrir modificación alguna es de onda corta (normalmente luminosa) y llega a la superficie terrestre como tal, constituyendo la llamada *radiación directa*.

Hay otra parte de la radiación solar que es dispersada. En la atmósfera existen gases y otras partículas en suspensión como polvo, humo, etc. Los rayos solares al chocar contra estas moléculas se desvían en todas las direcciones, recibiendo este fenómeno el nombre de dispersión. Los rayos luminosos de poca longitud de onda son los más dispersados y los rayos de mayor longitud de onda apenas se dispersan. De los colores visibles en que se descompone la luz solar el azul es el que se dispersa con mayor intensidad y a esta dispersión se debe, precisamente, el color azul del cielo.

No toda la energía que llega a la superficie terrestre es aprovechable, ya que de la radiación global incidente, una parte se pierde por reflexión. Se concluye que, si bien la cantidad de energía que llega anualmente a nuestro planeta alcanza un valor muy elevado,  $15 \cdot 10^{17}$  kW·h (De Francisco y Castillo, 1985), incide sobre la superficie terrestre con una densidad muy baja, con valores máximos de  $1000 \text{ W/m}^2$  (Palz, 1980; De Francisco y Castillo, 1985, Ibáñez *et al.*, 2005). Resumiendo lo anteriormente expuesto, la radiación solar que llega a la superficie de la Tierra está condicionada por dos fenómenos de distinta naturaleza: - Factores astronómicos. Dependen de la geometría Tierra-Sol. Son función de la posición relativa entre el Sol y la Tierra y de las coordenadas geográficas del lugar considerado, es decir, su latitud y longitud. Condicionan el recorrido de la radiación a través de la atmósfera y el ángulo de incidencia de los rayos solares. Son función, por tanto de la altura solar en cada instante y, para cada altura solar, se puede definir una radiación máxima esperable. - Factores climáticos. Atenúan la radiación máxima esperable atendiendo a los condicionantes astronómicos.

### **2.3 Sistemas de Aprovechamiento de la Energía Solar**

La Energía Solar se puede aprovechar de dos formas: por captación térmica y por captación fotónica.

La captación térmica aprovecha que la energía solar al ser interceptada por una superficie absorbente se degrada, apareciendo un efecto térmico.

La captación fotónica, como indica su nombre, está basada en las propiedades de los fotones asociados a las radiaciones electromagnéticas. La captación energética a través de células solares o fotovoltaicas permite la transformación energética de la radiación solar en energía eléctrica aprovechando las propiedades eléctricas de los materiales semiconductores.

El hombre aprovecha tecnológicamente la energía solar tanto por captación térmica (*energía solar térmica*) como por captación fotónica (*energía solar fotovoltaica*).

En el caso de la energía solar térmica, se pueden usar sistemas solares pasivos o activos, clasificándose estos últimos según el rango de temperatura que es posible obtener con el elemento mecánico. Así, se habla de energía solar de baja temperatura cuando se obtienen valores inferiores a los 100 °C, energía solar de media temperatura cuando se generan temperaturas entre 100 °C y 250 °C y energía solar de alta temperatura cuando las aplicaciones requieren temperaturas superiores a 250 °C (IDAE, 1992a). Este tipo de energías, en las que se obtiene energía térmica sin un proceso de combustión, presenta ventajas desde el punto de vista medio ambiental, como son la disminución de la contaminación atmosférica generada por el uso de combustibles fósiles, así como los impactos generados de su extracción, transformación y transporte, y el uso de un recurso energético inagotable y propio que favorece la disminución de la dependencia económica entre países. Sin embargo se produce un impacto ambiental negativo con relación a su efecto visual paisajístico y a la limitación en el uso del suelo (IDAE, 1992a). A continuación se describirán los aspectos técnicos más relevantes de la energía solar térmica activa de baja temperatura.

#### **2.4 Energía Solar Térmica Activa de Baja Temperatura**

Este tipo de aprovechamiento tecnológico se basa en la optimización de las propiedades físicas de transferencia de calor por conducción, convección y radiación. Su principal aplicación es la generación de agua caliente sanitaria para viviendas o edificios públicos y la climatización de piscinas, aunque se investigan otros posibles usos entre los que se encuentran variadas aplicaciones agrícolas como calentamiento de sustratos de invernadero para flor cortada (García *et al.*,

1987), calentamiento de agua para riego de un suelo solarizado (Abu-Gharbich *et al.*, 1990), desinfestación de sustratos de semilleros (Ghini, 1993), almacenamiento en el suelo de energía solar para calefacción de invernaderos (Kurata y Takakura, 1991; Montero, 1997; Bargach, *et al.*, 2004), obtención de agua templada para riego de invernaderos (SOLUMED, 2000) o desarrollo de un sistema mecánico de bombeo (Larson *et al.*, 2002). Un sistema completo de captación térmica requiere el acoplamiento de cuatro subsistemas (Portillo, 1985; IDAE, 1992a): - Subsistema colector, destinado a captar o recoger la energía procedente del Sol. - Subsistema de almacenamiento, cuya finalidad es acumular la energía para poderla ofrecer en cualquier momento que se demande.

#### **2.4.1 Colector Solar Plano**

El elemento activo de la instalación es el llamado colector o panel solar plano, que constituye el subsistema colector. Los colectores solares captan tanto la radiación directa como la difusa y carecen de sistemas de seguimiento de la posición del Sol a lo largo del día. En el Hemisferio Sur los colectores se colocan orientados al Norte e inclinados respecto a un plano horizontal. Los elementos básicos que componen un colector solar plano son: - Placa captadora o superficie absorbente. Su misión es absorber lo más eficazmente posible la radiación solar, transformándola en energía térmica utilizable mediante su transferencia a un fluido caloportador. Debe presentar una alta absorptancia,  $\alpha$  (cantidad de radiación absorbida en relación a la radiación incidente) y una baja emitancia,  $\xi$  (relación entre la radiación energética emitida por una superficie real y la emitida por un cuerpo negro a igual temperatura).

#### **2.4.2 Rendimiento del Colector Solar Plano**

Se puede considerar un colector solar como un intercambiador de calor capaz de utilizar la radiación solar para aumentar la energía interna de un fluido de trabajo. Si por los tubos del colector circula un fluido, la energía útil cedida al mismo en la unidad de tiempo vendrá dada por la expresión 7 (Rodríguez, 1993):

$$q = m \cdot C_p \cdot (T_s - T_a) \quad (7)$$

Siendo:

- q : Energía útil cedida al fluido (J/s)
- m : Velocidad de flujo másico a través del colector (kg/s)
- cp : Calor específico a presión constante del fluido caloportador (J/kg·°C)
- Ts-Te : Incremento de la temperatura del fluido en un paso a través del colector (°C)

El balance energético en un colector plano depende por un lado de las ganancias energéticas generadas en el colector como consecuencia de la absorción de la radiación solar y, por otro, de las pérdidas energéticas desde el colector como consecuencia de la convección, conducción y radiación producidas por el aumento de su temperatura (Daniels, 1982). La optimización en el diseño de un colector pasa por encontrar un compromiso entre la absorción de energía solar y las pérdidas térmicas. La ecuación que refleja este compromiso es la que da el calor útil captado por el colector, que expresado en función de la temperatura del absorbente será (Ajona, 1997a; Ibáñez *et al.*, 2005):

$$q_u = A[\eta_0 I_a - U_L(T_{abs} - T_{amb})] \quad (8)$$

Donde:

- qu : Calor útil captado por el colector (J/s)
- A : Superficie del captador (m<sup>2</sup>)
- η<sub>0</sub> : Eficacia óptica del colector (proporción de energía solar disponible en el plano de apertura del colector que es absorbida en el absorbente)
- I<sub>a</sub> : Radiación solar disponible en el plano de apertura del colector (W/m<sup>2</sup>)
- U<sub>L</sub> : Coeficiente global de pérdidas del colector hacia el ambiente (W/m<sup>2</sup> · °C)
- T<sub>abs</sub> : Temperatura del absorbente (°C)
- T<sub>amb</sub> : Temperatura ambiente (°C)



Como se observa, en la ecuación 8, aplicable a cualquier colector, hay un factor de eficacia óptica y otro de pérdidas térmicas. Reducir las resistencias térmicas genera una reducción del valor de la eficacia óptica o un aumento considerable de los costes (Ajona, 1997a). Palz (1980) determina que el rendimiento de un colector de placa plana está entre el 75% y el 80%, cifras similares a las que proponen Ibáñez *et al.* (2005) y que quedan recogidas en la tabla 4. Para un panel plano la eficacia óptica del colector se puede sustituir por el producto entre el factor de transmitancia de la cubierta,  $\tau$ , y el de absorción de la placa captadora,  $\alpha$ . Del total de radiación incidente, la placa absorbe la fracción  $\tau\alpha$  y refleja  $\tau(1-\alpha)$  hacia la cubierta, aunque parte de esta radiación incidente es de nuevo reflejada hacia la superficie captadora. Los parámetros  $\tau$  y  $\alpha$  y su producto, dependen de los materiales del colector y del ángulo de incidencia de la radiación solar (Ibáñez *et al.*, 2005). Por otro lado, es difícil determinar la temperatura de la placa captadora,  $T_{abs}$ , por lo que se sustituye por la temperatura de entrada del fluido en el colector,  $T_e$ . Para ello es preciso aplicar un factor de corrección,  $F_R$ , que conduce a la siguiente ecuación (De Francisco y Castillo, 1985; Ibáñez *et al.*, 2005):

$$q_u = A[F_R \tau \alpha I_a - F_R U_L (T_e - T_{amb})] \quad (9)$$

El factor  $F_R$  se conoce con el nombre de “factor de eficiencia” (Aláiz, 1981), “factor de recogida de calor” (De Francisco y Castillo, 1985), “factor de transferencia” (Doria *et al.*, 1988) o “factor de extracción de calor” (Ibáñez *et al.*, 2005) y relaciona la energía térmica extraída de un colector por el fluido, con la energía útil ganada por el colector si todo él estuviera a la temperatura de entrada del fluido. Toma valores entre 0 y 1 y depende de las características del colector y del caudal del fluido a través del mismo, de forma que  $F_R$  aumenta con el incremento de caudal (De Francisco y Castillo, 1985; Ibáñez *et al.*, 2005). La expresión matemática de  $F_R$  es la siguiente:

$$F_R = \frac{m c_p (T_s - T_e)}{A [I_a - U_L (T_e - T_{amb})]} \quad (10)$$

El rendimiento instantáneo de un colector,  $\eta$ , se define como el cociente entre la energía térmica captada y radiación solar disponible en el plano de apertura del colector:

$$\eta = \frac{q_u}{AI_a} \quad (11)$$

El valor del rendimiento de un colector no es constante, ya que depende de las condiciones de trabajo y ambientales: radiación solar en un momento determinado, temperatura ambiente, velocidad y dirección del viento,.... Sustituyendo el valor de  $q_u$  (de la expresión 9) en la fórmula 11 se tiene:

$$\eta = \frac{q_u}{AI_a} = F_R \tau \alpha - F_R \frac{U_L(T_e - T_{amb})}{I_a} \quad (12)$$

Para determinar la curva de rendimiento de un colector las mediciones se deben realizar bajo condiciones estacionarias, es decir, manteniendo casi constante la radiación solar, la velocidad del viento y las temperaturas de entrada del fluido y ambiente, durante un periodo de tiempo en el que la temperatura de salida del fluido y el calor extraído no varíen apreciablemente. La radiación solar debe incidir perpendicularmente en el captador por lo que, en estas condiciones el producto  $(\tau\alpha)$  se escribe  $(\tau\alpha)_n$ .

Con estas premisas, si se representa el rendimiento del colector  $\eta$  en función del factor  $(T_e - T_{amb})/I_a$ , y se considera  $U_L$  constante, la ecuación 12 representa una recta de pendiente  $F_R U_L$  y con término independiente  $F_R(\tau\alpha)_n$ :

$$\eta = \frac{q_u}{AI_a} = F_R(\tau\alpha)_n - F_R U_L \frac{(T_e - T_{amb})}{I_a} \quad (13)$$

En ocasiones, se representa el rendimiento del panel solar plano en función de la diferencia entre la temperatura media del fluido y la temperatura ambiente. Aplicando este criterio la ecuación 13 quedaría de la siguiente manera:

$$\eta = \frac{q_u}{AI_a} = F'(\tau\alpha)_n - F' \frac{U_L(T_m - T_{amb})}{I_a} \quad (14)$$

Donde  $F'$  se conoce como “coeficiente de rendimiento” y  $T_m$  es la temperatura media del fluido a la entrada y a la salida del colector (De Francisco y Castillo, 1985; Portillo, 1985; Ibáñez *et al.*, 2005).  $F'$  caracteriza, junto con  $U_L$ , la calidad térmica del colector, por lo que se han realizado análisis sobre la influencia de distintos parámetros constructivos en el valor de  $F'$  con el objetivo de reducir la cantidad de materiales de construcción, especialmente cobre, manteniendo  $F'$  en valor habituales (Eisenmann *et al.*, 2004).

## 2.5 Marco Normativo

En este proyecto se estudia una instalación de energía solar térmica para el calentamiento de agua mediante colectores solares planos, cumpliendo las normas vigentes de aplicación y teniendo en cuenta la reglamentación que a continuación se detalla:

- Código Nacional de Electricidad
- Reglamento Nacional de Construcciones
- Reglamento de Seguridad y Salud en el trabajo

En realidad, la implementación de energía solar fotovoltaica y/o térmica en Perú se está iniciando y con ello la normativa también. Por ejemplo: en el MINEM se está trabajando el Reglamento de Generación Distribuida, actualmente está, recibiendo aportes vía el Portal Web del MINEM para la elaboración de dicha norma. A continuación se hace mención de algunas normas importantes y las instituciones que velan por la confección y cumplimiento, y dado que, como es un tema nuevo, son estas instituciones las que tendrán mucho que ver con las energías renovables. El Estado Peruano posee también una institución que vela por la normativa técnica, es el INDECOP; el cual tiene como funciones la promoción del mercado y la protección de los derechos de los consumidores.

Además, fomenta la economía peruana una cultura de leal y honesta competencia, resguardando todas las formas de propiedad intelectual, desde los signos distintivos

y los derechos de autor hasta las patentes y la biotecnología; en vista de ello, es una entidad de servicios con marcada preocupación por lograr una plena satisfacción de sus clientes: la ciudadanía, el empresariado y el Estado.

La normativa técnica se conoce como Norma Técnica Peruana (NTP), y a continuación se da a conocer algunas aplicadas a sistemas para el aprovechamiento del recurso solar:

- **Para Sistemas de Calentamiento de Agua con Energía Solar (SCAES)**
  - Norma Técnica Peruana, NTP 399.400:2001/R. 126-2001-INDECOPI-CRT (2001.11.03). COLECTORES SOLARES. Método de ensayo para determinar la eficiencia de los colectores solares.
  - Norma Técnica Peruana, NTP 399.404/R.D. 80-2006/CRT-INDECOPI (2006.10.13). SISTEMAS DE CALENTAMIENTO DE AGUA CON ENERGÍA SOLAR (SCAES) Fundamentos para su dimensionamiento.
  - Norma Técnica Peruana, NTP 399.482/R. 7-2007/INDECOPI-CRT (2007.02.07). SISTEMAS DE CALENTAMIENTO DE AGUA CON ENERGÍA SOLAR (SCAES) Procedimiento para su instalación eficiente.
  - Norma Técnica Peruana, NTP 399.405/R. 52-2007/INDECOPI-CRT (2007.06.20). SISTEMAS DE CALENTAMIENTO DE AGUA CON ENERGÍA SOLAR (SCAES). Caracterización y pronóstico anual de su rendimiento mediante ensayos en exterior.
  - Norma Técnica Peruana, NTP 399.405 /R. 46-2008/INDECOPI-CRT (2008.04.12). SISTEMAS DE CALENTAMIENTO DE AGUA CON ENERGÍA SOLAR (SCAES). Límites y etiquetado
  - Reglamento Nacional de Edificaciones - NORMA TÉCNICA E.M.080. INSTALACIONES CON ENERGÍA SOLAR. Capítulo II: Instalaciones con energía solar térmica
  
- **Para Sistemas Fotovoltaicos**
  - Norma Técnica Peruana, NTP 399.403.2006 / R.0013-2006/INDECOPI-CRT (2006.03.06). Sistemas Fotovoltaicos hasta 500 Wp. Especificaciones Técnicas y método para la calificación energética de un sistema fotovoltaico.

- Reglamento Técnico Especificaciones Técnicas y Procedimientos de Evaluación del Sistema Fotovoltaico y sus Componentes para Electrificación Rural. R.D. N° 003-2007-EM/DGE (2007.02.12).
- Reglamento Nacional de Edificaciones - NORMA TÉCNICA E.M.080. INSTALACIONES CON ENERGÍA SOLAR. Capítulo III: Instalaciones con sistemas fotovoltaicos.

## CAPITULO III

### DESARROLLO DEL TRABAJO

#### 3.1 Localización y Climatización del Lugar

La Piscina de Jauja, será del tipo cubierta, con una superficie de 25m x 12.5mx 1,60m, el agua será mantenida a una temperatura de 22°C mediante una bomba y todo un sistema de colectores solares y sensores de control de temperatura.

El clima de Jauja, es típico de la sierra peruana para una altitud de 3373 msnm, varía entre 10°C y 22°C en los meses de diciembre a abril y en los meses de mayo a noviembre, la temperatura varía entre -2°C y 18°C, las precipitaciones se presentan entre diciembre y marzo del orden de los 1000 mm de promedio anual.

En la ciudad de Jauja, el período solar es aproximadamente de 12 horas diarias, en días normales durante todo el año y siendo una de las regiones del país con mayor incidencia solar, se considera que la mejor opción técnica - económica para el calentamiento del agua de la piscina semi-olímpica, patera y baños de las duchas y que será una réplica al del CEP Salesiano Santa Rosa de Huancayo, será mediante el uso de colectores solares, por sus ventajas técnicas, económicas y ambientales.

Esta climatología se hace idónea para la implantación de energías solares, ya que la situación de las localidades de la Sierra Central se presta a un aprovechamiento óptimo de la energía solar.

#### 3.2 Evaluación del Recurso Solar del Lugar

Potencialmente el Perú, es un país con grandes posibilidades para el desarrollo de la energía solar térmica, la radiación solar produce entre 5,5 y 6,5 kWh/m<sup>2</sup>/día, alcanzando los valores más altos en las regiones del sur del país, en la costa de Arequipa, Moquegua y Tacna donde se logra radiación solar entre 6,5 y 7 kWh/m<sup>2</sup>/día.

En el caso que nos ocupa, la radiación solar en la región centro del Perú y específicamente en la zona de Jauja, la Energía Solar incidente diaria promedio anual está en el orden de los 5.5 y 6.0 kWh/m<sup>2</sup>/día (Fuente SENAMHI)

La evolución del sector ha demostrado que el mercado de la energía solar es especialmente sensible a numerosos factores, tanto técnicos como económicos.

La tecnología utilizada está presente en el mercado nacional desde hace algunos

años pero para poder alcanzar cifras más altas de superficie instalada serán necesarios avances en el diseño de los sistemas y los materiales utilizados en su fabricación.

### **3.3 Consideraciones Energéticas y Posibilidades del Uso de la Energía Solar para el Calentamiento del Agua**

Para este proyecto se va a considerar una instalación solar térmica activa. El principio básico de un sistema de energía solar térmica activa es la captación de la energía del sol para su posterior utilización para calentar un fluido portador de calor. Según la temperatura alcanzada del agua se habla de sistemas de alta, media y baja temperatura. Este proyecto va a considerar un sistema de baja temperatura.

En sistemas de baja temperatura, se trabaja a temperaturas por debajo del punto de ebullición del agua. Las aplicaciones más extendidas son la generación de agua caliente para hogares, piscinas, hoteles, procesos industriales y calefacción, empleos en los que se requiere calor a baja temperatura y puede llegar a representar más de la mitad del consumo.

A diferencia de las tecnologías convencionales para calentar el agua, las inversiones iniciales son elevadas y requieren un periodo de amortización comprendido alrededor de 8 años, si bien, como es fácil deducir, el combustible es gratuito y los gastos de mantenimiento son bajos.

Generalmente el aprovechamiento térmico a baja temperatura se realiza a través de colectores solares planos, cuya características común es que no tienen poder de concentración, es decir, la relación entre la superficie externa del colector y la superficie captadora, la anterior, es prácticamente la unidad.

Una instalación solar térmica activa de baja temperatura requiere los siguientes componentes:

- a. Un sistema de captación formado por los colectores solares, encargado de transformar la radiación solar incidente en energía térmica de forma que se calienta el fluido de trabajo que circula por ellos.
- b. Un sistema de acumulación constituido por uno o varios depósitos que almacenan el agua caliente hasta que se precisa su uso.
- c. Un circuito hidráulico constituido que realiza la transferencia de energía térmica captada desde el circuito de captadores, o circuito primario, al agua caliente que se consume (intercambiador de calor)

- d. Sistema de regulación y control que se encarga por un lado de asegurar el correcto funcionamiento del equipo para proporcionar la máxima energía solar térmica posible y, por otro, actúa como protección frente a la acción de múltiples factores como sobrecalentamientos del sistema. También pone en funcionamiento el equipo auxiliar en caso sea necesario.

Lo que no se pueden negar son las posibilidades que ofrecen las fuentes de energías renovables en un país que goza del clima y de las características geográficas de las que goza el Perú. Las posibilidades de implantación de estas fuentes y la capacidad de producción energética que ofrecen podrían proporcionar aproximadamente un 30% del consumo actual de energía, incluso teniendo en cuenta las limitaciones que imponen los impactos ambientales derivados de la implantación en estas escalas.

Por tanto el aumento en el uso de las energías renovables a la producción energética nacional conlleva muchas ventajas, entre ellas se encuentran:

- 1 La reducción de los impactos ambientales de la producción de energía, especialmente de las emisiones de contaminantes atmosféricos y de gases con efecto invernadero.
- 2 El aumento de la seguridad del suministro de energía debido a la reducción de la dependencia energética.
- 3 La creación de empleo en el sector y el aumento de competitividad internacional.
- 4 La descentralización de la producción energética y el resultante desarrollo de regiones económicamente desfavorecidas.

Es por esto, junto con el bajo mantenimiento de las instalaciones y un mayor nivel de cuidado ciudadano, que nos aconsejamos optar por las energías Solar Térmica como solución energética de las necesidades de la Piscina a implementarse en la ciudad de Jauja, similar al instalado en el CEP Salesiano de Huancayo, el mismo que sería factible de replicarse en muchas localidades de la Sierra del país, de similares características climáticas.



### 3.4 Pérdidas de Calor

#### 3.4.1 Pérdidas De Calor Por Evaporación

El agua de la superficie del vaso o estanque de la piscina que se evapora quita calor al agua, las pérdidas de calor por evaporación  $Q_e$  en  $W/m^2$  se calculan de la siguiente forma:

$$Q_e = \frac{h_{ag} * M_e}{S}$$

Donde:

S : Es la superficie del agua en  $m^2$

Hag : Es el calor latente de evaporación que para el caso del agua es 680 W/Kg.

Me : Es la masa de agua que se evapora por agua en Kg/h

#### 3.4.2 Pérdidas o Ganancias de Calor por Radiación

Las pérdidas o ganancias de calor por radiación  $Q_r$  en  $W/m^2$  se calculan de la siguiente forma:

$$Q_r = \sigma * \varepsilon * (T_{ag}^4 - T_s^4)$$

Donde:

$\sigma$  :  $5,67*10^{-8} W/m^2 K$  es la constante de Stefan-Boltzman.

$\varepsilon$  : 0,095 es la emisividad del agua.

Tag : La temperatura del agua.

Ts : Es la temperatura de la superficie que forma el cerramiento en °K

#### 3.4.3 Ganancias de Calor por Convección

Las ganancias de calor en el proceso de convección  $Q_c$  se calculan en  $W/m^2$  mediante la siguiente ecuación:

$$Q_c = h * (T_{ag} - T_{ex})$$

Donde:

$T_{ex}$  : Es la temperatura del aire.

$T_{ag}$  : Es la temperatura del agua.

$h$  : Es el coeficiente de transferencia de calor por convección en  $W/m^2$

#### 3.4.4 Pérdidas de Calor por Conducción

En el proceso de conducción, las pérdidas de calor a través de las paredes y muros definidos como  $Q_{cond}$  en  $W/m^2$  se calcularán con la siguiente ecuación:

$$Q_{cond} = \frac{K * S_p * (T_{ag} - T_{ex})}{S}$$

Donde:

$K$  : Es el coeficiente de transmisión de calor de muros y solera en  $W/m^2 \text{ } ^\circ C$ ,

$S_p$  : Es la superficie de solera y paredes del vaso.

$T_{ag}$  : Es la temperatura del agua.

$T_{ex}$  : Es la temperatura del aire.

#### 3.5 Dimensionamiento de la Instalación

Los criterios por los que se rige este proyecto son el diseño de una instalación con unas dimensiones capaz de suministrar la energía necesaria para la carga térmica estimada, todo ello cumpliendo con las normativas de este tipo de instalaciones además de asegurar su viabilidad económica.

Inicialmente necesitamos conocer datos relativos del lugar para el calentamiento de agua, para así determinar la demanda energética.

Para determinar el sistema más adecuado para la utilización de la energía solar es preciso conocer la energía solar disponible en la región Junín, donde se encuentra ubicada la ciudad de Jauja. Esta información la obtenemos del SENAMHI.

**Tabla 1: Resumen de Datos Registrados (1977-1981) (Fuente SENAMHI)**

MESES	Irradiacion media anual (kWh/m2)	Irradiancia (W/m2)	Temperatura del agua de red (°C)	Temperatura ambiente maxima (°C)	Temperatura ambiente minima (°C)	Insolacion (horas) (n)	Humedad Relativa (%)
ENERO	6.10	1028.1	15.00	15.70	3.00	6.10	50.80
FEBRERO	6.00	901	16.00	17.40	2.80	6.60	61.40
MARZO	5.70	898.3	16.20	16.60	2.40	6.40	63.80
ABRIL	5.80	694.1	15.70	16.50	-0.80	8.40	52.00
MAYO	5.50	565.8	14.30	16.70	-3.10	9.70	42.40
JUNIO	5.20	532.6	12.60	16.30	1.20	9.80	39.60
JULIO	5.20	561.4	12.10	15.50	-4.50	9.30	41.00
AGOSTO	5.80	609.1	12.50	16.70	-3.40	9.50	40.40
SEPTIEMBRE	6.30	692.9	13.80	17.60	-2.30	9.20	43.20
OCTUBRE	6.60	769.4	15.10	17.80	0.10	8.60	46.00
NOVIEMBRE	6.70	842	16.00	18.10	0.90	8.10	47.80
DICIEMBRE	6.10	955.9	16.50	18.00	1.80	6.80	52.80
MEDIA ANUAL	5.92	754.22	14.65	16.91	-0.16	8.21	48.43

El tipo de estructura del edificio a emplearse será lo que se recomienda para las condiciones ambientales, de la zona, las paredes serán de muro de albañilería y la cobertura de acero estructural.

La distribución de los paneles solares será sobre el techo, considerando la orientación de la misma según la ubicación en cuanto a la latitud Sur en la que se ubica

Para la correcta determinación de los datos geográficos y climatológicos de la zona donde se ubicará la instalación solar, nos remitimos a la Carta Nacional del IGN y a información del SENAMHI, de donde podemos determinar los siguientes datos para comenzar el diseño de la instalación:

Departamento	Junín
Provincia	Jauja
Ciudad	Jauja
Latitud	11° 46' 48"

Altitud	3 373 msnm
Humedad relativa	66%
Velocidad del viento	3,5 m/s
Temperatura máxima en verano	22°C
Temperatura mínima en invierno	0°C
Variación diurna	22°C

### 3.5.1 Características de la Instalación

La instalación será similar al CEP Salesiano de Huancayo y comprenderá el siguiente equipamiento:

#### **Piscina semi-olímpica**

Largo : 25.0m  
 Ancho : 12.5m  
 Profundidad : 1.6m

#### **Piscina patera**

Largo : 14.6m  
 Ancho : 4.5m  
 Profundidad : 0.7m

#### **Duchas**

Duchas del camerino principal de damas (05) y caballeros (10).

### 3.5.2 Principios de Diseño

Para el cálculo y selección del equipamiento se consideran las siguientes condiciones:

#### **a. Condiciones de utilización**

En el siguiente Cuadro se muestran las condiciones de utilización de la infraestructura a implementarse.

Condiciones de Utilización		Unidad	Piscina Semi- olímpica	Patera	Total
Superficie de lámina		m <sup>2</sup>	313	65	378
Profundidad media		m	1.5	0.6	1.2
Volumen de agua		m <sup>3</sup>	470	39	509
Superficie de playa mojada		m <sup>2</sup>	121	56	177
Número de personas		und	36	16	46
Velocidad de aire en agua y playa		m/s	0.2	0.2	0.2
Horario			9am – 5pm	9am – 5pm	

#### b. Condiciones de Diseño

- Energía solar incidente diaria promedio: 5.5 a 6.5 kWh. [Atlas de Energía Solar del Perú/MEM]
- Las piscinas son techadas
- El ambiente interior estará adecuadamente acondicionado, Humedad Relativa (H.R), temperatura y velocidad de viento de acuerdo a lo mencionado en las tablas.
- La distribución del agua caliente en la piscina deberá hacerse desde el fondo de la misma, de manera que se rompa la estratificación que tendría lugar si se emplean las mismas boquillas que sirven para el tratamiento del agua.
- Fondo y lados de las piscinas apropiadamente aisladas.

#### 3.5.3 Descripción del Sistema

##### - Sistema Solar para la Piscina Semi-Olímpica

Compuesto de tres módulos haciendo un total de 87 sets de colectores solares, distribuidos de la manera siguiente:

- 12 Colectores Solares sobre el techo de los baños y 75 sets en dos módulos al sur de los baños sobre una estructura metálica.

- Cada módulo incluye: colectores solares, controlador electrónico y sus sensores de temperatura, control de temperatura y bomba de recirculación.
- Dimensiones de cada set: 3200mm x 1900mm
- Área para el cálculo del dimensionado: 6.25m<sup>2</sup>
- Elemento colector: tubos de 47mm de diámetro. x 1500mm de longitud
- Cada colector consta de un manifold y 50 tubos.
- Peso total: 250 kg

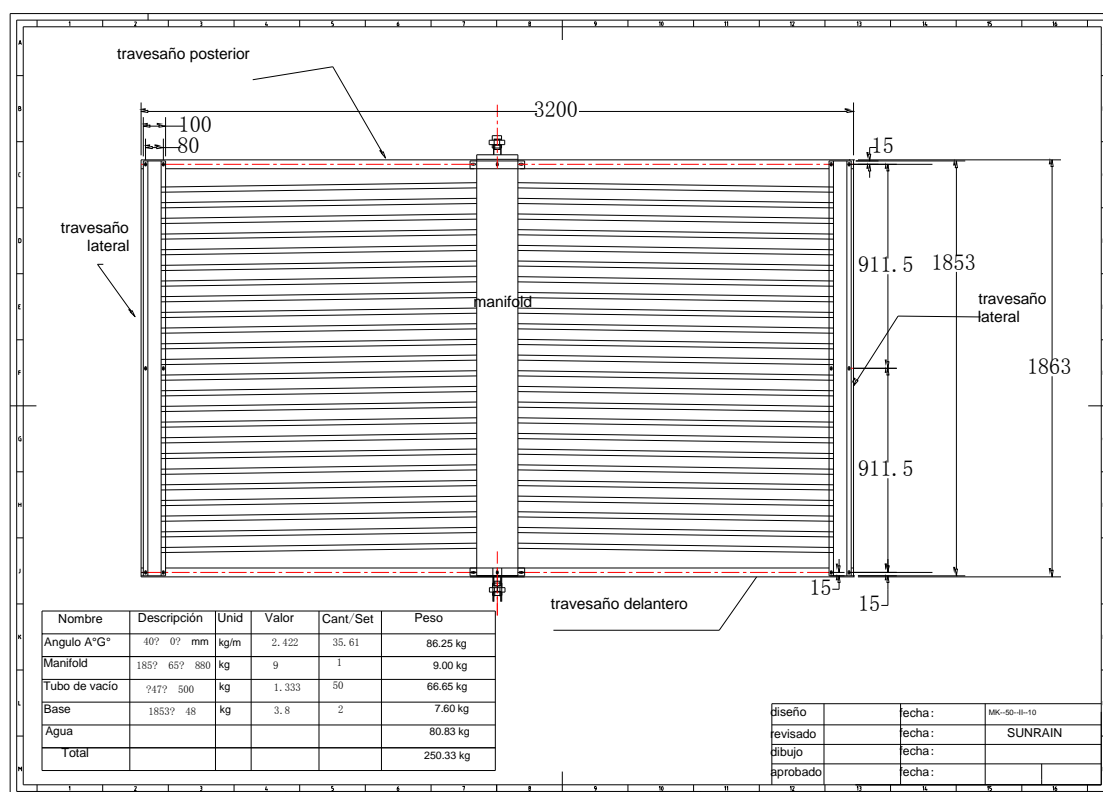


**Foto 1: Colector Solar para Piscina**

- **Sistema solar para la piscina patera.**

Similar al de la piscina principal; Compuesto de 1 módulo de 12 sets, controlador electrónico y sus sensores de temperatura y bomba de agua para el sistema solar.

- **Plano de un Colector Solar para las Piscinas**



**Plano del Colector Solar para las Piscinas**

### 3.6 Esquema y Funcionamiento

#### a. Colectores Solares

El proyecto requiere calentar el agua para una piscina semi-olímpica y una patera. De acuerdo con los planos de la construcción, se instalarán 87 sets de Colectores Solares marca “Sunrain” modelo MK-50-II- 30 y 5 termas se instaló para las duchas sobre el techo.

#### b. Tuberías

Las Tuberías a utilizarse, serán de F<sup>o</sup>G<sup>o</sup> galvanizado y PVC de reconocida marcas, según se indique en los planos.

Las salidas y entradas serán de tuberías de F<sup>o</sup>G<sup>o</sup> galvanizadas de φ1 ½” y φ 2”, según esquema. El calor es mantenido en un manifold aislado. La instalación de las tuberías será estrictamente de acuerdo a los criterios de la edificación y construcción de tuberías, asegurando que la dirección del flujo no sea más del 3%. Las tuberías fueron montadas sobre una construcción segura (estructura metálica).

**c. Tanque**

Los colectores solares no tienen tanque, el agua calentada va directamente a la piscina.

Las termas de las duchas poseen un tanque aislado de 200 lts cada una.

**d. Soporte**

La estructura de soporte de cada colector solar está fabricado con perfil estructural (L 40×40×4, L 30×30×3) y galvanizado en caliente para evitar corrosión.

**e. Principio de funcionamiento del sistema de control.**

**e.1 Funciones básicas**

Ciclo por diferencias de temperatura, función de protección ante rayos.

**e.2 Principio de funcionamiento.**

**e.2.1 Bomba de Recirculación**

El sistema recirculará según la diferencia de temperaturas: cuando la temperatura del colector solar es mayor en 8°C respecto a la temperatura del agua en la parte más baja (regulable de acuerdo a la programación que se crea conveniente), la bomba trabajará y cuando sea menos de 8°C, la bomba se detendrá.

**e.2.2 Fugas eléctricas y protección contra rayos.**

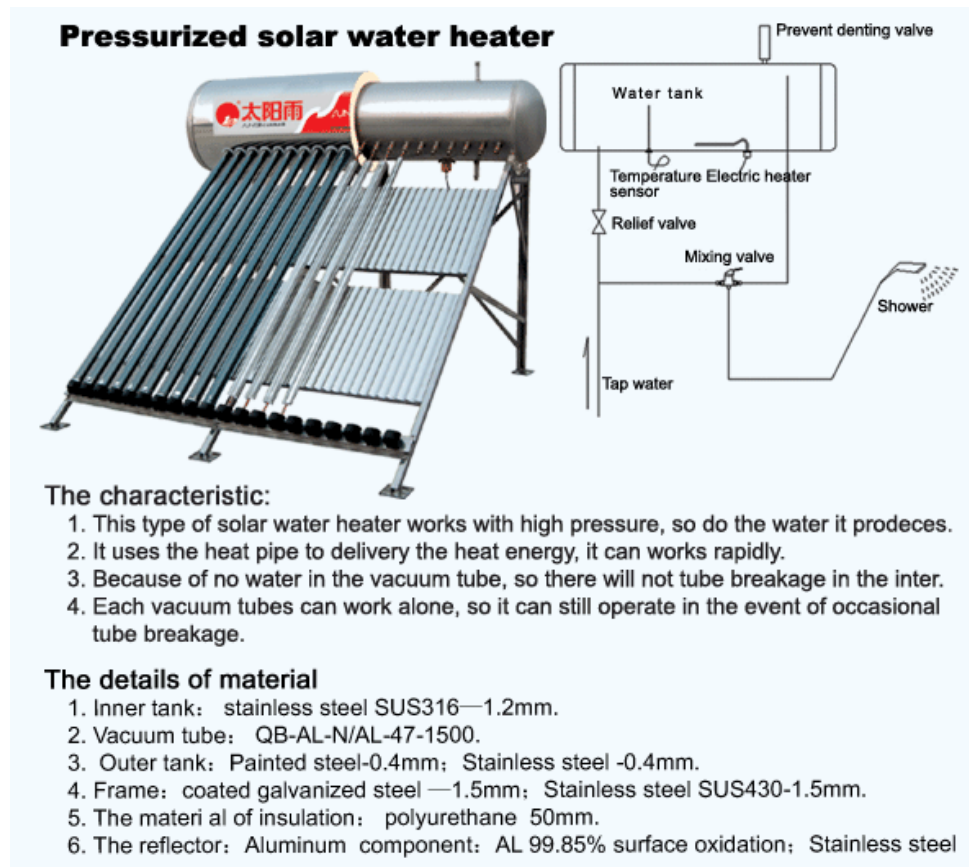
Ajustando el interruptor de protección en el sistema de control y diseñando un sistema de conexión para prevenir fugas eléctricas y descarga de rayos.

**3.7 Termas Solares para las Duchas del Camerino**

Estos colectores son del tipo doméstico para alta presión es decir son conectado directamente a la red pública de agua y están formados por un tanque para almacenar agua a alta temperatura y 20 tubos de vidrio con un colector de cobre en su interior.



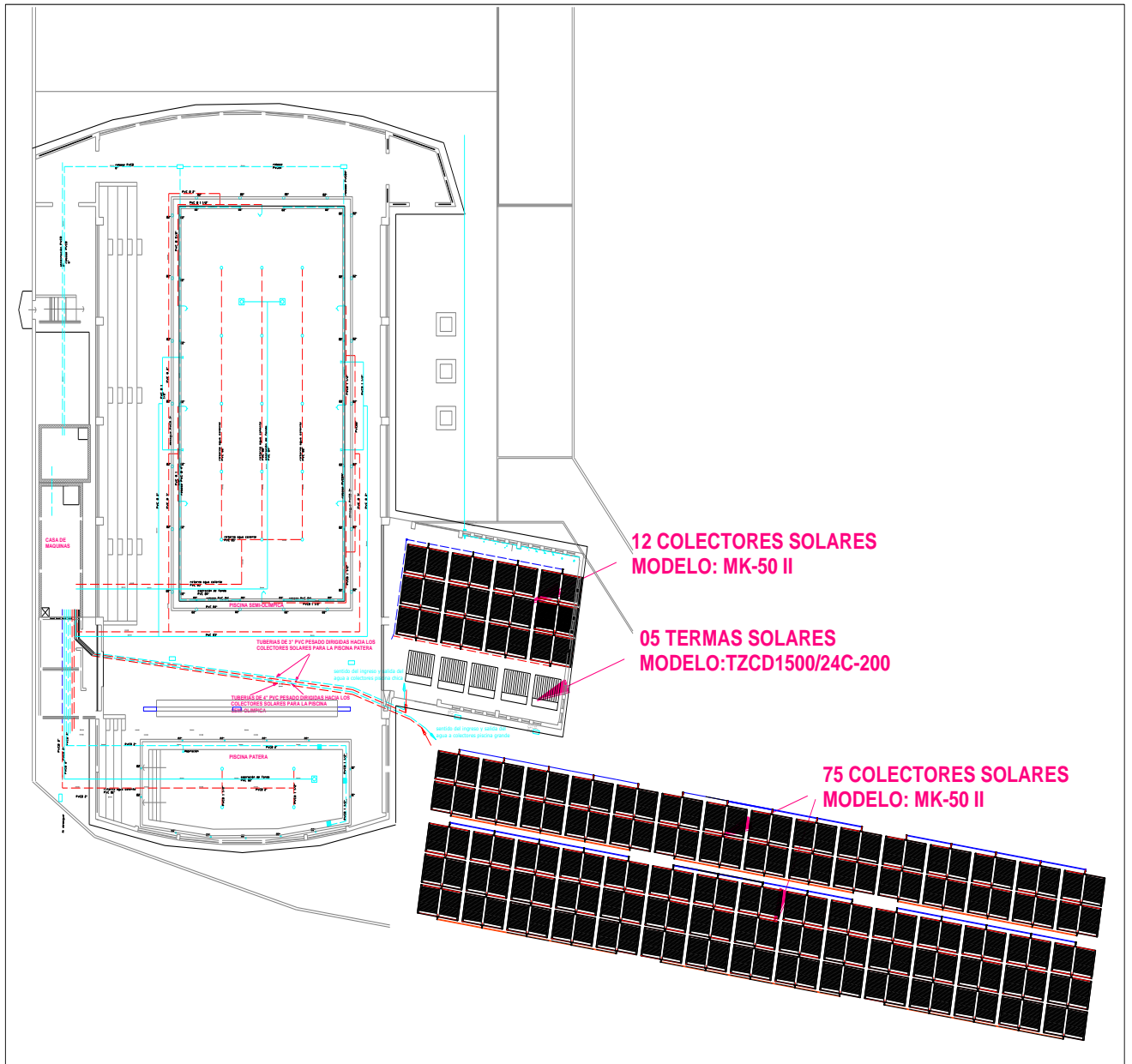
Dimensiones aprox. 1700mm x 1900mm. Tanque diámetro 435 mm



### 3.8 Arreglo de Colectores Solares para las Piscinas

La piscina semi-olímpica usará 75 sets, la patera 12 sets y las duchas 5 termas.

#### VISTA EN PLANTA



El sistema incluye las bombas de agua, control, sensores de temperatura y función anti-congelamiento.

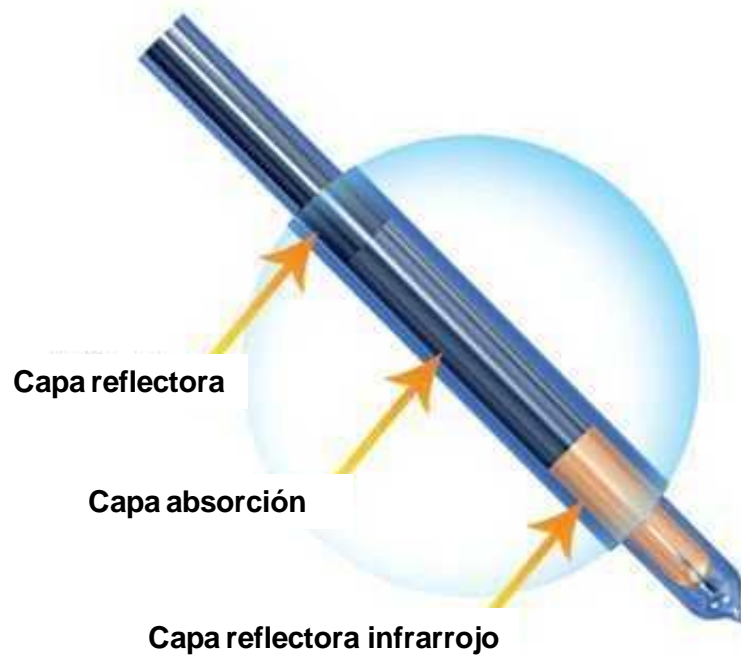
### 3.9 Breve Introducción a Los Principios y Funcionamiento del Sistema Solar

#### Calentamiento de Agua

El sistema solar de calentamiento está compuesto de colectores solares, tanque ó distribuidor, controlador electrónico, panel para el control automático del suministro, bombas de recirculación y otros.

Para este proyecto se ha seleccionado un colector de calor de vidrio, que adopta la tecnología más avanzada de fabricación de tubos al vacío, de vidrio duro especial.

El tubo está compuesto por un tubo interno y otro externo entre los cuales hay un alto grado de vacío.



Posee una capa especial absorbidora de calor de alta eficiencia y mínima radiación.

### 3.10 Colectores Solares

#### Tecnología Aplicada

Tubo de vacío



Consta de 2 tubos concéntricos de vidrio de borosilicato, existiendo entre estos tubos una presión inferior a 0.001 atmósferas, y existiendo además una capa absorbadora en el tubo interior que captura los rayos solares aportando así mucho calor.

Los colectores absorben la energía solar radiante la cual es transferida al agua fría, el panel del controlador asegurará el suministro de agua automáticamente.

Las funciones son las siguientes:

- Ciclos por diferencia de temperatura: mejorando la eficacia de la captación del calor.
- Circulación por la tubería: el agua caliente es disponible tan pronto gire la perilla del grifo.

Back-up terma eléctrica para mantener la temperatura y tiempo: temperatura Constante para el suministro del agua.

- Suministro agua caliente: 24 horas de temperatura constante
- Presión de agua constante (0.6 Mpa)
- Equipamiento Anti-congelamiento: trabaja en el invierno efectivamente

**“Todo el sistema funcionará automáticamente de manera segura y disponible para hacer mantenimiento”.**

### 3.11 Manta Térmica Reforzada

Resulta sumamente efectivo cubrir durante la noche la superficie de la piscina con una manta aislante de plástico. De esta forma se anulan las pérdidas por evaporación y se reducen muy considerablemente las de radiación y convección.

Este tipo de manta para piscinas se fabrica a base de polietileno convenientemente tratado para resistir los rayos ultravioleta.

Para mayor comodidad la manta se suele recoger enrollándose alrededor de un eje situado en uno de los laterales de la piscina, bien sea de forma manual, semiautomática o automática.

Otra ventaja adicional de la manta es que, mientras esté puesta, evita que la suciedad, hojas y objetos se depositen en la piscina. También contribuye a ahorrar agua al evitar su evaporación.

El uso de la manta por las noches a veces es suficiente por si solo para conseguir una temperatura media del agua aceptable (aunque no en todos los casos), sin necesidad de recurrir a la energía solar ni a ninguna otra fuente energética, ya que minimiza las pérdidas de calor nocturnas que son las más importantes.

Si se combina con un sistema de colectores solares, la manta supone ahorrarse una buena cantidad de metros de los mismos.

La inversión es rentable y su uso es, pues, recomendado en casi todos los casos, incluso

en el de piscinas cubiertas, pues elimina la evaporación nocturna, haciendo innecesaria la ventilación.

### **3.12 Mantas Térmicas para el Aislamiento de la Piscina**

La piscina en si misma es una gran y potente placa solar que recibe mucho calor durante el día. Todo este calor se pierde durante la noche por los efectos de evaporación y convección. Tapando la piscina con una manta térmica automática o manual se mantiene la temperatura del agua.

Según el modelo de manta térmica soporta el peso de niños y de adultos aportando un alto nivel de seguridad para la piscina.

### **3.13 Cubiertas para Piscina**

Puede ahorrar entre el 50% y 70% de sus costos de calefacción de la piscina utilizando una cubierta. Además de ayudar a reducir al mínimo la pérdida de calor durante la noche, estas cubiertas también previenen la pérdida de sustancias químicas y la evaporación del agua.

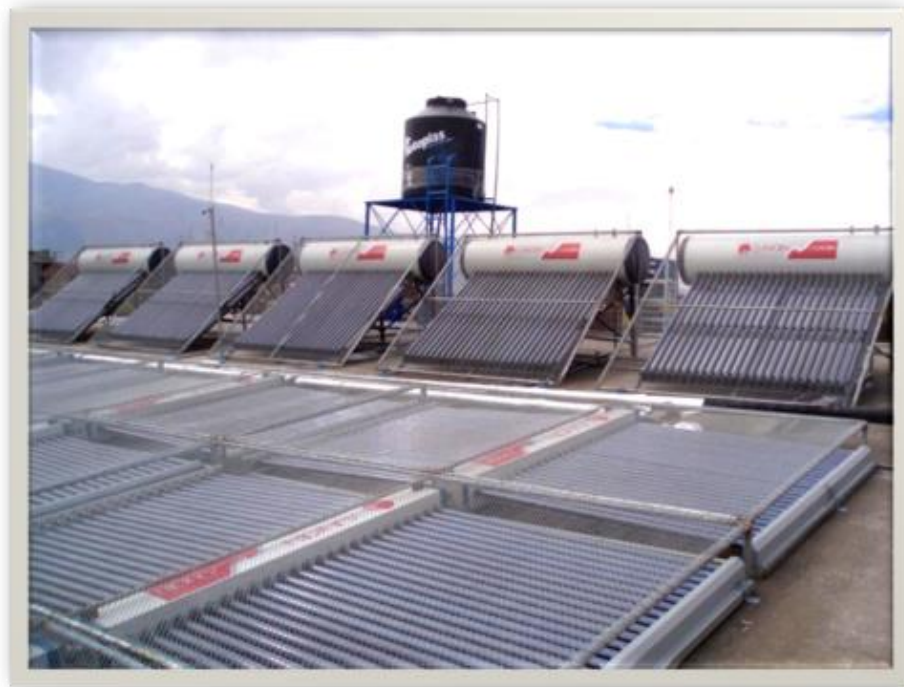
Las cubiertas térmicas/opacas ayudan a prevenir la pérdida de calor y de agua. Si se dejan puestas durante el día, también transmiten algo de calor a la piscina.

En la foto se muestra el arreglo que se tiene en una piscina similar instalado en la piscina temperada del Colegio Salesianos de Huancayo:

Para uso de duchas del Colegio de cinco (5) unidades, cada uno con su tanque.

Colectores Solares para la piscina de niños (12) y

Colectores solares para la piscina semi-olímpica (75)



### **3.14 Sistema de Control y Regulación**

Está compuesto por un tablero de control, sondas de temperatura y sistemas de actuación que ponen en marcha las bombas de las aplicaciones (Piscina semiolímpica y piscina patera – con controles independientes), y actúan sobre la bomba de recirculación correspondiente.

El funcionamiento es el siguiente:

El tablero de control centraliza y monitorea la información de toma de lecturas de temperatura de los colectores, de succión de la piscina. Cuando la centralita detecta que hay una diferencia de temperatura de 10°C (dato sugerido en el proyecto, puede ser modificable) entre los paneles y el fondo de succión de la piscina, pone en marcha las bombas de recirculación, permitiendo el incremento de la temperatura en la piscina hasta lograr la temperatura objetivo temperada que es de 22°C a 24°C.

Lograda la temperatura de 24°C, o cuando la diferencia de temperatura entre la salida de los colectores solares y la succión del fondo de la piscina sea menor a 10°C, la centralita o scada, detiene la bomba de recirculación y se completa un ciclo que puede repetirse en función de la diferencia de temperatura seleccionada.

*Según lo indicado*, este equipo necesitaría de dos sondas de temperatura.

Esto es complementado por el sistema eléctrico, que cuenta de todo lo necesario para que la instalación funcione, como son el cableado, actuadores, cuadro de protecciones y otros dispositivos de control.

### **3.15 Instrucciones de Operación y Precauciones**

1. Asegure bien las tuberías que van a los colectores solares y terma solar.
2. Antes de ensamblar el colector solar, vea el croquis de instalación, este debe ser instalado por un técnico calificado.
3. Realice el ensamblaje cuidadosamente.
4. Instale el colector solar en un lugar donde le llegue los rayos de sol directamente y asegúrese que el colector de calor este orientado hacia el norte. Además este debe estar firmemente anclado al techo para que soporte la fuerza del viento.
5. Tenga especial cuidado en no dañar los tubos ni los sellos del manifold. Antes de insertarlos por favor use jabón líquido para su fácil instalación.

7. Después de instalar los colectores, verifique la seguridad y estabilidad del soporte.
8. Observe si hay fugas de agua.
9. Solo para las Termas Solares.- Después de finalizado el baño, llene el tanque para evitar que los tubos sean calentados sin agua, porque la temperatura interior de los tubos de vacío sin agua y bajo fuerte sol puede alcanzar los 250°C, en estos casos tan pronto como el agua fría entre a los tubos, este se romperá.
10. Solo para las Termas Solares.- Está prohibido tomar baño cuando el calentador eléctrico está funcionando. Nunca use este durante una tormenta.

### **3.16 Cuidado y Solución de Problemas en la Instalación de los Colectores y Termas Solares**

El cuidado y mantenimiento adecuado van a agregar muchos años de servicio y de goce del temperado de las piscinas. Siga estas sugerencias para contar con una operación duradera y sin problemas.

1. Señalizar e informar a los usuarios cercanos a las instalaciones, sobre la fragilidad y cuidado que deben tener con estos equipos (colectores solares).
2. El sistema tiene un funcionamiento automático, el operador solo deberá controlar el arranque y paradas del sistema, además de realizar la inspección visual de los instrumentos y equipos.
3. Para limpiar los colectores de la suciedad, u otros agentes, este debe de realizarse con mucho cuidado y en las horas de menor acción del sol. Este trabajo será realizado cuando se perciba una alta deficiencia en el calentamiento de las piscinas por suciedad en los tubos. (La lluvia esporádica, también ayuda a limpiar los tubos de los colectores solares)
4. Siempre inspeccione visualmente todas las instalaciones y sus componentes, durante el servicio normal para garantizar la seguridad estructural. Especial cuidado en los componentes de filtro, ya que estos equipos al estar defectuosos, pueden ocasionar fugas en la parte superior o en los accesorios y producir lesiones corporales graves o daños a la propiedad.
5. El filtro es un recipiente bajo presión y nunca debe recibir servicio



cuando esté bajo presión (ver manómetro) Siempre alivie la presión del estanque y/o en tuberías (se percibe como golpes en las tuberías) y abra el purgador de aire (gire cuidadosamente la perilla de la válvula y derive a desagüe (WASTED), esta operación se realizará antes de tratar de darle servicio al sistema.

6. Si se da un corte de suministro eléctrico por más de 4 horas. Se debe estar preparado para utilizar el desfogue del agua localizada dentro de los tubos de vidrio de los colectores solares. Esto es para evitar que se sobrecaliente el agua dentro de los tubos (ebullición de agua), y deteriore las tuberías y conexiones de PVC. Observar el comportamiento de las instalaciones, y en caso de fuerte incidencia solar en los colectores, accionar el desfogue de agua. Una vez restituido el servicio eléctrico, NUNCA accione el sistema cuando los tubos se encuentren vacíos y calientes, ya que esta acción podría ocasionar rotura en varios tubos de vidrio.
7. Nunca accione y/o manipule, ninguno de los elementos del sistema de calentamiento solar, mientras esté encendida las bombas de recirculación.
8. Siempre desconecte la unidad antes de hacer algún servicio o reparación

### 3.17 Medrado y Presupuesto

<b>PRESUPUESTO: PISCINA TEMPERADA CON ENERGÍA SOLAR</b>				
<b>OBRAS CIVILES - EDIFICACIÓN</b>				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UND</b>	<b>METRADO</b>	<b>P.U</b>	<b>PARCIAL</b>
<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				
Oficinas y almacenes	Glb	1.00	2,500.00	2,500.00
Trazo y replanteo	m2	1,575.00	2.70	4,252.50
Transporte y movilización de equipo	Glb	1.00	1,000.00	1,000.00
Cerco perimétrico	Glb	1.00	1,800.00	1,800.00
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
Excavación de zapatas	m3	106.92	34.46	3,684.46
Excavación de cimientto corridos	m3	38.53	34.46	1,327.67
Excavación de piscina	m3	620.00	6.50	4,030.00
Relleno con material propio	m3	120	12.00	1,440.00
Relleno con material de préstamo	m3	240.00	32.00	7,680.00
Eliminación de material excedente	m3	806.81	21.00	16,943.01
<b>CONCRETO SIMPLE</b>				
Cimientos corridos mezcla 1:10 + 25% PM	m3	38.53	174.23	6,712.73
Encofrado de sobrecimientos	m2	72.24	35.83	2,588.36
Sobrecimientos f'c= 175 kg/cm2	m3	541.80	275.58	149,309.24

<b>CONCRETO ARMADO</b>				
<b>ZAPATAS</b>				
Concreto F'c= 210 kg/cm2	m3	49.90	290.00	14,469.84
Acero fy=4,200 kg/cm2	kg	1,106.27	3.72	4,115.31
<b>COLUMNAS</b>				
Concreto F'c= 210 kg/cm2	m3	27.50	291.00	8,002.50
Encofrado caravista	m2	220.00	68.40	15,048.00
Acero fy=4,200 kg/cm2	kg	2,680.92	3.72	9,973.02
<b>MUROS PISCINA</b>				
Concreto F'c= 210 kg/cm2	m3	100.60	472.00	47,483.20
Encofrado caravista	m2	256.00	441.00	112,896.00
Acero fy=4,200 kg/cm2	kg	5,633.60	3.72	20,956.99
<b>ESTRUCTURAS METALICAS</b>				
Techo metálico	m2	875.00	105.00	91,875.00
Cobertura de techo (inc accsorios)	m2	875.00	39.00	34,125.00
Cerramiento lateral (inc accesorios)	m2	160.00	28.00	4,480.00
<b>ARQUITECTURA</b>				
<b>ALBAÑILERIA</b>				
Muros de ladrillo KK 18 huecos	m2	240.00	50.65	12,156.00
<b>PISOS</b>				
Pisos de cemento pulido	m2	1200	32.00	38,400.00
<b>REVESTIMIENTOS</b>				
Revestimiento con cerámica	m2	503.00	69.00	34,707.00
<b>CARPINTERIA METALICA</b>				
Escaleras de acero inoxidable	Und	2.00	1,200.00	2,400.00
Portón de ingreso	Und	1.00	4,500.00	4,500.00
<b>CARPINTERIA DE MADERA</b>				
Puertas	Und	4.00	650.00	2,600.00
Ventanas	Und	8.00	986.00	7,888.00
<b>VIDRIOS Y CRISTALES</b>				
Ventanas	m2	128.00	18.00	2,304.00
<b>PINTURA</b>				
Pintura latex en muros interiores y exteriores	m2	1,280.00	10.80	13,824.00
Solaqueo en columnas	m2	220.00	8.00	1,760.00
<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>				
<b>SISTEMA DE DESAGUE</b>				
<b>Salida de desague</b>				
Salida de desague PVC - SAL 2"	Pto	12.00	78.00	936.00
Salida de desague PVC - SAL 4"	Pto	8.00	119.00	952.00
<b>Redes de distribución</b>				
Tubería PVC - SAL P/Desague D=2"	m	62.00	21.00	1,302.00
Tubería PVC - SAL P/Desague D=4"	m	23.00	22.00	506.00
Tubería PVC - SAL P/Desague D=6"	m	80.00	36.00	2,880.00

<b>Accesorios de redes</b>				
Codo PVC - SAL 2" x 90º	Pza	18.00	1.18	21.24
Codo PVC - SAL 4" x 90º	Pza	15.00	4.20	63.00
TEE PVC - SAL 2"	Pza	8.00	3.00	24.00
TEE PVC - SAL 4"	Pza	6.00	12.00	72.00
TEE PVC - SAL 6"	Pza	6.00	18.00	108.00
YEE PVC - SAL 2"	Pza	7.00	3.00	21.00
YEE PVC - SAL 4"	Pza	2.00	10.00	20.00
TEE PVC - SAL 6"	Pza	2.00	16.00	32.00
<b>Aditamento varios</b>				
Sumidero de bronce 2"	Pza	10.00	39.00	390.00
Sumidero de bronce 4"	Pza	5.00	54.00	270.00
<b>Cámaras de inspección</b>				
Caja de reg. Alb. 10" x 20"	Pza	5.00	164.00	820.00
<b>SISTEMA DE AGUA FRIA</b>				
<b>Salida de agua fría</b>				
Salida de agua fría PVC inc tub y accesorios 2"	Pto	12.00	115.00	1,380.00
Salida de agua fría PVC inc tub y accesorios 1/2"	Pto	6.00	97.00	582.00
<b>Redes de distribución</b>				
Tubería PVC clase 10 SP P/agua fría D=1/2"	m	28.00	14.00	392.00
Tubería PVC clase 10 SP P/agua fría D=2"	m	78.00	15.00	1,170.00
<b>Llaves válvulas</b>				
Válvula de compuerta pesada de bronce de 1/2"	Pza	12.00	75.00	900.00
Válvula de compuerta pesada de bronce de 2"	Pza	6.00	219.00	1,314.00
<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>				
<b>SALIDAS ELECTRICAS</b>				
<b>Salidas para techo</b>				
Salida de techo c/tub. Sel (3/4") TW 12, cajas pesadas	Pto	16.00	72.00	1,152.00
<b>Salidas de pared (braquetes)</b>				
Salida de pared c/tub. Sel (3/4") TW 12, cajas pesadas	Pto	8.00	72.00	576.00
<b>Salida para tomacorrientes</b>				
Salida para tomac bipolar simple tub sel 3/4" cab tw 12	Pto	12.00	90.00	1,080.00
<b>Salidas de fuerza</b>				
Salida para fuerza de bombas	Pto	4.00	238.00	952.00
<b>Salida para timbres</b>				
Salida para timbre zumbador SAP sin cable	Pto	1.00	133.00	133.00
<b>Tuberia empotrada</b>				
Tuberia PVC SAP (eléctricas) D=3/4"	m	115.00	18.00	2,070.00
<b>Tableros y cuchillas</b>				
Tableros distrib caja metálica con 12 polos	Pza	1.00	326.00	326.00
<b>ARTEFACTOS ELECTRICOS</b>				
<b>Alumbrado interior</b>				
Industrial semipesado lamp fluor 3x40w ISP-340 AF	Pza	16.00	215.34	3,445.44
Lámparas para braquetes	Pza	8.00	36.00	288.00
<b>SUBTOTAL OBRAS CIVILES</b>				<b>711,409.53</b>

<b>EQUIPOS</b>		US \$	2.80	<b>S/. /US \$</b>
TERMAS SOLARES	Glb	50,000.00	140,000.00	140,000.00
EQUIPOS DE CONTROL	Glb	12,750.00	35,700.00	35,700.00
EQUIPO COMPLEMENTARIO	Glb	18,000.00	50,400.00	50,400.00
ACCESORIOS DE INSTALACIÓN	Glb	4,500.00	12,600.00	12,600.00
<b>SUBTOTAL EQUIPOS</b>				<b>238,700.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (S/.)</b>				<b>950,109.53</b>

El presupuesto estimado para la implementación de este proyecto:

	S/. 950 109.53
Gastos Generales y Utilidades (15%)	142 516,43
<b>INVERSIÓN TOTAL (S/.)</b>	<b>1 092 625,96</b>

### 3.18 Evaluación Económica

De acuerdo al estudio de mercado, se estima que el ingreso promedio mensual será de:

150 personas x S/. 150.00/persona mes = S/. 22 500,00

Al año el ingreso es del orden de = S/. 270 000,00

Egresos por operación y mantenimiento = S/. 72 000,00

Una tasa de descuento del = 12%

Un periodo de evaluación del proyecto de = 30 años.

Aplicamos la hoja de cálculo de evaluación económica con los siguientes datos de entrada

INVERSIÓN EDIFICIO Y PISCINA TEMPER S/.	1,092,626
INGRESO ANUAL POR USO DE LA PISCINA S/.	270,000
COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO S/.	72,000
CÁLCULO DEL VAN, TIR Y B/C; A UNA TASA DE DESCUENTO DEL:	12%
PERIODO DE EVALUACIÓN VIDA UTIL DEL PROYECTO (AÑOS)	30

Obtenemos los siguientes resultados, el mismo que nos muestra indicadores económicos de un proyecto de alta rentabilidad.

VAN US \$	TIR	B/C	REC. DE INVERSIÓN	AÑOS
502,300	17.99%	1.30	10.00	

Año de inicio - instalación: Enero del 2016.

A continuación se muestra la hoja de cálculo de la evaluación económica

EVALUACIÓN ECONÓMICA - PISCINA TEMPERADA EN JAUJA									
INVERSIÓN EDIFICIO Y PISCINA TEMPER S/.		1,092,626			VAN S/.	TIR	B/C	REC. DE INVERSIÓN	
INGRESO ANUAL POR USO DE LA PISCINA S/.		72,000			502,300	17.99%	1.30	10.00	AÑOS
COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO S/.		72,000							
CÁLCULO DEL VAN, TIR Y B/C; A UNA TASA DE DESCUENTO DEL:					12%				
AÑO	INVERSIÓN	INGRESOS	EGRESOS	TOTAL					
n	S/.	ANUALES S/.	ANUALES S/.	ANUAL S/.					
0	1,092,626			-1,092,626	1,092,626	-1,092,626	-1,092,626		
1		270,000	72,000	198,000		176,786	-915,840	0.00	
2		270,000	72,000	198,000		157,844	-757,996	0.00	
3		270,000	72,000	198,000		140,932	-617,063	0.00	
4		270,000	72,000	198,000		125,833	-491,231	0.00	
5		270,000	72,000	198,000		112,351	-378,880	0.00	
6		270,000	72,000	198,000		100,313	-278,567	0.00	
7		270,000	72,000	198,000		89,565	-189,002	0.00	
8		270,000	72,000	198,000		79,969	-109,033	0.00	
9		270,000	72,000	198,000		71,401	-37,633	0.00	
10		270,000	72,000	198,000		63,751	26,118	10.00	
11		270,000	72,000	198,000		56,920	83,038	0.00	
12		270,000	72,000	198,000		50,822	133,860	0.00	
13		270,000	72,000	198,000		45,376	179,237	0.00	
14		270,000	72,000	198,000		40,515	219,751	0.00	
15		270,000	72,000	198,000		36,174	255,925	0.00	
16		270,000	72,000	198,000		32,298	288,223	0.00	
17		270,000	72,000	198,000		28,838	317,061	0.00	
18		270,000	72,000	198,000		25,748	342,809	0.00	
19		270,000	72,000	198,000		22,989	365,798	0.00	
20		270,000	72,000	198,000		20,526	386,324	0.00	
21		270,000	72,000	198,000		18,327	404,651	0.00	
22		270,000	72,000	198,000		16,363	421,014	0.00	
23		270,000	72,000	198,000		14,610	435,624	0.00	
24		270,000	72,000	198,000		13,045	448,669	0.00	
25		270,000	72,000	198,000		11,647	460,316	0.00	
26		270,000	72,000	198,000		10,399	470,715	0.00	
27		270,000	72,000	198,000		9,285	480,000	0.00	
28		270,000	72,000	198,000		8,290	488,290	0.00	
29		270,000	72,000	198,000		7,402	495,692	0.00	
30		270,000	72,000	198,000		6,609	502,300	0.00	

## CAPITULO IV

### CONCLUSIONES

1. La situación privilegiada de la ciudad de Jauja en cuanto a recurso de radiación solar hace de este proyecto viable, con alta rentabilidad y pocos años de recuperación de la inversión, de aproximadamente 5 años. La reducción de los impactos ambientales de la producción de energía, especialmente de las emisiones de contaminantes atmosféricos y de gases con efecto invernadero.
2. El aumento de la seguridad del suministro de energía debido a la reducción de la dependencia energética.
3. La creación de empleo en el sector y el aumento de competitividad internacional.
4. La descentralización de la producción energética y el resultante desarrollo de regiones económicamente desfavorecidas.
5. Las piscinas solares son una aplicación solar térmica competitiva frente al uso de combustibles no renovables. Existe evidencia científica de que esta tecnología es una alternativa viable, sustentable y no contaminante, fácil de mantener y que puede ser hasta cinco veces más económica que el uso de combustibles fósiles para procesos que requieren energía térmica de baja temperatura.
6. Fomentar la práctica de un deporte tan saludable como es la Natación, con los consiguientes beneficios colaterales en bien de la juventud.
7. Por su alta rentabilidad, rápida recuperación de la inversión y tratarse del uso de una energía limpia y renovable como lo es la solar, se recomienda la implementación de este proyecto, con inversión privada y el mismo debe ser replicado a nivel Nacional.
8. Para eliminar las barreras para la expansión del mercado de los SCAES debe considerarse lo siguiente:
  - Implementar laboratorios de certificación.
  - Incentivar políticas que permitan el incremento de empresas para Sistemas de Calentamiento de Agua con Energía Solar SCAES.
  - Aumentar políticas que promuevan el uso de los SCAES.
  - Crear incentivos financieros y económicos.
  - Formación de profesionales involucrados.
  - Diversificar uso y evitar el centralismo.
  - Ampliar la cultura solar en gran parte del país.

A nivel internacional, ya nadie discute la necesidad de cambiar la matriz energética de los países, sustituyendo, al menos parcialmente, la generación de energía a través de fuentes tradicionales, como los hidrocarburos, por la generación por medio de las conocidas “Energías Renovables” o “Energías Verdes” como acertadamente también se las denomina.

En efecto, se ha comprobado que la utilización de “Energías Renovables”, entre ellas la energía solar térmica y fotovoltaica, la eólica, la geotérmica, la mareomotriz y las distintas fuentes de biomasa (utilizada de manera sustentable), no solo permiten reducir la dependencia de los hidrocarburos (con la consiguiente volatilidad de sus precios), sino que contribuyen a la disminución de los gases de efecto invernadero (GEI), responsables, en parte, del deterioro de la capa de ozono.

Preocupados por los efectos del cambio climático, varios países han dictado normas para promover el uso de “Energías Verdes”, tanto a nivel doméstico como industrial.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. Notas de clases, Curso FI810b Aplicaciones de la Energía Solar, Rafael Espinoza Universidad Nacional de Ingeniería
2. Notas de clases, Curso FI810b. Fundamentos de la Energía Solar, Mónica Gómez Universidad Nacional de Ingeniería
3. Notas de clases. Curso FI815 Transferencia de Calor en Aplicaciones de Energía Solar, Carlos Paucarchuco, Universidad Nacional de Ingeniería
4. Piscina Olímpica Solar, Mario E. Álvarez Guerra Jáuregui\* y Luis Bériz Pérez\*\*  
<http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Energia/Energia48/HTML/Articulo07.htm>
5. Artículo internet: CALENTARÁN ALBERCA OLÍMPICA DE CIUDAD UNIVERSITARIA CON ENERGÍA SOLAR:  
<http://siempre889.com/actualidad/calentaran-alberca-olimpica-de-cu-con-energia-solar/>
6. Sistemas de Calentamiento de Agua con Energía Solar en la ciudad de Arequipa- Miguel Tinajeros Salcedo XVIII Simposio Peruano de Energía Solar y del Ambiente (XVIII- SPES), Lima, 14 -19.11.2011
7. CALENTAMIENTO-DE-AGUA-CON-ENERGIA-SOLAR-EN-LA-CIUDAD-DE-AREQUIPA.pdf, <http://www.perusolar.org/wp-content/uploads/2012/02/SISTEMAS->



DE-[http://perusolar.org/seminario-](http://perusolar.org/seminario-taller1jul2011/representaciones_seminariotaller_(4)/4_Abel_Gutierrez__TERMOINO_X_Perspectivas_para_Industria_Solar_Terminca.pdf)

[taller1jul2011/representaciones\\_seminariotaller\\_\(4\)/4\\_Abel\\_Gutierrez\\_\\_TERMOINO\\_X\\_Perspectivas\\_para\\_Industria\\_Solar\\_Terminca.pdf](http://perusolar.org/seminario-taller1jul2011/representaciones_seminariotaller_(4)/4_Abel_Gutierrez__TERMOINO_X_Perspectivas_para_Industria_Solar_Terminca.pdf)

8. Energy Renewable Energy in Germany
9. [http://mexiko.ahk.de/fileadmin/ahk\\_mexiko/Dokumente/eee10\\_Fraunhofer\\_Institut\\_Gerhard\\_Srtryi\\_Hipp\\_-.pdf](http://mexiko.ahk.de/fileadmin/ahk_mexiko/Dokumente/eee10_Fraunhofer_Institut_Gerhard_Srtryi_Hipp_-.pdf)
10. Calentador Solar SAECSA para Albercas <http://saecsasolar.com/albercas.html>
11. Climatización de una piscina cubierta mediante la combinación de energía solar térmica, geotermia y caldera de apoyo de biomasa. Jordi Noguera Sebastián
12. <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/12795/1/Memoria.pdf>
13. Atlas de Energía Solar del Perú
14. <http://www.bvcooperacion.pe/biblioteca/bitstream/123456789/5496/1/BVCI0005237.pdf>
15. [http://www.senamhi.gob.pe/pdf/atlas\\_solar.pdf](http://www.senamhi.gob.pe/pdf/atlas_solar.pdf)
16. Criterios Técnicos y Económicos para la Selección de las Termas Solares en el Sector Hotelería y Turismo. Empresa Panapex
17. [http://www.fonamperu.org/general/energia/centro-de-informacion/ferias/huancayo/dia1/PRESENTACION\\_TERMAS\\_SOLARES.pdf](http://www.fonamperu.org/general/energia/centro-de-informacion/ferias/huancayo/dia1/PRESENTACION_TERMAS_SOLARES.pdf)
18. Solar Energy Renewable Energy and the Environment Robert Foster, Majid Ghassemi, Alma Cota

**CARACTERISTICAS DEL CAMPO: PISCINA SEMI OLIMPICA COLEGIO  
SALESIANOS HUANCAYO**

**Dimensiones de la Piscina**

Largo	:	25 m
Ancho	:	15 m
Profundidad	:	1.60 m
Temperatura promedio ambiente	:	20°C a las 7.00 a.m.
Temperatura máxima ambiente	:	22.7°C a las 13.00 horas
Temperatura promedio ambiente	:	22.5°C a las 21.00 horas
Temperatura promedio en la piscina	:	mínima 19.9°C y 20°C en un día nublado

**Horario de Funcionamiento**

<b>DIA</b>	<b>HORARIO</b>	<b>Nº PARTICIPANTES</b>
LUNES	16.00 a 21.00 Horas	Principiantes 5-6 Intermedios 5-6 Avanzados 8-9
MARTES	16.00 a 20.00 Horas	Principiantes 5-6 Intermedios 5-6 Avanzados 8-9
MIERCOLES	16.00 a 21.00 Horas	Avanzados 5-6 Intermedios 5-6 Avanzados 8-9
JUEVES	16.00 a 20.00 Horas	Avanzados 5-6 Intermedios 5-6 Avanzados 8-9
VIERNES	16.00 a 21.00 Horas	Avanzados 5-6 Intermedios 5-6 Avanzados 8-9
SABADO	08.00 a 14.00 Horas	Intermedios 5 – 6 Avanzados 8 - 9
DOMINGO	-----	-----

Personal de Mantenimiento : 2 (1 de 07 a 15.00 horas, 1 de 14.00 a 22.00 horas)

Entrenadores : En verano 5

En invierno 3

Costo por uso de la piscina : S/. 15.00 /hora  
Matricula : S/. 150.00 por 12 sesiones, 3 veces por semana  
Ex alumnos : S/. 80.00 por 12 sesiones, 3 veces por semana

### Número de Termas

Piscina Semi-Olimpica : 25m x 12m x 1.60m - 75 Sets de Colectores Solares  
Piscina chica para niños : 10m x 6m x 0.50m - 12 Sets de Colectores Solares  
Duchas : Varones 10, Damas 5  
Termas Solares de 200 litros: 5

### Características de cada Sistema Solar

- Cada sistema comprende los colectores solares, controladores electrónicos, sensores de temperatura y bombas de circulación
- Dimensiones de cada set: 3200mm x 1900mm
- Área para el cálculo del dimensionado: 6.00m<sup>2</sup>
- Elemento colector: Tubos de 47 mm de diámetro x 1500 mm de longitud
- Cada Colector consta de un manifold y 50 tubos.
- Peso Total incluido el agua: 250 kg
- Temperatura de ingreso del agua al sistema de colectores solares: 18°C
- Temperatura de salida del agua del sistema de colectores solares: 80°C

### Evolución Aproximada de la Temperatura del Agua durante el día:

HORA	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
T°C	20	20	20	21	22	22	22	22	22	22	22	22	21	21	21

### Variación de la Temperatura Ambiente al exterior del local:

Mínimo -2°C  
Máximo 22°C

### Frecuencia de cambio total del agua

No se cambia, solo se repone las pérdidas diarias que es de 30 m<sup>3</sup> de agua (cada día luego del funcionamiento el nivel de agua desciende en 8 cm de su nivel normal)

multiplicado por el área de la piscina de 25 x 15 resulta los 30 m<sup>3</sup> que es el promedio diario de pérdida)

En una oportunidad, luego de un año funcionamiento, se hizo el cambio total del agua, y la piscina estuvo sin funcionar 25 días, para el llenado que demora de 10 a 15 días y para lograr la temperatura apropiada para su uso, otros 10 días

La función de los filtros es fundamental, para mantener limpia la piscina, libre de pelos u otro material flotante. Los filtros se encuentran instalados en el circuito de bombeo de agua.

Cada 7 días según requerimiento, se suelta cloro, para tener el agua en condiciones saludables para su uso.

### **Utilización de la energía eléctrica**

Para bombeo de agua, mezclar agua fría con agua caliente y mantener temperatura uniforme de 22°C a 24°C, se cuenta con dos bombas de agua de 2,2 kW, una funcionando y otra en stand by, para la piscina semiolímpica

Para la piscina patera, se tiene otra bomba de agua es de 1,5 kW trifásicas de 220 VAC.

Ambos sistemas de bombeo son comandados por el regulador controlador de temperatura.

Para bombeo de circulación de agua durante la noche en el horario de 22:00 horas a 05:00 horas.se utiliza una de las bombas de 2,2 kW

Para iluminación interior y exterior, la carga en luminarias es de 1500 vatios.

En conclusión la carga para el servicio de electricidad a contratar con la empresa concesionaria de distribución de energía eléctrica es de 5 a 7 kW, 220 VAC trifásico

## ANEXO

### VISTAS FOTOGRAFICAS



75 Colectores Principales del Sistema  
Circulación Forzada Circuito para  
Piscina Semi Olímpica





**Piscina semi-olímpica temperada con colectores solares**





Sensor de temperatura, salida de agua caliente en el colector solar



75 Colectores Solares para la piscina semi Olimpica





*Bombas de Agua para recirculación e igualación de temperatura al valor temperado*



*Filtros de Agua, para retener todas las impurezas del agua recirculada por las bombas*



*Bombas para inyectar cloro a la piscina*



*Tableros Controlador y regulación de temperatura en la piscina*



*Edificio de la piscina y de duchas de agua caliente*



*Ubicación de colectores solares de la piscina principal en la etapa de construcción*

## **ANEXO**

### **NORMATIVIDAD**

#### **Para Sistemas de Calentamiento de Agua con Energía Solar (SCAES)**

- Norma Técnica Peruana, NTP 399.400:2001/R. 126-2001-INDECOPI-CRT (2001.11.03). COLECTORES SOLARES. Método de ensayo para determinar la eficiencia de los colectores solares.
- Norma Técnica Peruana, NTP 399.404/R.D. 80-2006/CRT-INDECOPI (2006.10.13). SISTEMAS DE CALENTAMIENTO DE AGUA CON ENERGÍA SOLAR (SCAES) Fundamentos para su dimensionamiento.
- Norma Técnica Peruana, NTP 399.482/R. 7-2007/INDECOPI-CRT (2007.02.07). SISTEMAS DE CALENTAMIENTO DE AGUA CON ENERGÍA SOLAR (SCAES) Procedimiento para su instalación eficiente.
- Norma Técnica Peruana, NTP 399.405/R. 52-2007/INDECOPI-CRT (2007.06.20). SISTEMAS DE CALENTAMIENTO DE AGUA CON ENERGÍA SOLAR (SCAES). Caracterización y pronóstico anual de su rendimiento mediante ensayos en exterior.
- Norma Técnica Peruana, NTP 399.405 /R. 46-2008/INDECOPI-CRT (2008.04.12). SISTEMAS DE CALENTAMIENTO DE AGUA CON ENERGÍA SOLAR (SCAES). Límites y etiquetado.
- Reglamento Nacional de Edificaciones - NORMA TÉCNICA E.M.080. INSTALACIONES CON ENERGÍA SOLAR. Capítulo II: Instalaciones con energía solar térmica

#### **NORMA EM.080**

#### **INSTALACIONES CON ENERGÍA SOLAR**

<http://www.amarengo.org/construccion/normas/rne/edificaciones/electricas-y-mecanicas/em080/energia-solar>

#### **CAPITULO I GENERALIDADES**

##### **Artículo1º.- GENERALIDADES**

En el aprovechamiento de la energía solar está contemplada la adopción de las nuevas tecnologías para optimizar su uso a través de la transformación a otras formas de

energía, tales como la del suministro eléctrico, calentamiento del agua como una forma de economizar energía y contribuir a disminuir la contaminación ambiental.

## **CAPITULO II    INSTALACIONES CON ENERGÍA SOLAR TÉRMICA**

### **Artículo 2º.- GENERALIDADES**

Las instalaciones de termas solares (colector solar + tanque de almacenamiento), pueden ser usadas para el suministro de agua caliente en diversos tipos de edificaciones, tales como: conjuntos de edificaciones multifamiliares, viviendas unifamiliares, hoteles o similares, edificaciones comerciales e industriales; debiendo cumplir con las normas técnicas sobre eficiencia de colectores solares, instalaciones para agua caliente domiciliaria e industrial, normas sobre uso de materiales apropiados para el almacenamiento de agua caliente, y aspectos de estética arquitectónica y cuidado ambiental.

### **Artículo 3º.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

Las especificaciones técnicas de los componentes, ensayos de laboratorio y controles de calidad in situ de los sistemas de conversión solar térmica o también llamados colectores solares, utilizados para el aprovechamiento de la energía solar para el calentamiento de agua, deben cumplir con la **Norma Técnica Peruana NTP 399.400:2001**, titulada: «Colectores Solares, método de ensayo para determinar la eficiencia de los colectores solares»; así como con todo tipo de norma relacionada con instalaciones de agua caliente para uso doméstico, comercial o industrial. Los sistemas de conversión solar térmica son requeridos para el calentamiento de agua y calefacción ambiental, a fin de suplir con esta necesidad en zonas rurales y urbanas, a postas médicas, centros comunales, viviendas, hoteles, edificios multifamiliares y centros recreativos o de producción industrial donde se requiera este desarrollo.

Los colectores solares de placa plana son empleados generalmente para atender demandas de energía en forma de calor, en un rango de temperaturas (50 °C a 95 °C) variable de acuerdo a las necesidades de uso de agua caliente, siendo posible también proveer agua precalentada expresada en términos de potencia como  $W_{th}$ ,\* a fin de lograr un mayor rango de temperaturas (mayores a los 100 °C), que en combinación con otro tipo de energía tradicional sirva para un uso industrial.

\*  $W_{th}$  (Watt térmico): Potencia máxima que entrega un colector solar térmico a una irradiancia de  $1000 \text{ W/m}^2$ , 25 °C de temperatura ambiente, y temperatura media del

fluido de 50 °C ( $t_m$ )

### **Componentes de los sistemas de conversión solar térmica.**

Los sistemas de conversión solar térmica, comprenden por lo general un desarrollo común con los siguientes componentes:

- Un banco de colectores compuesta por un colector o más colectores unidos en serie o en paralelo, con el fin de lograr un nivel de energía térmica de una masa definida de agua. Como regla general, un metro cuadrado de área de colector permite a 70 litros de agua, elevar la temperatura desde 25 °C hasta 50 °C (en condiciones estándar).
- Una estructura de soporte mecánica para el banco de colectores.
- Un tanque térmico de almacenamiento del agua, dimensionado en función de las condiciones del número de horas solar estándar (hss), y del requerimiento de uso de agua caliente. Este tanque está interconectado con el banco de colectores, y ubicado en el mismo lugar de éstos, funcionando bajo convección natural o bien ubicado en otro lugar y funcionando bajo la modalidad de convección forzada.
- Una estructura para el tanque de almacenamiento.
- Válvulas reguladoras de la presión y de la temperatura deberán ser parte del sistema de seguridad del sistema, y estar ubicadas en el tanque, en la salida del agua caliente para el consumo.
- Una válvula de seguridad anti-retorno para prevenir la descarga del agua del sistema.
- El tendido y diámetro de tuberías deberá estar dimensionado en función a la distribución de los flujos de agua requeridos por el usuario.

### **Requisitos de los componentes de los sistemas de conversión solar térmica.**

Están clasificados de acuerdo a su ámbito de aplicación: sistemas, para los componentes de los Sistemas de conversión solar térmica e instalación y a su nivel de exigencia que han sido clasificados los requisitos en tres categorías: Obligatorios, Recomendados y Sugeridos. Están indicados los siguientes:

- Requisitos del Sistema.
- Requisitos del sistema de colectores solares.
- Requisitos de la estructura soporte.

- Requisitos de la instalación del banco de colectores.
- Requisitos del tanque acumulador.
- Requisitos de los sistemas de control y seguridad.
- Requisitos de la instalación de las tuberías.
- Requisitos del lugar de la instalación, estructura civil, estética arquitectónica, disponibilidad energética.

En cada uno de ellos están considerados requisitos Obligatorios, Recomendados y Sugeridos.

### **Ensayos del Sistema de Conversión Solar Térmica**

En el capítulo referido a la **Norma Técnica Peruana NTP 399.400:2001** se establecen los procedimientos de prueba bien diferenciados para verificar las especificaciones técnicas para determinar la eficiencia de los colectores solares. Las pruebas consideradas son:

- Prueba de ensayo para determinar el comportamiento térmico en el estado estacionario y cuasi estacionario, tiempo y características de la respuesta angular de colectores solares.
- Evaluación de los colectores bajo radiación solar natural y bajo radiación solar simulada.
- Evaluación de la Eficiencia del Sistema.

En la norma mencionada, están detallados y contemplados los formularios de registro y de resultado de los ensayos descritos.

Estos ensayos permiten analizar el funcionamiento de los equipos y como consecuencia estudiar las posibles modificaciones o mejoras al Sistema.

## **CAPITULO III    INSTALACIONES CON SISTEMAS FOTOVOLTAICOS**

### **Artículo 4º.- GENERALIDADES**

Las instalaciones para conversión de la energía solar mediante sistemas fotovoltaicos solares, que son usados para el suministro de energía para unidades de vivienda, edificios inteligentes u otros, deben cumplir con el Código Nacional de Electricidad y las Normas Técnicas Peruanas complementarias.

## **Artículo 5º.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

Las especificaciones técnicas de los componentes, ensayos de laboratorio y controles de calidad in-situ de los Sistemas Fotovoltaicos Domésticos o también llamados Sistemas Fotovoltaicos Autónomos, utilizados para aprovechamiento de la energía solar en generación de electricidad, deben cumplir con lo establecido en el **Reglamento Técnico aprobado por Resolución Directoral Nº 030-2005-EM/DGE** de la Dirección General de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas, titulado «Especificaciones técnicas y ensayos de los componentes de sistemas fotovoltaicos domésticos hasta 500 Wp».

### **Aplicaciones**

Los Sistemas Fotovoltaicos Domésticos son requeridos para la electrificación de viviendas en zonas rurales, postas médicas, centros comunales, escuelas, edificios inteligentes u otros.

Los Sistemas Fotovoltaicos Domésticos son empleados generalmente para atender demandas de energía en corriente continua, siendo posible también para proveer energía en corriente alterna utilizando convertidores CC/CA llamados también onduladores o inversores en sistemas de potencias mayores a 200 Wp<sup>1)</sup> (Watt pico) : Es la potencia máxima que entrega un panel fotovoltaico a 1 000 W/m<sup>2</sup> de irradiancia y 25 °C de temperatura en las células solares

### **Componentes de los sistemas fotovoltaicos domésticos**

Los Sistemas Fotovoltaicos Domésticos responden a un esquema común que comprende los siguientes componentes:

- Un generador fotovoltaico compuesto por uno o más módulos fotovoltaicos, los cuales están interconectados para conformar una unidad generadora de corriente continua CC
- Una estructura de soporte mecánica para el generador fotovoltaico
- Una batería de plomo-ácido compuesta de varias celdas, cada uno de 2 V de tensión nominal
- Un regulador de carga para prevenir excesivas descargas o sobrecargas de la batería
- Las cargas (lámparas, radio, etc.)
- El cableado (cables, interruptores y cajas de conexión)



### **Requisitos de los componentes de los sistemas fotovoltaicos domésticos**

Los requisitos establecidos en el Reglamento Técnico mencionado en la presente Norma están clasificados de acuerdo a su ámbito de aplicación: sistemas, para los componentes de los Sistemas Fotovoltaicos Domésticos, e instalación y a su nivel de exigencia que han sido clasificados los requisitos en tres categorías: Obligatorios, Recomendados y Sugeridos. Están indicados los siguientes:

- Requisitos del Sistema.
- Requisitos del generador fotovoltaico.
- Requisitos de la estructura soporte.
- Requisitos de la batería.
- Requisitos del regulador de carga.
- Requisitos de las luminarias.
- Requisitos del cableado.
- Requisitos de la Instalación.

En cada uno de ellos están considerados requisitos Obligatorios, Recomendados y Sugeridos.

### **Ensayos del Sistema Fotovoltaico Doméstico**

En el capítulo referido a los Ensayos del Sistema Fotovoltaico Doméstico del Reglamento Técnico mencionado en la presente Norma se establecen los procedimientos de prueba bien diferenciados para verificar las especificaciones técnicas de cada uno de los componentes que integran la instalación fotovoltaica así como la evaluación del funcionamiento del Sistema. Las pruebas consideradas son:

- Prueba de Sistemas Fotovoltaicos Domésticos.
- Evaluación de los Módulos Fotovoltaicos.
- Evaluación de la Batería Solar.
- Evaluación de los Reguladores de Carga.
- Evaluación de las Luminarias.
- Evaluación de la Eficiencia del Sistema.

En el Reglamento Técnico mencionado en la presente Norma, están detallados y contemplados los formularios de registro y de resultado de los ensayos descritos. Estos ensayos permiten analizar el funcionamiento de los equipos y como consecuencia estudiar las posibles modificaciones o mejoras al Sistema.

## ANEXO

### LISTADO DE EMPRESAS DE ENERGIA SOLAR TERMICA – PERU

## EMPRESAS DE ENERGIA SOLAR TERMICA -PERU

EMPRESA	CONDICIÓN	PRODUCTO
ACUASOL	IMPORTADOR	TUBOS AL VACIO
BRIDSOLAR	FABRICANTE	PLACA PLANA
CRIS-SOL	FABRICANTE	PLACA PLANA
D'SOL	IMPORTADOR	TUBOS AL VACIO
ECOENERGIAS	IMPORTADOR	TUBOS AL VACIO
ELECTROSOL	FABRICANTE	PLACA PLANA
ENERSOL	FABRICANTE	PLACA PLANA
FAMESOL	FABRICANTE	PLACA PLANA
GRUPO 21	FABRICANTE	PLACA PLANA
HIDOSOL	FABRICANTE	PLACA PLANA
HIDOSOL H3	FABRICANTE	PLACA PLANA
INGERSOL	FABRICANTE	PLACA PLANA
INOXOL	FABRICANTE	PLACA PLANA
INOXOL	FABRICANTE	PLACA PLANA
INVERSOL	FABRICANTE	PLACA PLANA
LIDERSOL	FABRICANTE	PLACA PLANA
MASTER INOX	FABRICANTE	PLACA PLANA
MEGAINOX	FABRICANTE	PLACA PLANA
MEGASOL	FABRICANTE	PLACA PLANA
MISTISOL	FABRICANTE	PLACA PLANA
RED SOLAR	DISTRIBUIDOR	PLACA PLANA
SERVISOL	FABRICANTE	PLACA PLANA
SOLAR 21	FABRICANTE	PLACA PLANA
SOLAR INOXPLUS	FABRICANTE	PLACA PLANA
SOL CARIBE	IMPORTADOR	TUBOS AL VACIO
SOL CENTER	FABRICANTE	PLACA PLANA
SOL MASTER	FABRICANTE	PLACA PLANA
SOLUCIONES INTEGRALES	IMPORTADOR	TUBOS AL VACIO
SUPERSOL	FABRICANTE	PLACA PLANA
TECNOSOL	FABRICANTE	PLACA PLANA
THERMOSUR	FABRICANTE	PLACA PLANA

EMPRESA	CONDICIÓN	PRODUCTO
DERCO	IMPORTADOR	TUBOS AL VACIO
TRANSEN PERU	DISTRIBUIDOR	PLACA PLANA
SOLARTEC	FABRICANTE	PLACA PLANA
TECNOSOL	DISTRIBUIDOR	PLACA PLANA
SOLARSUR	FABRICANTE	PLACA PLANA
KUTI	FABRICANTE	PLACA PLANA



**TERMOINOX**  
Termas & Piscinas



**PANAPEX S.A.**

ANEXO

PRECIOS DE CALENTADORES SOLARES

**CALENTADORES SOLARES EN PLANCHA INOX**

EMPRESA	PRECIO VENTA PUBLICO	VALOR VENTA \$	PRECIO PROMEDIO \$
ENERSOL	2660	810.88	<b>610.31</b>
TERMOINOX	2050	624.92	
CRIS-SOL	1900	579.20	
SOL CENTER	1800	548.71	
BRIDSOLAR	1800	548.71	
MEGASOL	1800	548.71	

*Nota: Estos precios no incluyen el IGV*

**CALENTADORES SOLARES EN ACERO LAC**

EMPRESA	PRECIO VENTA PUBLICO	VALOR VENTA \$	PRECIO PROMEDIO \$
ENERSOL	2160	658.46	<b>492.32</b>
GRUPO 21	1400	426.78	
FAMESOL	1300	396.29	
INGERSOL	1600	487.75	

*Nota: Estos precios no incluyen el IGV*

CALENTADORES SOLARES TUBOS AL VACIO		
EMPRESA	VALOR VENTA \$	PRECIO PROMEDIO \$
SOLUCIONES INTEGRALES	609.68	<b>375.97</b>
TOBISHI	518.23	
ACUASOL	609.68	
D'SOL	518.23	

*Nota: Estos precios no incluyen el IGV*

A continuación mostramos la cotización de un sistema de componentes de colectores solares de similares características al proyecto expuesto:

<b>RESUMEN</b>			
A. - SUMINISTRO DE IMPORTACION			
		sin IGv y AD/V=0%	con IGv
	TOTAL CIF USD	<b>36,723.80</b>	
B. - SUMINISTRO LOCAL			
Equipamiento complementario		sin IGv	con igv
Supervisión y montaje		19,520.88	23,229.85
Transporte e imprevistos		6,700.00	7,973.00
		4,938.12	5,876.36
	TOTAL USD	<b>31,159.00</b>	<b>37,079.21</b>
		sin IGv	con IGv
	TOTAL USD	<b>67,882.80</b>	<b>73,803.01</b>

<b>PRECIOS DETALLADOS</b>
---------------------------

<b>A.- SUMINISTRO DE IMPORTACIÓN</b>						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	P UNIT.	US\$CIF	CANT	SUB TOTAL US\$FOB
<b>I.1</b>	<b>EQUIPAMIENTO PARA LA PISCINA SEMI-OLIMPICA</b>					<b>25116.92</b>
	Colector solar Mod MK-50-II-10. Area colectora 6.25m2, 50tubos c/u.	sets		293.708	79	23202.92
	Sistema de control. Incluye Controlador Automático para el Sistema de bombeo, Sensores de temperatura y Gabinete de Control	sets		1514.00	1	1514.00
	Bombas para el sistema solar	und		200.00	2	400.00
<b>I.2</b>	<b>EQUIPAMIENTO PARA LA PISCINA PATERA</b>					<b>4581.08</b>
	Colector solar Mod MK-50-II-10. Area colectora 6.25m2, 50tubos c/u.	sets		293.708	10	2937.08
	Sistema de control. Incluye Controlador Automático para el Sistema de bombeo, Sensores de temperatura y Gabinete de Control	sets		1464.00	1	1464.00
	Bombas para el sistema solar	und		180.00	1	180.00
<b>II</b>	<b>EQUIPAMIENTO PARA LOS BAÑOS</b>					
	Termas Solares Mod. TZCD 1800/20-200L de alta presión. Cada terma esta equipado con un tanque de 200 L y 20 tubos al vacío tipo "heat Pipe"	und		682.00	5	<b>3410.00</b>
<b>TOTAL USD FOB-CHINA</b>						<b>33108.00</b>
FLETE						3528.22
SEGURO						87.58
<b>TOTAL USD CIF-CALLAO</b>						<b>36723.80</b>

<b>B.- SUMINISTRO LOCAL E INSTALACIÓN</b>					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P UNIT. US\$</b>	<b>CANT</b>	<b>SUB TOTAL US\$</b>
<b>I.1</b>	<b>EQUIPAMIENTO PARA LA PISCINA SEMI-OLIMPICA</b> Manto térmico de 12m x 25m, incluye tres carriles de 4m c/u para fácil enrollado. Evita que el calor salga durante la noche.	sets	4386.55	1	4386.55
<b>I.2</b>	<b>EQUIPAMIENTO PARA LA PATERA</b> Manto térmico de 4.6m x 14.6m, incluye carril para fácil enrollado. Evita que el calor salga durante la noche.	sets	1157.96	1	1157.96
<b>III</b>	<b>A.- Supervisión</b> Supervisión de la instalación, montaje y puesta en servicio, entrenamiento en la operación y mantenimiento por un especialista del fabricante del sistema solar. Incluye pasajes aéreos, transporte local, honorarios y gastos varios. * Ver nota 2	glb	3900.00	1	3900.00
	<b>B. Instalación y montaje</b> Tiempo 25 - 30 días: 4 días preparar material, 2 días poner estructuras, 2 días colocar tuberías, 2 días el sistema de control, 1 día llenado de tubos y manifold, 5d para probar el sistema, 10 - 15 para instalación 3 personas Lima, 3 ayudantes locales. Incluye honorarios y pasajes * Ver nota 2.	glb	2800.00	1	2800.00
	<b>C. Materiales para el montaje</b> C.1 Piscina semi-olímpica, todos los accesorios, y tuberías de unión y fijación entre los sets. C.2 Patera, todos los accesorios, y tuberías de unión y fijación entre los sets. C.3 Termas para duchas, todos los accesorios, incluye tub de cobre aislado o A.Galv, dispositivos de protección contra sobrepresión y backup eléctrico.	glb	11389.37	1	11389.37
		glb	1297.00	1	1297.00
		glb	1290.00	1	1290.00
<b>IV</b>	<b>TRANSPORTE</b> y seguro hasta lugar de la obra Un contenedor 40 pies. Colectores solares para las piscinas 38CBM. Termas solares 5CBM/500kg. Acarreo y descarga de material.	glb	2840.00	1	2840.00
SUB TOTAL USD					29060.88
<b>V</b>	<b>IMPREVISTOS</b> Gastos imprevistos en la instalación y puesta en funcionamiento del sistema.	glb	2098.12	1	2098.12
<b>SUB TOTAL USD</b>					<b>31159.00</b>
<b>IGV 19%</b>					<b>5920.21</b>
<b>TOTAL USD</b>					<b>37079.21</b>
<b>TOTAL USD</b>					<b>73803.01</b>

## **ANEXO**

### **INFORMACION NACIONAL: EXPERIENCIA DEL PROYECTO EN EL PAIS**

Lugar	:	Lunahuana River resort hotel / piscina
Tipo de piscina	:	Recreativa
Volumen de agua	:	180 000 litros.
Tasa de ocupación proyectada	:	40%
Total de inversión	:	\$ 14980.
Tiempo de recuperación de inversión	:	1.2 años frente a uso de gas glp.
Tipo de instalación	:	Forzada – inteligente.
Área colectora instalada	:	144 m2.
Temperatura diaria proyectada	:	28°c /día
Tipo de colector	:	Polipropileno estabilizado –alto caudal.

### **INFORMACION INTERNACIONAL: CASO URUGUAY**

#### **El caso del fomento para utilizar la Energía Solar en Uruguay**

En los últimos años, Uruguay ha dictado una serie de normas que buscan modificar la matriz energética y promover el uso eficiente de la energía.

Entre ellas citamos: 1) La promoción de la generación de Energías Renovables, 2) El uso eficiente de la energía; 3) La utilización de la Energía Solar Térmica en determinadas edificaciones.

## **ANEXO**

### **INFORMACION GENERAL: ENERGIA SOLAR TERMICA**

La Ley de “Energía Solar Térmica” declara de interés nacional la investigación, el desarrollo y la formación en el uso de la Energía Solar Térmica y condiciona el otorgamiento de permisos de construcción de determinados emprendimientos de gran consumo energético a que acrediten que el proyecto cuenta con un porcentaje de energía solar térmica para el calentamiento del agua.

Según la ley, los permisos de construcción de “Centros de Salud”, “Hoteles” y “Clubes Deportivos” cuya previsión de consumo para agua caliente involucre más del 20% del consumo energético total, sólo serán autorizados cuando incluyan en sus instalaciones equipamiento para el calentamiento de agua por energía solar térmica. A partir de los dos años de su promulgación, los permisos de construcción de estas edificaciones solo serán autorizados si incluyen equipamiento de energía solar térmica para cubrir el 50% del calentamiento de su consumo de agua. La misma regla aplica para la construcción de “Edificios del Sector Público” a partir de los 5 años de promulgada la ley. Finalmente, las “Piscinas Climatizadas” nuevas o aquellas existentes deberán utilizar la energía solar térmica para el calentamiento del agua, a partir de los 3 años de su vigencia.

#### **Beneficios Fiscales**

La norma faculta al Poder Ejecutivo a conceder las exoneraciones tributarias previstas en la “Ley de Promoción de Inversiones” a quienes fabriquen, implementen y utilicen los equipos que transformen la energía solar en térmica. Asimismo, faculta al Poder Ejecutivo a exonerar del IVA, IMESI e impuestos aduaneros la fabricación de colectores solares nacionales o importados (siempre que no sean competitivos con la industria nacional), así como a los bienes y servicios necesarios para su fabricación.

Nuestro país apuesta a la Energía Solar Térmica e impone su utilización a determinadas construcciones nuevas

#### **Claves:**

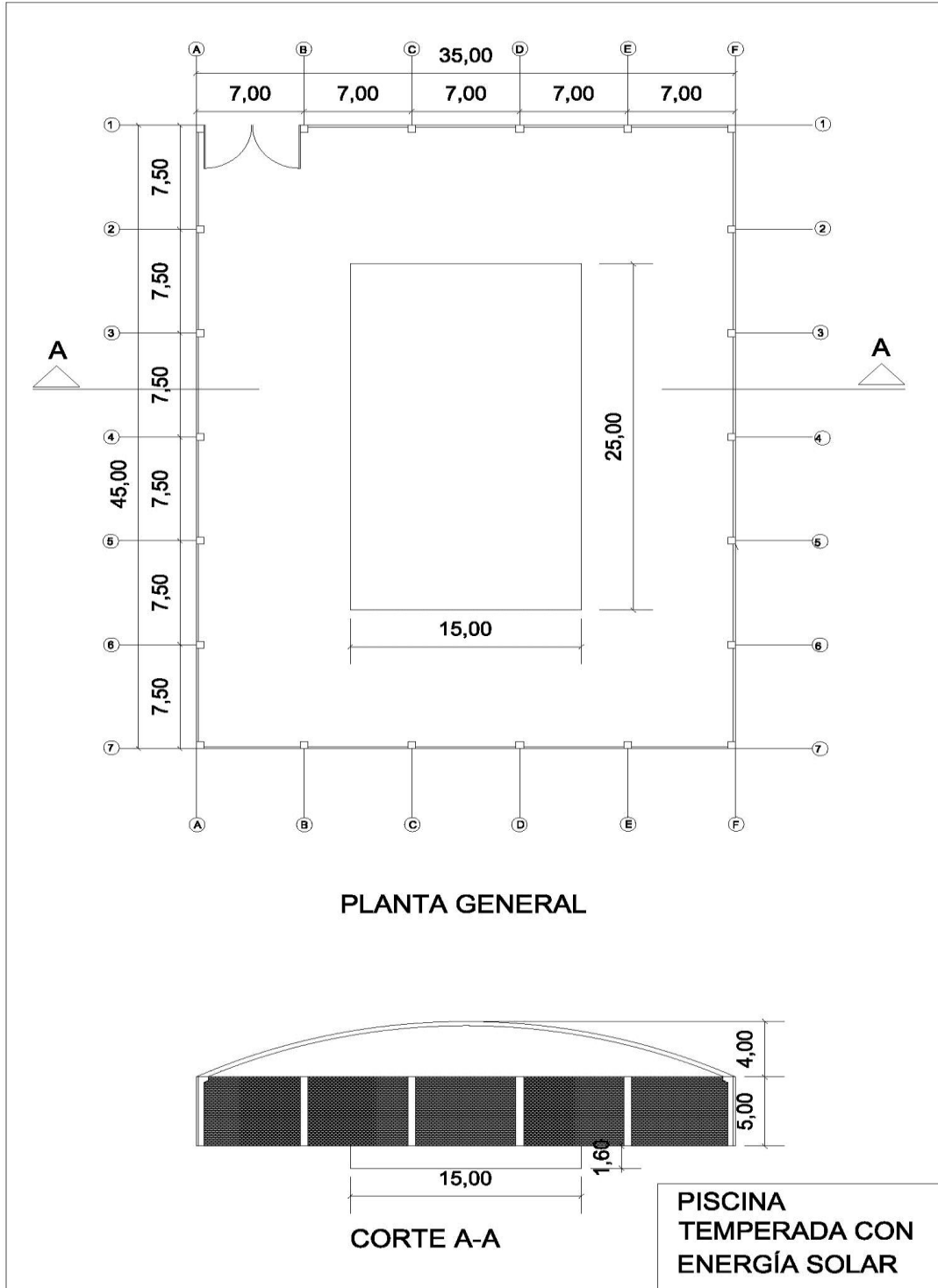
- Subsectores. Hotelería; Centros de Salud; Clubes deportivos (en estos tres casos, nuevos o rehabilitaciones integrales); Edificios públicos (nuevos); Piscinas climatizadas (nuevas o las que se reconvirtan).
- Oportunidades. Importadores, fabricantes y vendedores de equipos que utilicen energía solar (paneles, colectores, etc), ya que pueden acceder a las exoneraciones previstas en la Ley de Promoción de Inversiones.

- Antecedente. El Decreto N° 354/009 para el sector energético en general, ya declaró promovidas la generación de energía eléctrica a través de fuentes renovables no tradicionales y la transformación de energía solar en energía térmica, entre otras.



**ANEXOS  
PLANOS**

**Plano Dimensiones Piscina Temperada con Energía Solar**



Adicionalmente se incluyen 16 planos del proyecto de una piscina temperada con energía solar

Adicionalmente se incluyen 16 planos del proyecto de una piscina temperada con energía solar, según la siguiente relación:

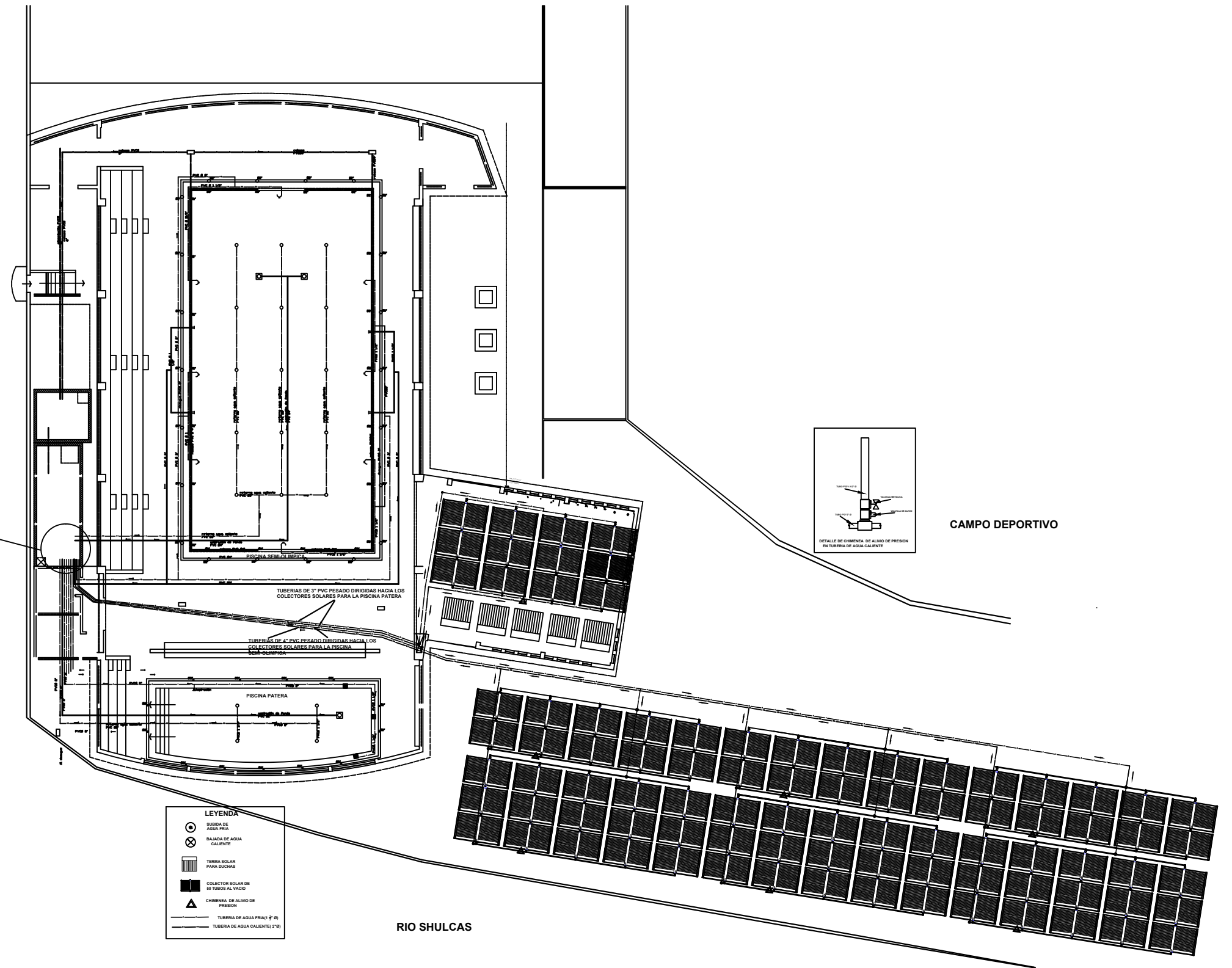
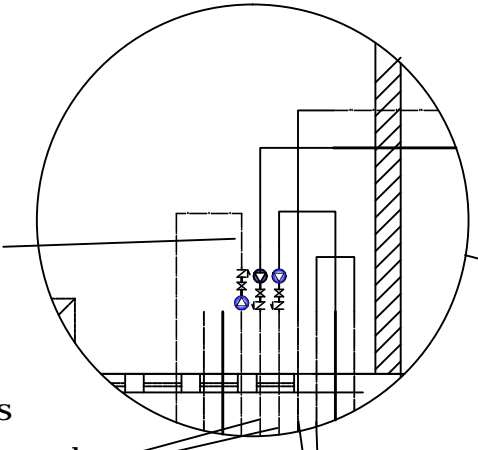
### LISTA DE PLANOS

PLANO N°	DESCRIPCIÓN
01	ESQUEMA GENERAL PISCINA TEMPERADA
02	DISPOSICIÓN EQUIPOS INSTALACIÓN
03	SISTEMA TEMPERADO PISCINA CHICA
04	INSTALACIONES SANITARIAS
05	ESQUEMA UBICACIÓN DE LAS CHIMENEAS
06	ESQUEMA SIMPLIFICADO CALENTAMIENTO DE PISCINA SEMI-OLIMPICA
07	ESQUEMA CONEXIONES COLECTORES SOLARES
08	ESQUEMA CONEXIONES COLECTORES SOLARES - 2
09	COLECTORES SOLARES ESQUEMA DE INSTALACIÓN
10	DISPOSICIÓN DE COLECTORES SOLARES PISCINA PATERA
11	ESQUEMA DISPOSICIÓN TERMAS SOLARES PARA DUCHAS
12	ESQUEMA BÁSICO DE UNA TERMA SOLAR
13	DETALLE DE CONEXIONES SUBTERRANEAS DE LAS TUBERÍAS DESDE LA CASA DE MÁQUINAS HACIA LOS PANELES SOLARES
14	ESQUEMA DEL SISTEMA DE CLORINADO RECIRCULADO Y FILTRADO DE LAS PISCINAS
15	ESQUEMA DEL SISTEMA HIDRÁULICO EN CASA DE MÁQUINAS PARA EL SISTEMA TEMPERADO DE LAS PISCINAS
16	ESQUEMA DEL SISTEMA DE CONTROL Y FUERZA

hacia el panel solar patera

van hacia los paneles solares de la piscina grande

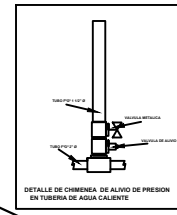
vienen desde los paneles solares para piscina



TUBERIAS DE 3" PVC PESADO DIRIGIDAS HACIA LOS COLECTORES SOLARES PARA LA PISCINA PATERA

TUBERIAS DE 4" PVC PESADO DIRIGIDAS HACIA LOS COLECTORES SOLARES PARA LA PISCINA GRANDE

- LEYENDA**
- SUBIDA DE AGUA FRÍA
  - ⊗ BAJADA DE AGUA CALIENTE
  - ▨ TERMO SOLAR PARA DUCHAS
  - COLECTOR SOLAR DE 88 TUBOS AL VACÍO
  - ▲ CHIMENEA DE ALIADO DE PRESIÓN
  - TUBERIA DE AGUA FRÍA (2" Ø)
  - TUBERIA DE AGUA CALIENTE (2" Ø)



CAMPO DEPORTIVO

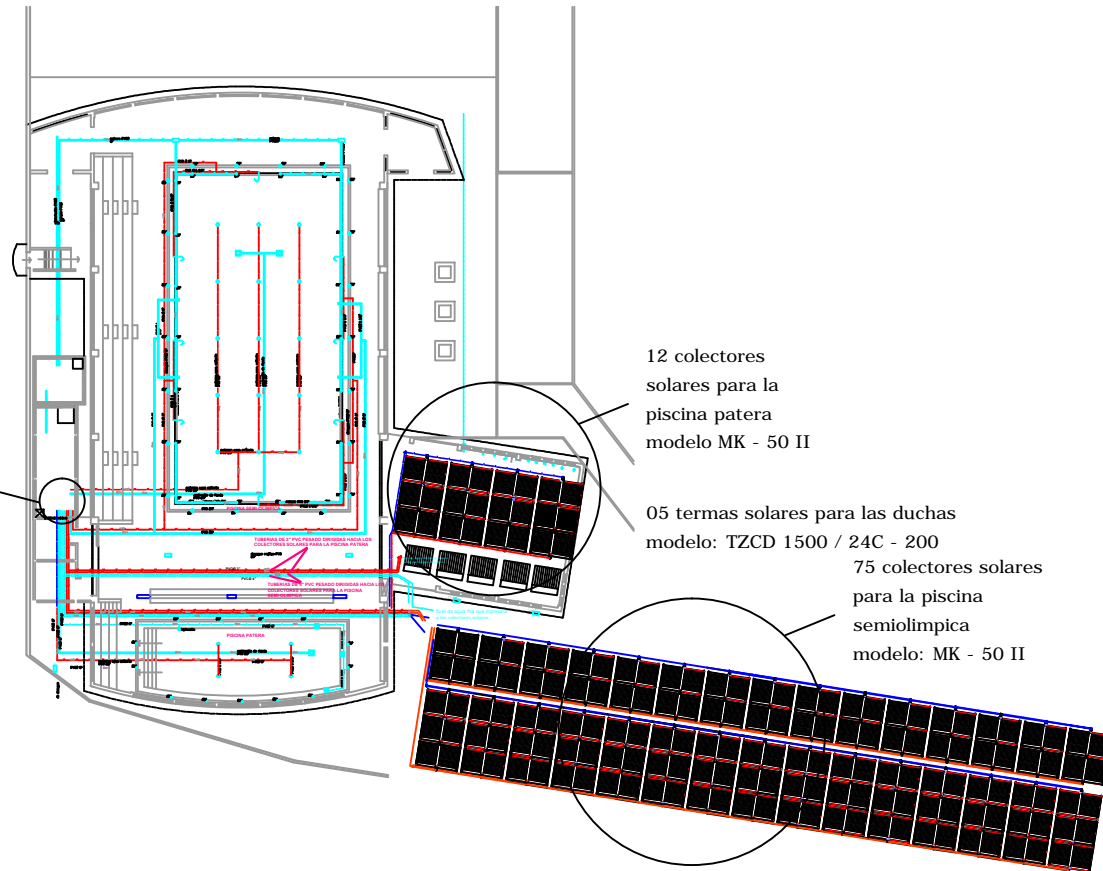
RIO SHULCAS

<b>MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS</b> <b>CARELEC</b>		Ministerio de Energía y Minas
<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> SECCION DE POSGRADO - SEGUNDA DE ESPECIALIZACION EN ENERGIA SOLAR		Escala: INDICADA Diseñado: E.B.Y. Dibujado: E.B.Y.
INTRODUCCIÓN, DIFUSIÓN Y ACEPTACIÓN DE TECNOLOGÍA SOLAR TÉRMICA EN JAUJA, APLICADA AL CALENTAMIENTO DE AGUA EN PISCINAS		Revisado y Aprobado : L.E.P.
<b>ESQUEMA-GENERAL-PISCINA-TEMPERADA</b>		Fecha : JULIO-2015 N°-01

hacia el panel solar patera

van hacia los paneles solares de la piscina grande

viene desde los paneles solares para piscina

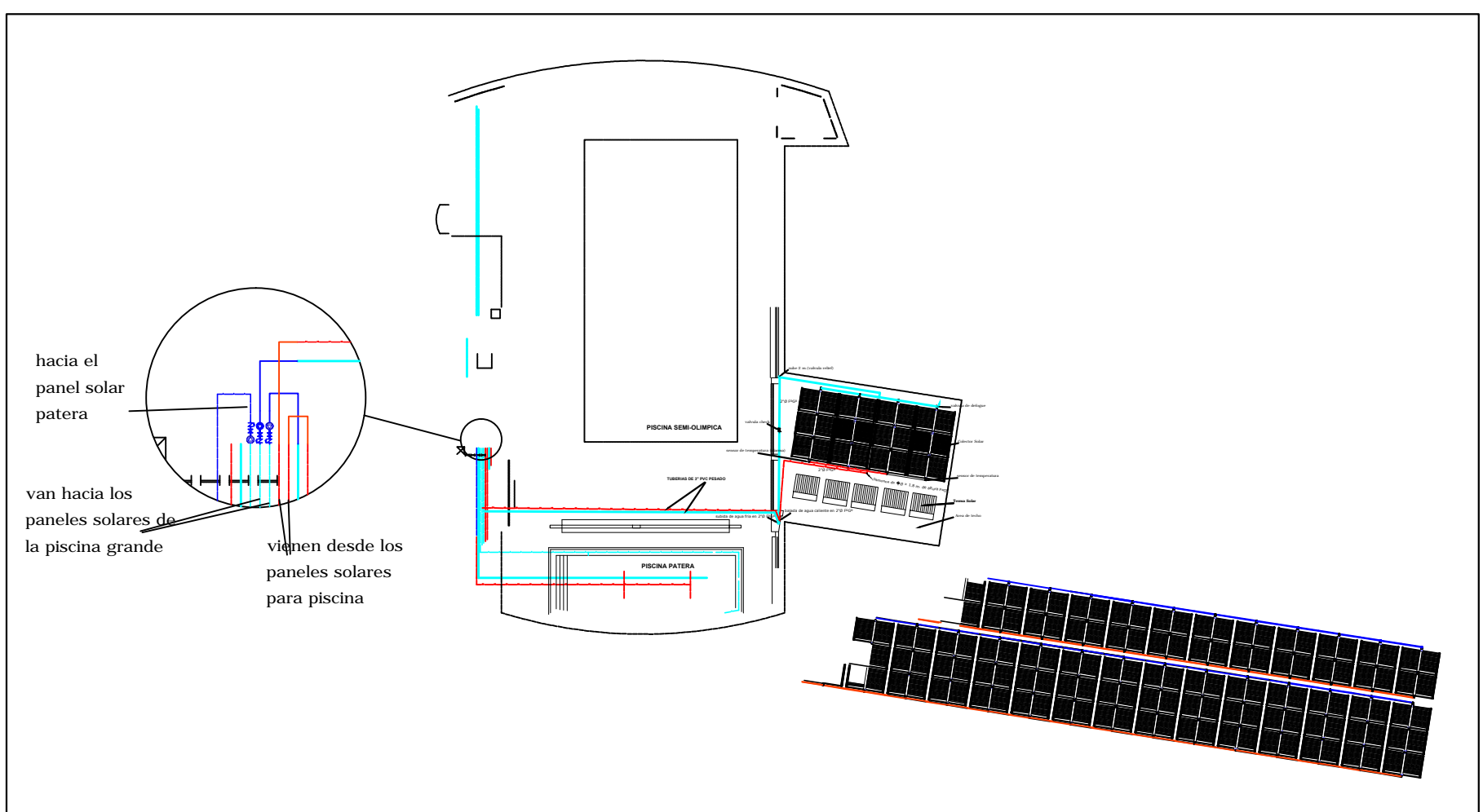


12 colectores solares para la piscina patera modelo MK - 50 II

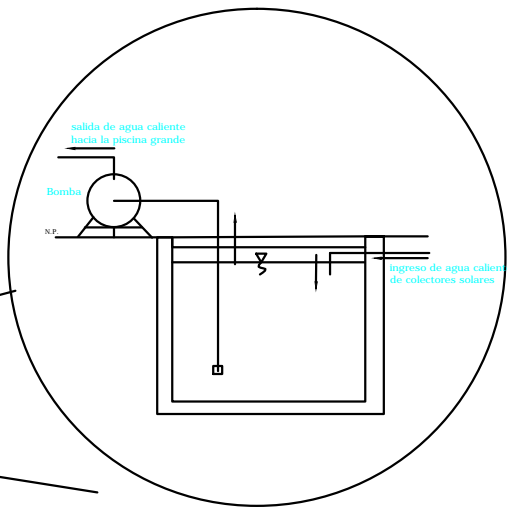
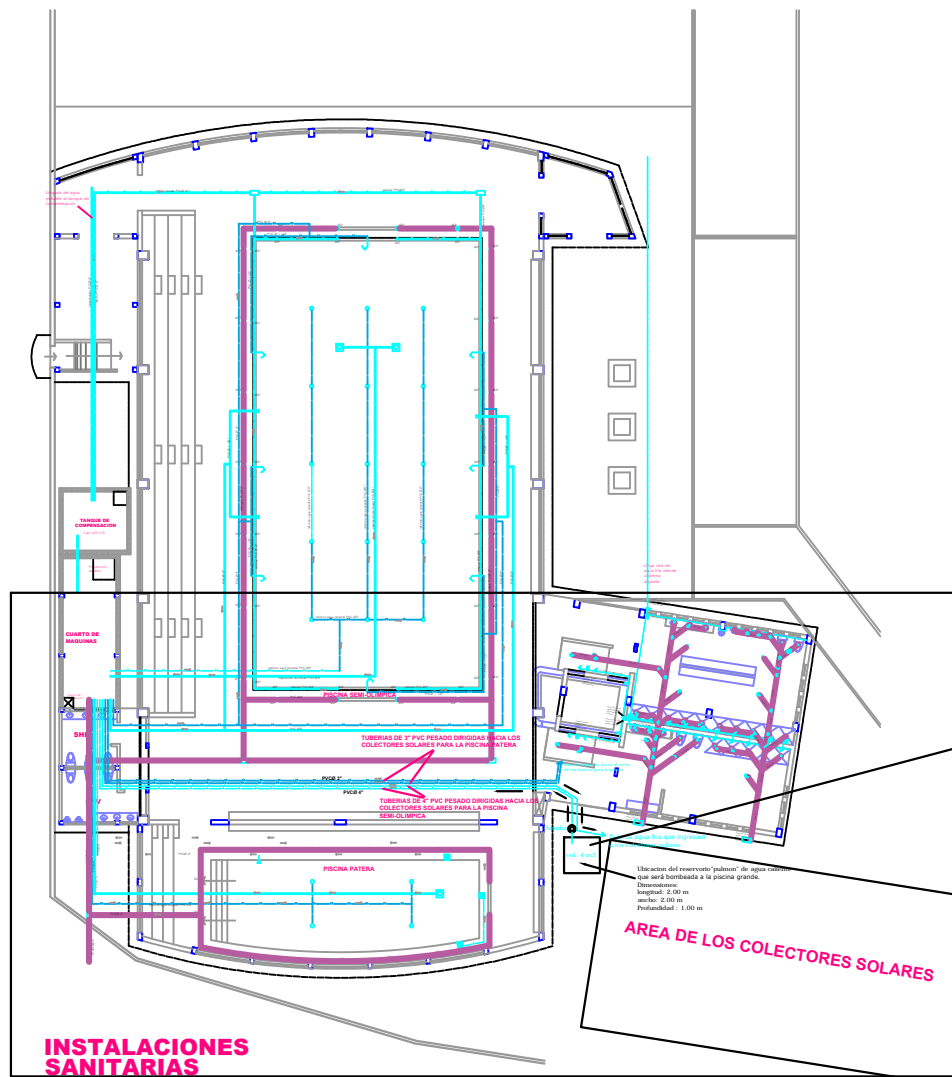
05 termas solares para las duchas modelo: TZCD 1500 / 24C - 200

75 colectores solares para la piscina semiolimpica modelo: MK - 50 II

 <b>CARELEC</b> MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS <small>Centro de Asesoría y Promoción del Sector Eléctrico y de Minas</small>		 Ministerio de Energía y Minas
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE CIENCIAS SECCION DE POSGRADO - SEGUNDA DE ESPECIALIZACION EN ENERGIA SOLAR		<b>Escala:</b> INDICADA <b>Diseñado:</b> E.B.Y.
INTRODUCCIÓN, DIFUSIÓN Y ACEPTACIÓN DE TECNOLOGÍA SOLAR TÉRMICA EN JALILIA, APLICADA AL CALENTAMIENTO DE AGUA EN PISCINAS		<b>Dibujado:</b> E.B.Y.
DISPOSICION-EQUIPOS-INSTALACION		<b>Revisado y Aprobado:</b> I.E.P.
		<b>Fecha:</b> JULIO 2015 N°-02



 <b>CARELEC</b> MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS CARELEC		 PERU Ministerio de Energía y Minas
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE CIENCIAS SECCION DE POSGRADO - SEGUNDA DE ESPECIALIZACION EN ENERGIA SOLAR		<b>Escala:</b> INDICADA <b>Diseñado:</b> E.B.Y.
INTRODUCCIÓN, DIFUSIÓN Y ACEPTACIÓN DE TECNOLOGÍA SOLAR TÉRMICA EN JALILLA, APLICADA AL CALENTAMIENTO DE AGUA EN PISCINAS		<b>Dibujado:</b> E.B.Y.
<b>SISTEMA-TEMPERADO-PISCINA-CHICA</b>		<b>Revisado y Aprobado:</b> I.E.P.
		<b>Fecha:</b> JULIO 2015 N°-03



**INSTALACIONES SANITARIAS**

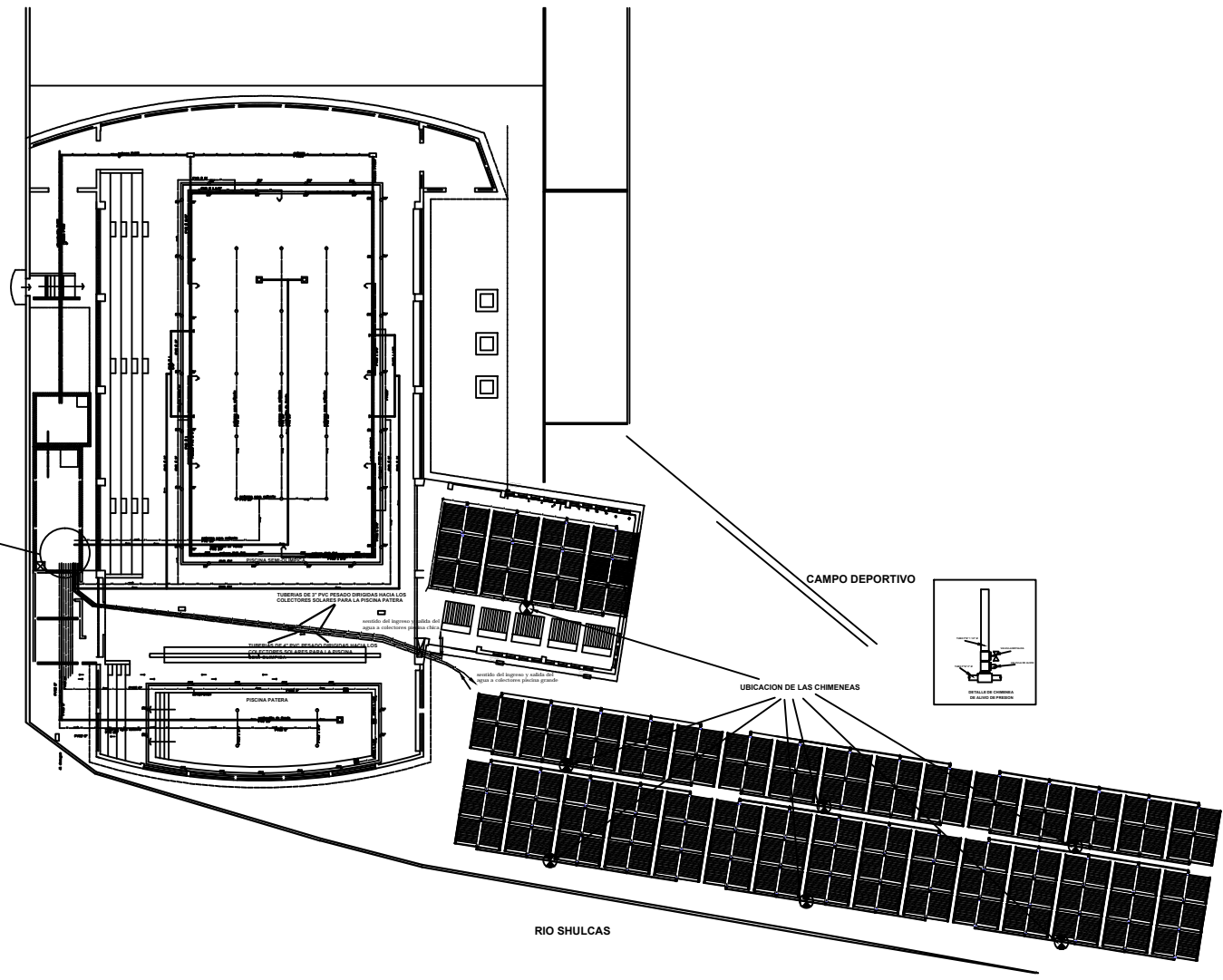
**AREA DE LOS COLECTORES SOLARES**

 <b>MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS</b> <b>CARELEC</b>		 Ministerio de Energía y Minas
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE CIENCIAS SECCION DE POSGRADO - SEGUNDA DE ESPECIALIZACION EN ENERGIA SOLAR		<b>Escala:</b> INDICADA
INTRODUCCIÓN, DIFUSIÓN Y ACEPTACIÓN DE TECNOLOGÍA SOLAR TÉRMICA EN JAUJA, APLICADA AL CALENTAMIENTO DE AGUA EN PISCINAS		<b>Diseñado:</b> E.B.Y.
<b>INSTALACIONES-SANITARIAS</b>		<b>Dibujado:</b> E.B.Y.
		<b>Revisado y Aprobado:</b> L.E.P.
		<b>Fecha:</b> JULIO-2015
		NF-04

hacia el panel solar patera

van hacia los paneles solares de la piscina grande

viene desde los paneles solares para piscina



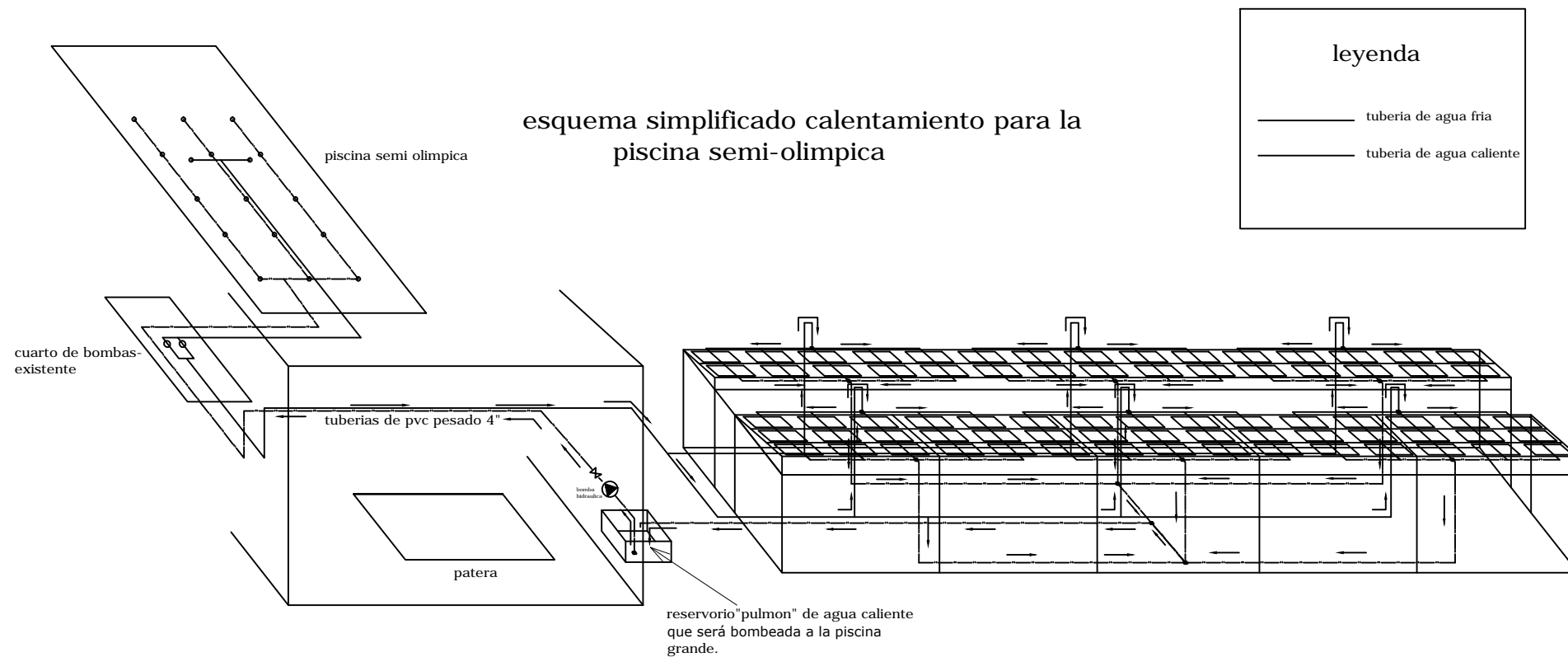
CAMPO DEPORTIVO

UBICACION DE LAS CHIMENEAS

RIO SHULCAS

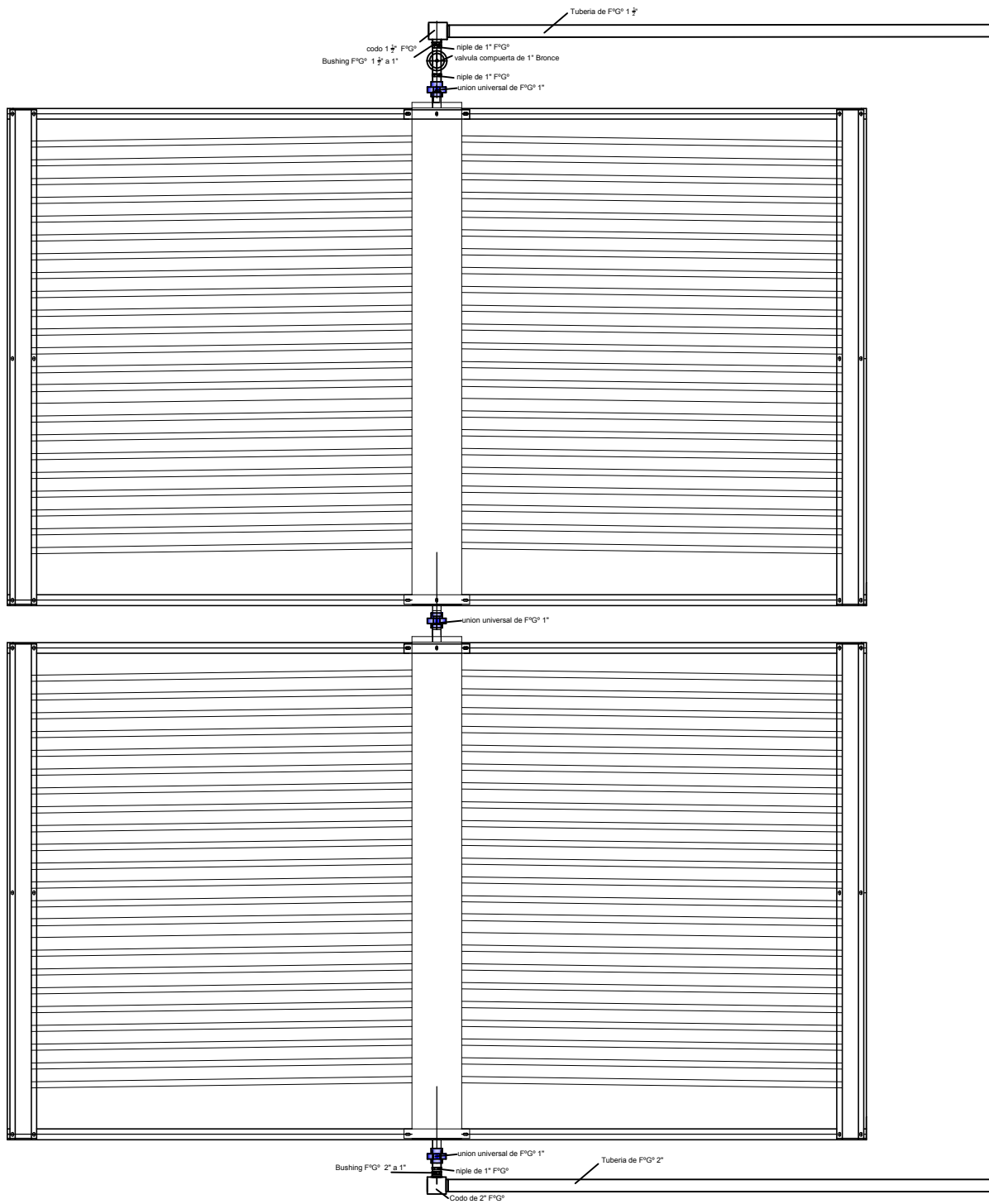
 <b>CARELEC</b> MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS CARELEC		 YFES Universidad de Energía y Minas
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE CIENCIAS SECCION DE POSGRADO - SEGUNDA DE ESPECIALIZACION EN ENERGIA SOLAR		<b>Escala:</b> 1/10.163 <b>Diseñado:</b> E.B.Y.
INTRODUCCIÓN, DIFUSIÓN Y ACEPTACIÓN DE TECNOLOGÍA SOLAR TÉRMICA EN JAUJA, APLICADA AL CALENTAMIENTO DE AGUA EN PISCINAS		<b>Dibujado:</b> E.B.C.
<b>ESQUEMA-UBICACIÓN-DE-LAS-CHIMENEAS</b>		<b>Revisado y Aprobado:</b> E.B.Y.
		<b>Fecha:</b> JULIO-2015 N°-05

## esquema simplificado calentamiento para la piscina semi-olimpica

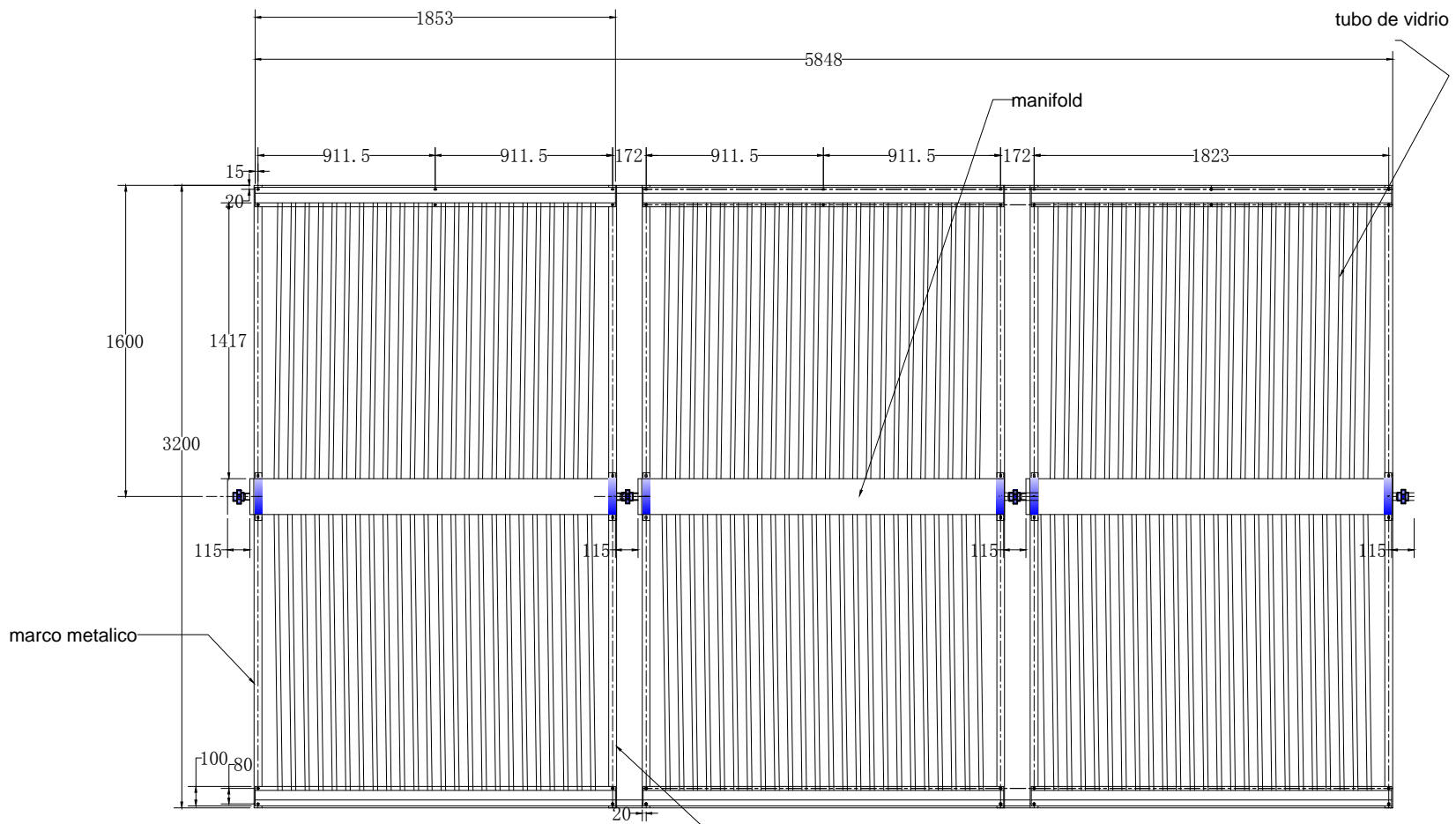


 <b>MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS</b> <b>CARELEC</b>		 Ministerio de Energía y Minas
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE CIENCIAS SECCION DE POSGRADO - SEGUNDA DE ESPECIALIZACION EN ENERGIA SOLAR		<b>Escala:</b> INDICADA
INTRODUCCIÓN, DIFUSIÓN Y ACEPTACIÓN DE TECNOLOGÍA SOLAR TÉRMICA EN JAUJA, APLICADA AL CALENTAMIENTO DE AGUA EN PISCINAS		<b>Diseñado:</b> E.B.Y.
<b>ESQUEMA-SIMPLIFICADO-CALENTAMIENTO DE-PISCINA-SEMIOLIMPICA</b>		<b>Dibujado:</b> E.B.Y.
		<b>Revisado y Aprobado:</b> L.E.P.
		<b>Fecha:</b> JULIO-2015
		Nº-06



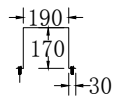
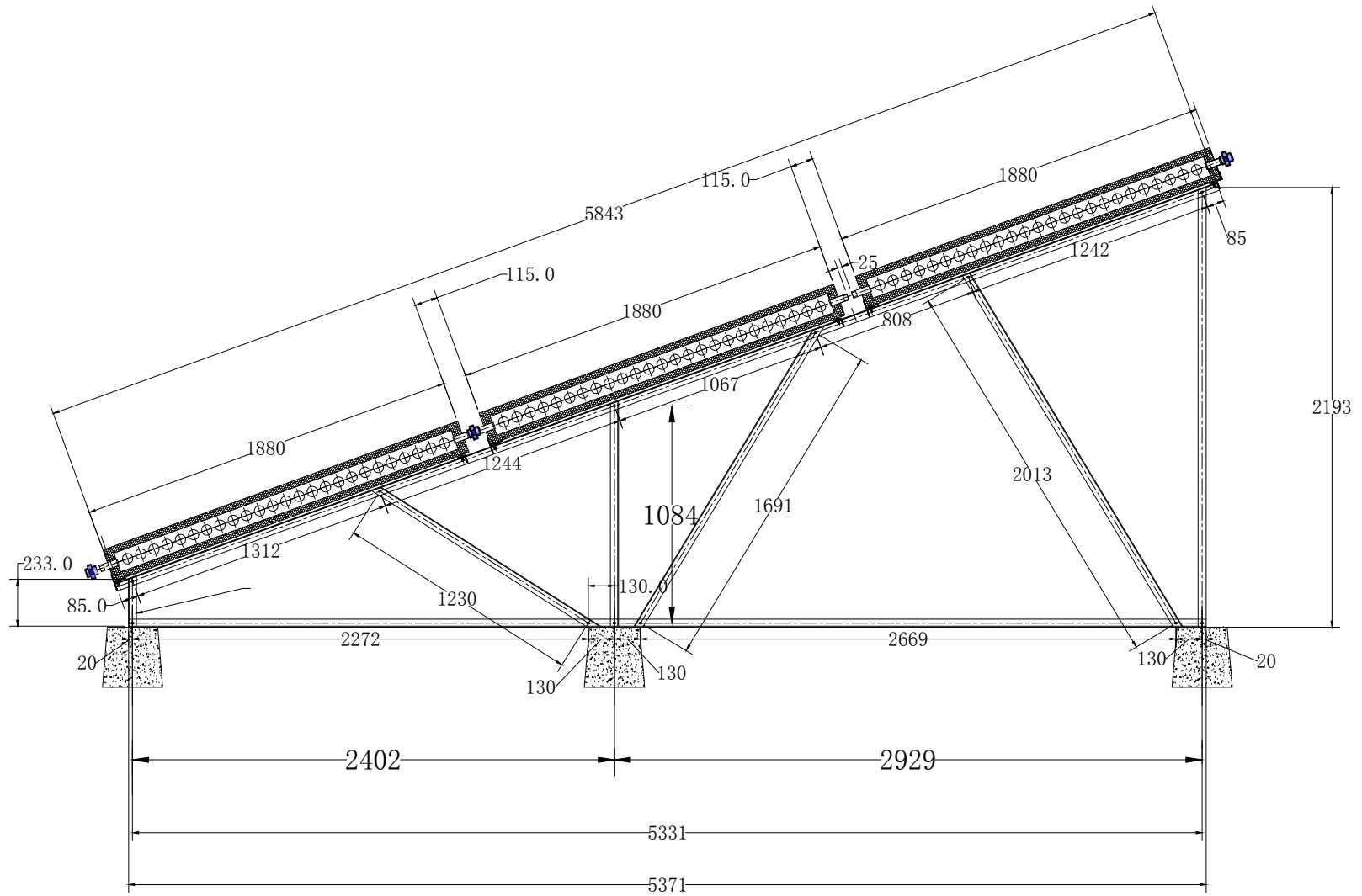
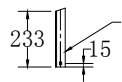


 <b>CARELEC</b> <small>Centro de Investigación y Desarrollo para la Ingeniería del Territorio</small>		<b>MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS</b> <b>CARELEC</b>		 <b>PERÚ</b> <small>Ministerio de Energía y Minas</small>
 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> <b>SECCION DE POSGRADO - SEGUNDA DE ESPECIALIZACION EN ENERGIA SOLAR</b>	<b>Introducción, Difusión y Aceptación de Tecnología Solar Térmica</b> <b>EN JAUJA, APLICADA AL CALENTAMIENTO DE AGUA EN PISCINAS</b>		<b>Escala:</b> INDICADA	
	<b>ESQUEMAS-CONEXIONES-COLECTORES-SOLARES</b>		<b>Diseñado:</b> E.B.Y.	
<b>Introducción, Difusión y Aceptación de Tecnología Solar Térmica</b> <b>EN JAUJA, APLICADA AL CALENTAMIENTO DE AGUA EN PISCINAS</b>			<b>Dibujado:</b> E.B.Y.	
<b>ESQUEMAS-CONEXIONES-COLECTORES-SOLARES</b>			<b>Revisado y Aprobado:</b> L.E.P.	
<b>ESQUEMAS-CONEXIONES-COLECTORES-SOLARES</b>			<b>Fecha:</b> JULIO-2015	
			Nº-07	

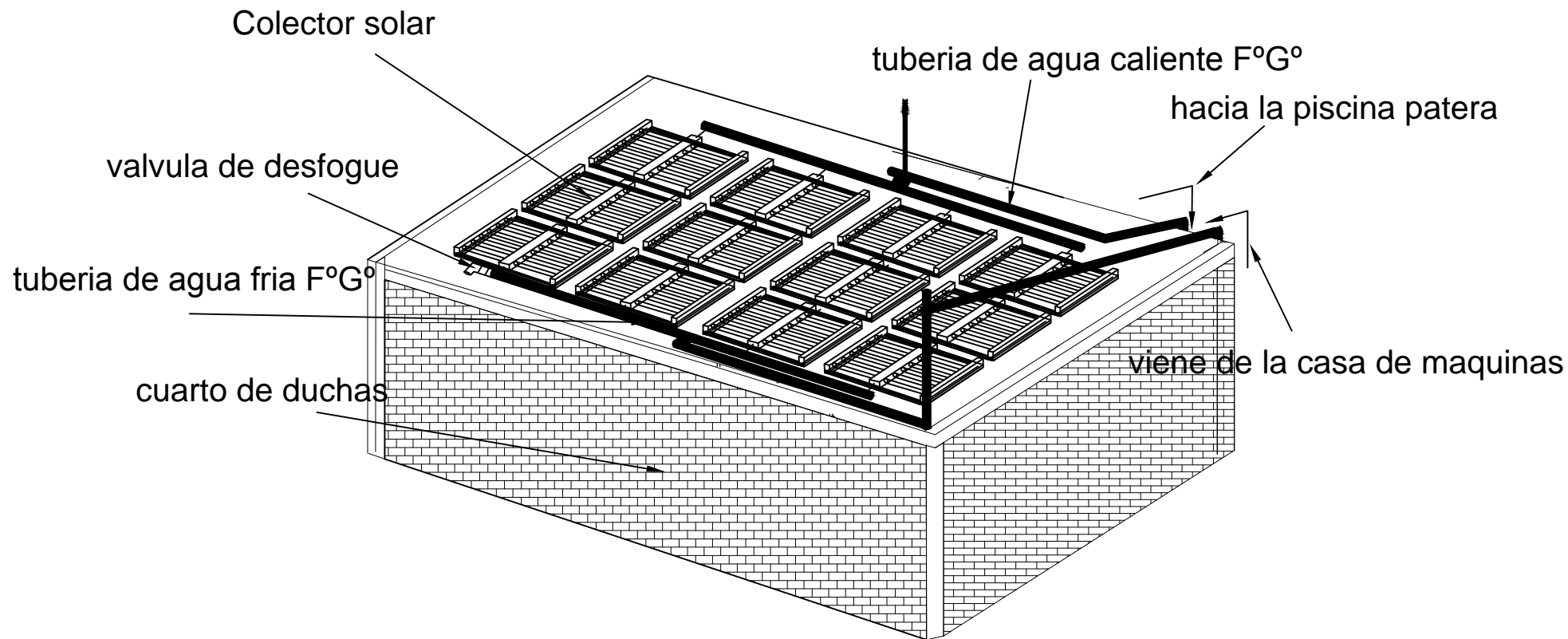


Nombre				volumen total	pesos(kg)
angulo galvanizado	40x40x4 mm	kg/m	2.422	92.155m	223.2kg
marco soporte	185x165x1880		9kg	3	27kg
tubo vacio	ø17x1500		1.333kg	150	199.95kg
agua			80.83x3		242.49kg
peso total por 3 colectores					692.64kg

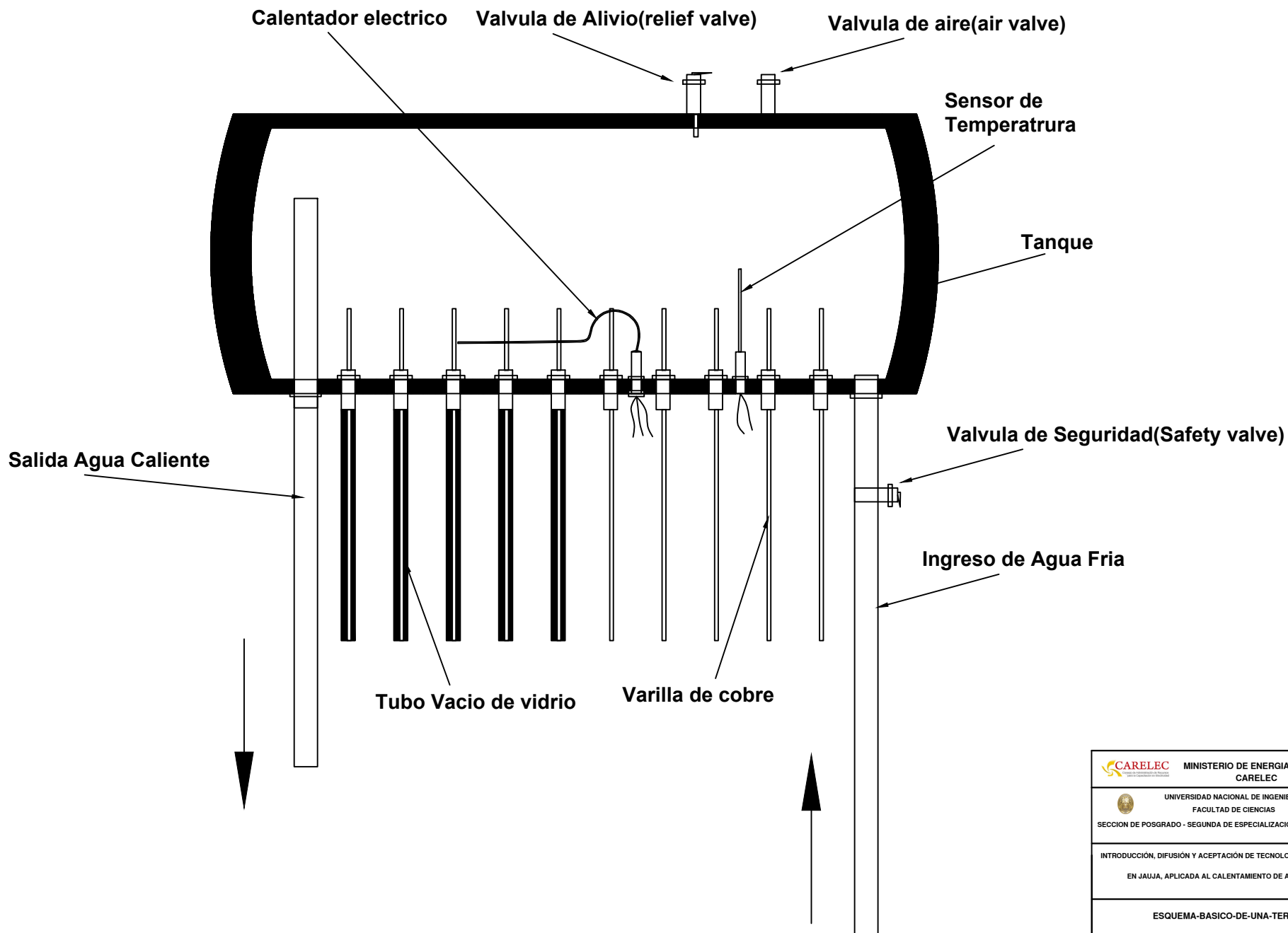
 <b>CARELEC</b> MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS FACULTAD DE CIENCIAS		 Ministerio de Energía y Minas
SECCION DE POSGRADO - SEGUNDA DE ESPECIALIZACION EN ENERGIA SOLAR		<b>Escala:</b> INDICADA
INTRODUCCIÓN, DIFUSIÓN Y ACEPTACIÓN DE TECNOLOGÍA SOLAR TÉRMICA		<b>Diseñado:</b> E.B.Y.
EN JAUJA, APLICADA AL CALENTAMIENTO DE AGUA EN PISCINAS		<b>Dibujado:</b> E.B.Y.
<b>ESQUEMA-CONEXIONES-COLECTORES-SOLARES</b>		<b>Revisado y Aprobado:</b> E.B.P.
		<b>Fecha:</b> JULIO-2015
		N°-08



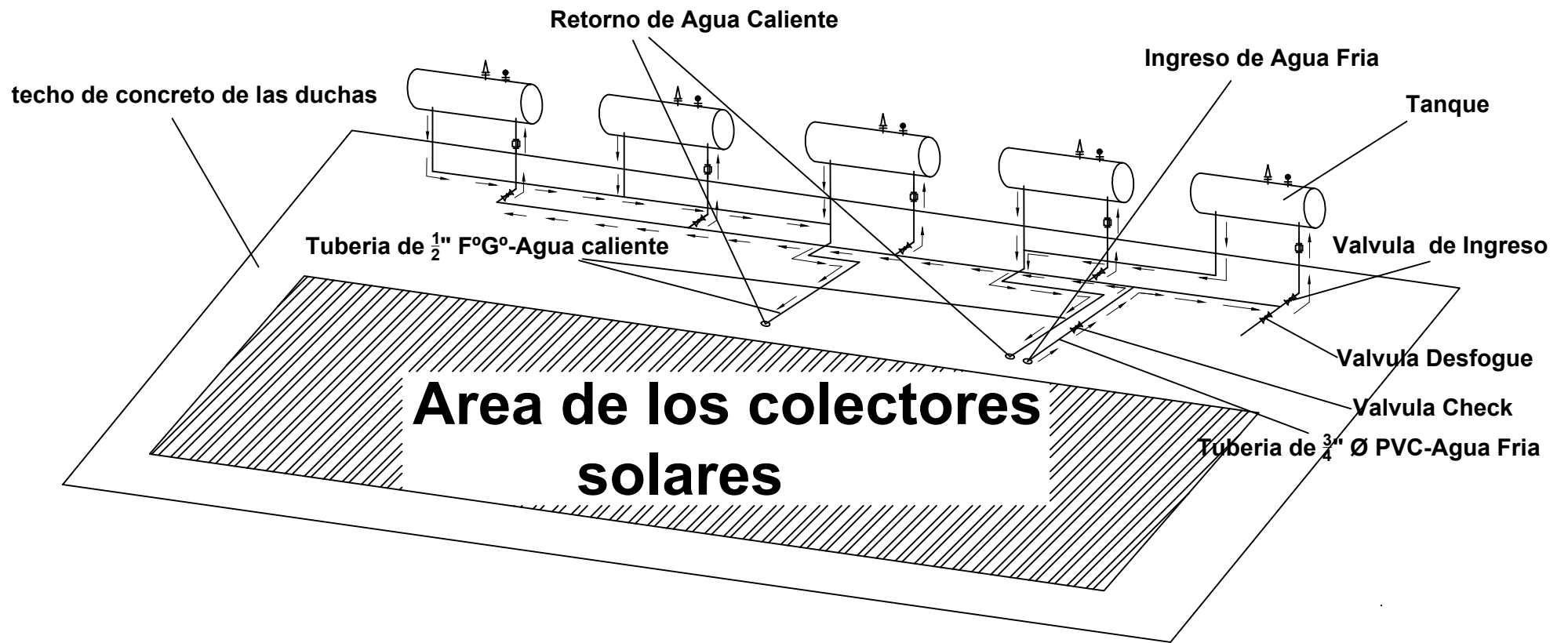
 <b>MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS</b> <b>CARELEC</b>		 Ministerio de Energía y Minas
 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> FACULTAD DE CIENCIAS SECCION DE POSGRADO - SEGUNDA DE ESPECIALIZACION EN ENERGIA SOLAR		<b>Escala:</b> INDICADA <b>Diseñado:</b> E.B.Y.
INTRODUCCIÓN, DIFUSIÓN Y ACEPTACIÓN DE TECNOLOGÍA SOLAR TÉRMICA EN JAUJA, APLICADA AL CALENTAMIENTO DE AGUA EN PISCINAS		<b>Dibujado:</b> E.B.Y.
<b>COLECTORES-SOLARES-ESQUEMA-DE-INSTALACIÓN</b>		<b>Revisado y Aprobado:</b> L.E.P. <b>Fecha:</b> JULIO-2015 N°-09



 <b>MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS</b> <b>CARELEC</b>		 Ministerio de Energía y Minas
 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> FACULTAD DE CIENCIAS SECCION DE POSGRADO - SEGUNDA DE ESPECIALIZACION EN ENERGIA SOLAR		<b>Escala:</b> INDICADA
INTRODUCCIÓN, DIFUSIÓN Y ACEPTACIÓN DE TECNOLOGÍA SOLAR TÉRMICA EN JAUJA, APLICADA AL CALENTAMIENTO DE AGUA EN PISCINAS		<b>Diseñado:</b> E.B.Y.
<b>DISPOSICION-DE-COLECTORES-SOLARES</b> <b>PISCINA-PATERA</b>		<b>Dibujado:</b> E.B.Y.
		<b>Revisado y Aprobado:</b> L.E.P.
		<b>Fecha:</b> JULIO-2015
		N°: 10

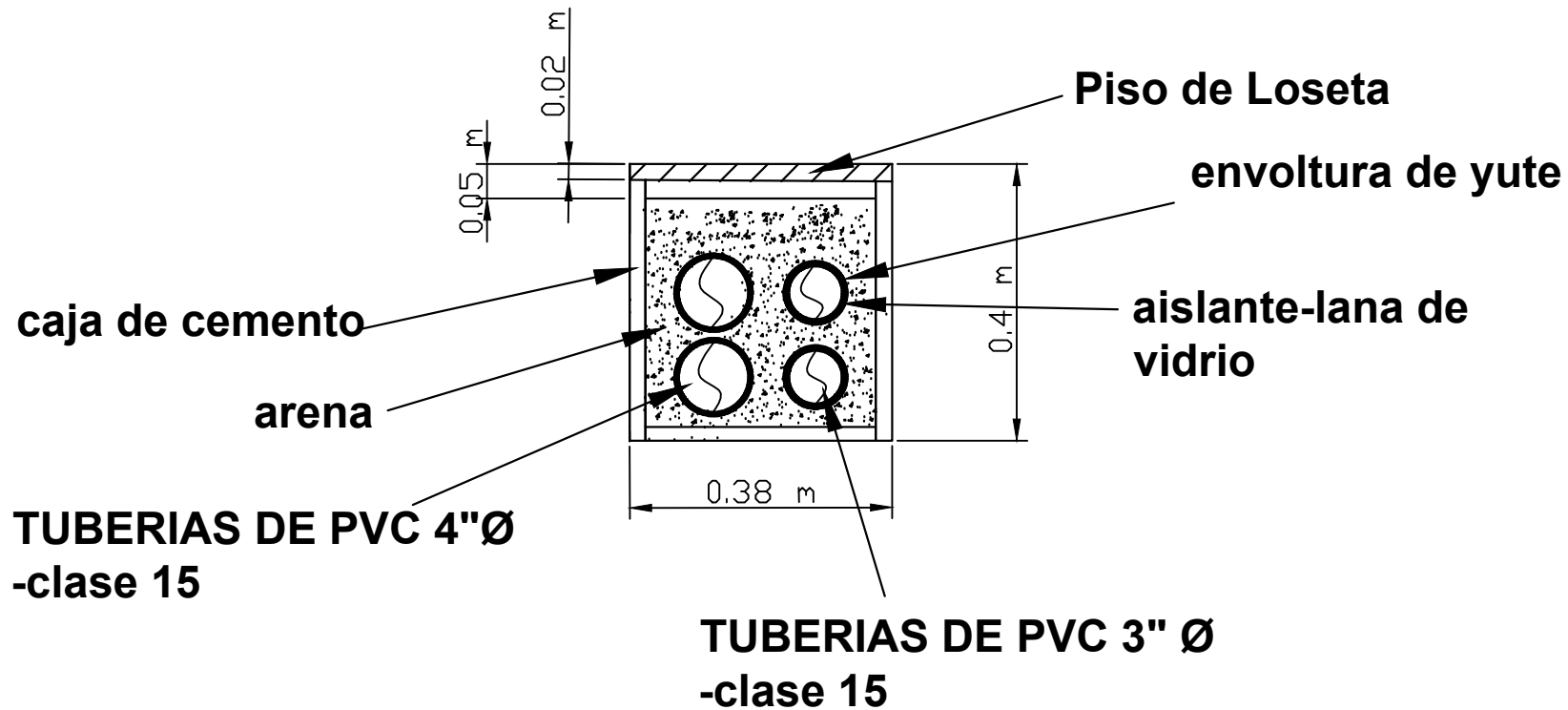


 <b>MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS</b> <b>CARELEC</b>		 Ministerio de Energía y Minas
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE CIENCIAS SECCION DE POSGRADO - SEGUNDA DE ESPECIALIZACION EN ENERGIA SOLAR		<b>Escala:</b> INDICADA
INTRODUCCIÓN, DIFUSIÓN Y ACEPTACIÓN DE TECNOLOGÍA SOLAR TÉRMICA EN JAUJA, APLICADA AL CALENTAMIENTO DE AGUA EN PISCINAS		<b>Diseñado:</b> E.B.Y.
<b>ESQUEMA-BASICO-DE-UNA-TERMA-SOLAR</b>		<b>Dibujado:</b> E.B.Y.
		<b>Revisado y Aprobado:</b> L.E.P.
		<b>Fecha:</b> JULIO-2015
		N° 11

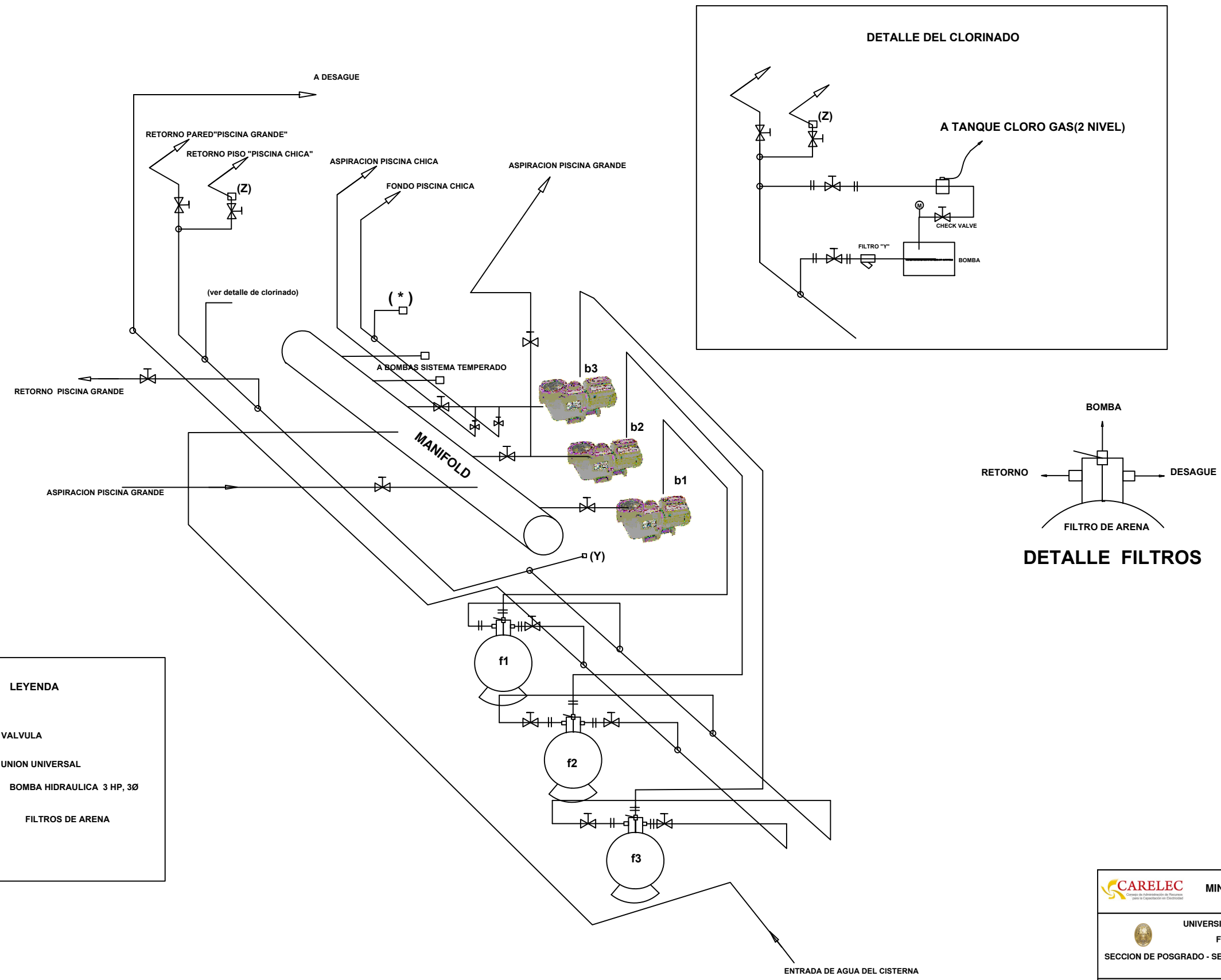


 <b>MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS</b> <b>CARELEC</b>  	
 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> FACULTAD DE CIENCIAS SECCION DE POSGRADO - SEGUNDA DE ESPECIALIZACION EN ENERGIA SOLAR	<b>Escuela:</b> INDICADA  <b>Diseñado:</b> E.B.Y.
INTRODUCCIÓN, DIFUSIÓN Y ACEPTACIÓN DE TECNOLOGÍA SOLAR TÉRMICA  EN JAUJA, APLICADA AL CALENTAMIENTO DE AGUA EN PISCINAS	<b>Dibujado:</b> E.B.Y.  <b>Revisado y Aprobado:</b> L.E.P.
<b>ESQUEMA-DISPOSICION-TERMAS-SOLARES</b> <b>PARA-DUCHAS</b>	<b>Fecha:</b> JULIO-2015  Nº-12

## DETALLE DE CONEXIONES SUBTERRANEAS DE LAS TUBERIAS DESDE LA CASA DE MAQUINAS HACIA LOS PANELES SOLARES



	<b>MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS CARELEC</b>	 <small>Ministerio de Energía y Minas</small>
	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE CIENCIAS SECCION DE POSGRADO - SEGUNDA DE ESPECIALIZACION EN ENERGIA SOLAR	<b>Escala:</b> INDICADA
INTRODUCCIÓN, DIFUSIÓN Y ACEPTACIÓN DE TECNOLOGÍA SOLAR TÉRMICA EN JAUJA, APLICADA AL CALENTAMIENTO DE AGUA EN PISCINAS		<b>Diseñado:</b> E.B.Y.
DETALLES-DE-CONEXIONES-SUBTERRANEAS-DE-LAS TUBERIAS-DESDE-LA-CASA-DE-MAQUINAS HACIA-LOS-PANELES-SOLARES		<b>Dibujado:</b> E.B.Y.
		<b>Revisado y Aprobado:</b> L.E.P.
		<b>Fecha:</b> JULIO-2015
		Nº-13

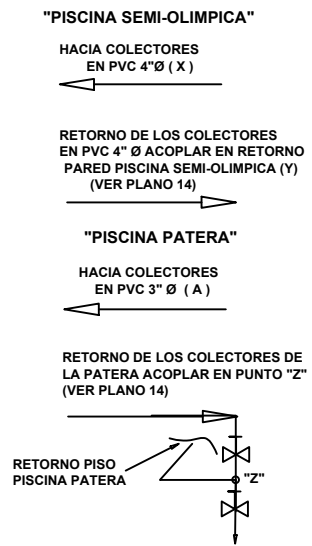
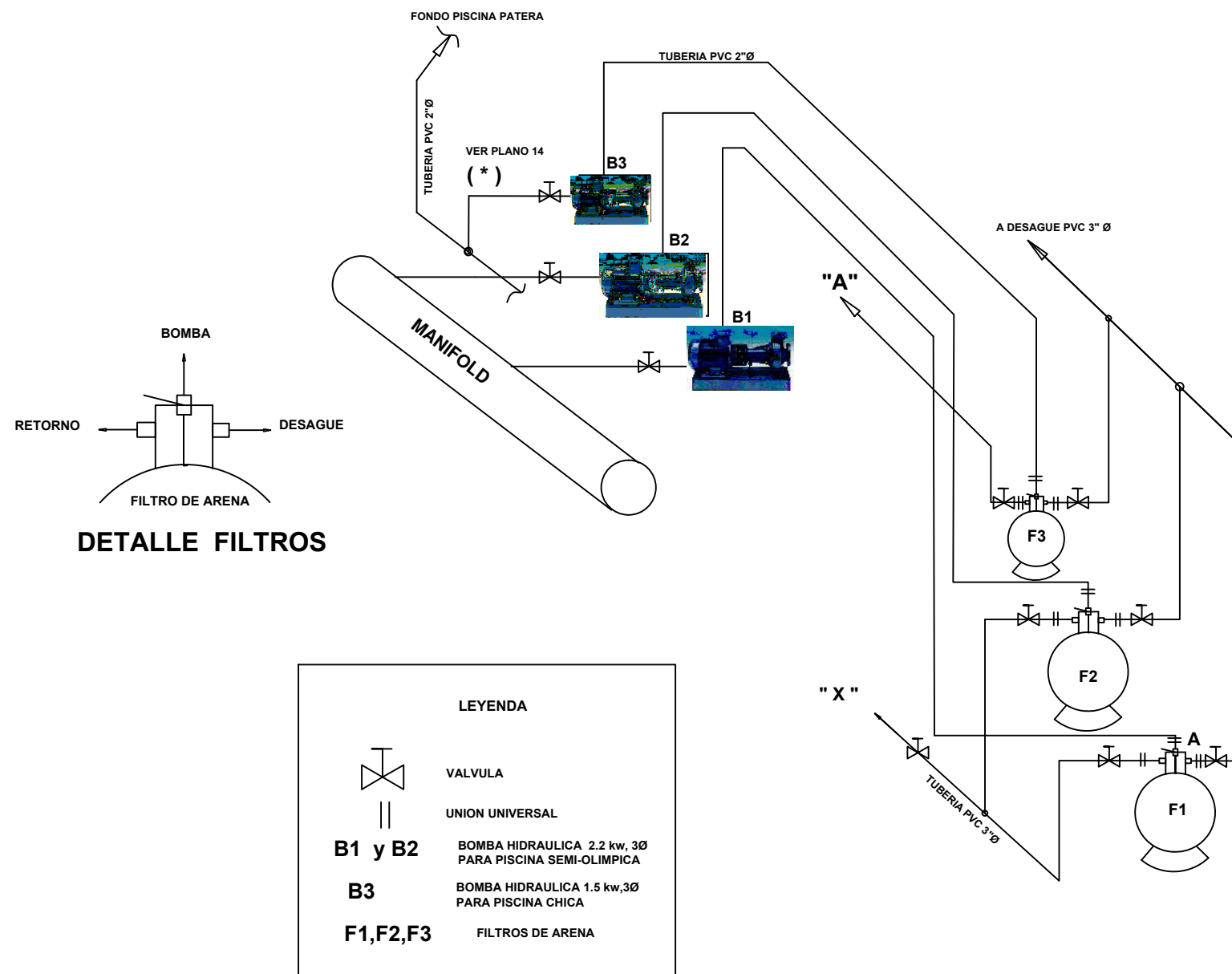


**LEYENDA**

	VALVULA
	UNION UNIVERSAL
<b>b1, b2 y b3</b>	BOMBA HIDRAULICA 3 HP, 3Ø
<b>f1, f2, f3</b>	FILTROS DE ARENA

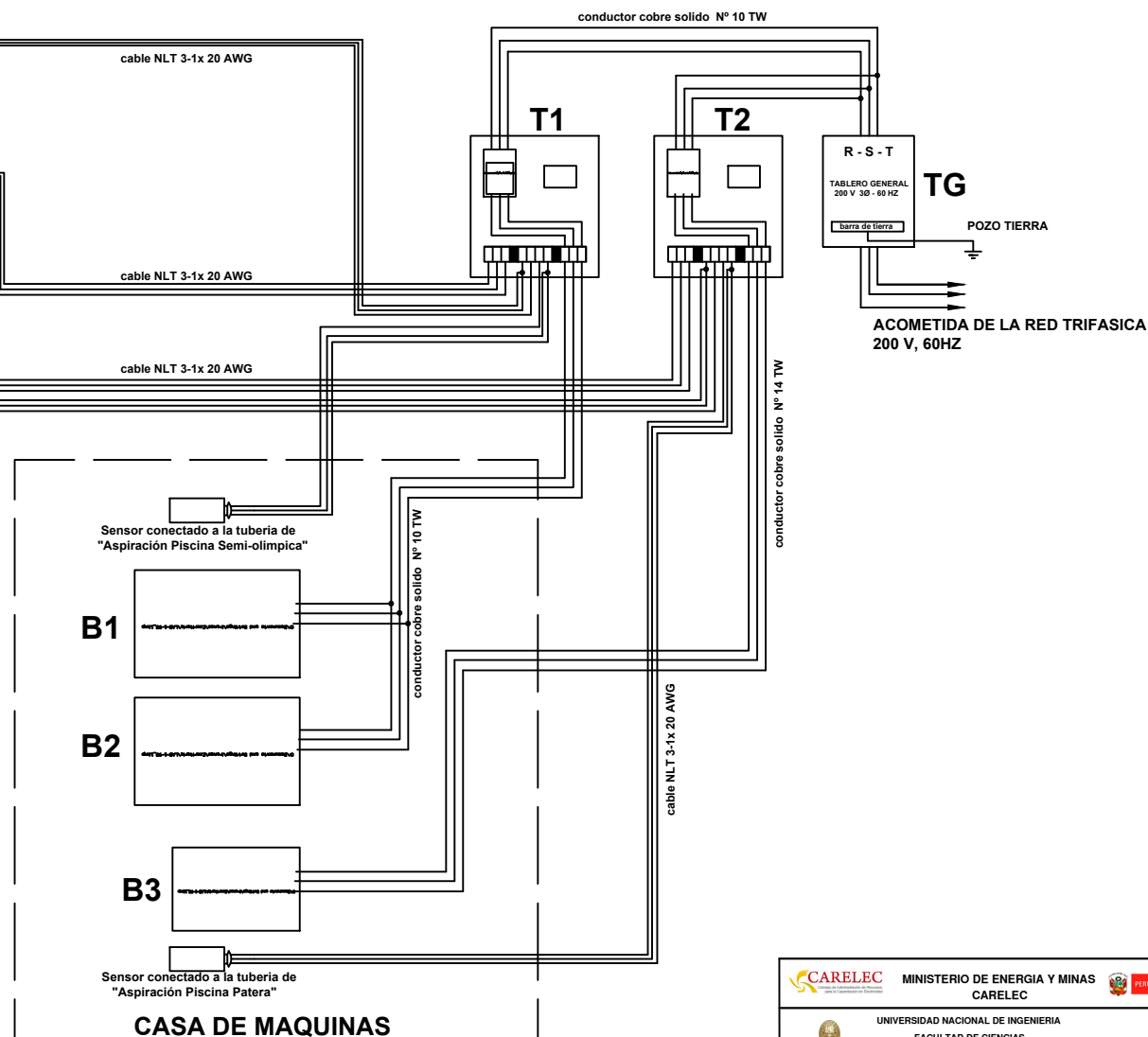
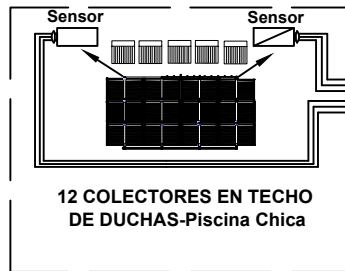
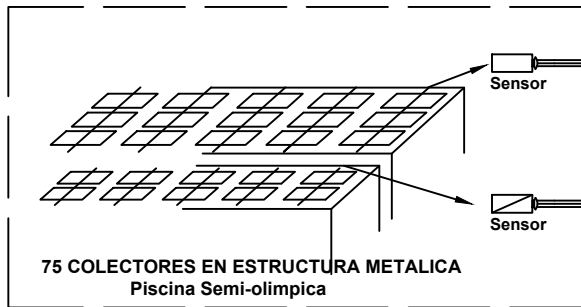
<b>MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS</b> <b>CARELEC</b>		Ministerio de Energía y Minas
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE CIENCIAS SECCION DE POSGRADO - SEGUNDA DE ESPECIALIZACION EN ENERGIA SOLAR		Escala: INDICADA
INTRODUCCIÓN, DIFUSIÓN Y ACEPTACIÓN DE TECNOLOGÍA SOLAR TÉRMICA EN JAUJA, APLICADA AL CALENTAMIENTO DE AGUA EN PISCINAS		Diseñado: E.B.Y. Dibujado: E.B.Y.
<b>ESQUEMA-DEL-SISTEMA-DE-CLORINADO</b> <b>RECICULADO-Y-FILTRADO-DE-LAS-PISCINAS</b>		Revisado y Aprobado : L.E.P. Fecha : JULIO-2015
		N-14





LEYENDA	
	VALVULA
	UNION UNIVERSAL
<b>B1 y B2</b>	BOMBA HIDRAULICA 2.2 kw, 3Ø PARA PISCINA SEMI-OLIMPICA
<b>B3</b>	BOMBA HIDRAULICA 1.5 kw, 3Ø PARA PISCINA CHICA
<b>F1, F2, F3</b>	FILTROS DE ARENA

<b>CARELEC</b>		<b>MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS</b> MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE CIENCIAS SECCION DE POSGRADO - SEGUNDA DE ESPECIALIZACION EN ENERGIA SOLAR		Escala: INDICADA
INTRODUCCIÓN, DIFUSIÓN Y ACEPTACIÓN DE TECNOLOGÍA SOLAR TÉRMICA EN JAUJA, APLICADA AL CALENTAMIENTO DE AGUA EN PISCINAS		Diseñado: E.B.Y.
		Dibujado: E.B.Y.
		Revisado y Aprobado : L.E.P.
<b>ESQUEMA-DEL-SISTEMA-DE-HIDRAULICO EN-CASA-DE-MAQUINAS-PARA-EL-SISTEMA DE-TEMPERADO-DE-LAS-PISCINAS</b>		Fecha : JULIO-2015
		N°-15



**LEYENDA**

	SENSOR DE TEMPERATURA
	SENSOR DE TEMPERATURA-ALARMA
	TERMA SOLAR PARA DUCHAS
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO TRIFASICO 220 V .

<b>B1 y B2</b>	BOMBA HIDRAULICA 2.2 kw, 3Ø para piscina semi-olympica
<b>B3</b>	BOMBA HIDRAULICA 1.5 kw, 3Ø para piscina patera
<b>T1</b>	TABLERO DE CONTROL PISCINA SEMI-OLIMPICA
<b>T2</b>	TABLERO DE CONTROL PISCINA PATERA
<b>TG</b>	TABLERO GENERAL 220 v, 3Ø 60 HZ

<b>MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS</b> CARELEC		Ministerio de Energía y Minas
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE CIENCIAS SECCION DE POSGRADO - SEGUNDA DE ESPECIALIZACION EN ENERGIA SOLAR		<b>Escala:</b> INDICADA
INTRODUCCIÓN, DIFUSIÓN Y ACEPTACIÓN DE TECNOLOGÍA SOLAR TÉRMICA EN JAUJA, APLICADA AL CALENTAMIENTO DE AGUA EN PISCINAS		<b>Diseñado:</b> E.B.Y.
<b>ESQUEMA-DEL-SISTEMA-DE-CONTROL-Y-FUERZA</b>		<b>Dibujado:</b> E.B.Y.
		<b>Revisado y Aprobado:</b> L.E.P.
		<b>Fecha:</b> JULIO-2015
		N° - 16