

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



CENTRO DE VINCULACION CON LA COLECTIVIDAD  
"CEVIC"

**FACULTAD DE: "INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA"**

**PROGRAMA: "UNIDAD DE VINCULACIÓN CON LA COLECTIVIDAD"**

**CARRERA DE: "INGENIERÍA MECÁNICA"**



**PROYECTO ACADÉMICO DE SERVICIO COMUNITARIO PARA  
VINCULACIÓN CON LA SOCIEDAD**

**ETAPA I: "PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO"**

**NOMBRE DEL PROYECTO: "ESTUDIO DE UTILIZACIÓN DE  
ENERGÍA FOTOVOLTAICA, PARA ASEGURAR EL CONSUMO DE  
AGUA, EN EL HOSPITAL FUNDACIÓN ALLI CAUSAI"**

**ENTIDAD BENEFICIARIA: "FUNDACIÓN ALLI CAUSAI"**

**COORDINADOR ENTIDAD BENEFICIARIA: Dr. Carlos Rojas**

**DOCENTE COORDINADOR:**

Ing. María Belén Ruales

**DOCENTE AUTORA:**

Ing. María Belén Ruales

**CÓDIGO DEL PROYECTO: "FICM-IM-001-2011"**

Ambato, Junio 2011

## ÍNDICE ETAPA I

ÍNDICE ETAPA I .....	1
1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO. ....	2
1.1 NOMBRE DEL PROYECTO: .....	2
1.2 ENTIDAD EJECUTORA: .....	2
1.3 COBERTURA Y LOCALIZACIÓN: .....	2
1.4 MONTO:USD. 500.00 .....	2
1.5 PLAZO DE EJECUCIÓN: .....	2
1.6 SECTOR Y TIPO DE PROYECTO: .....	2
1.7 NÚMERO DE DOCENTES PARTICIPANTES: .....	2
1.8 NÚMERO DE ESTUDIANTES PARTICIPANTES: .....	2
1.9 BENEFICIARIOS: .....	2
2. DIAGNÓSTICO Y PROBLEMA. ....	3
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO. ....	3
2.2 IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA: .....	5
2.3 LÍNEA BASE DEL PROYECTO: .....	7
2.4 IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LA POBLACIÓN OBJETIVO (BENEFICIARIOS): .....	7
3. OBJETIVOS DEL PROYECTO: .....	8
3.1 OBJETIVO GENERAL O PROPÓSITO: .....	9
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS O COMPONENTES: .....	9
3.3 MATRIZ DE MARCO LÓGICO: .....	10
4. CRONOGRAMA POR OBJETIVOS Y ACTIVIDADES: .....	13
5.1 PRESUPUESTO POR ACTIVIDADES DEL PROYECTO .....	14
5.2 PRESUPUESTO POR CONCEPTO DEL PROYECTO: .....	15

**PROYECTO DE SERVICIO COMUNITARIO PARA VINCULACIÓN CON LA  
SOCIEDAD**

**1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.**

<p><b>1.1 NOMBRE DEL PROYECTO:</b> ESTUDIO DE UTILIZACIÓN DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA, PARA ASEGURAR EL CONSUMO DE AGUA, EN EL HOSPITAL FUNDACIÓN ALLI CAUSAI</p>
<p><b>1.2 ENTIDAD EJECUTORA:</b> Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Mecánica.</p>
<p><b>1.3 COBERTURA Y LOCALIZACIÓN:</b> Hospital Alli Causai, Ambato.</p>
<p>1.4 <b>MONTO:</b>USD. 500.00</p>
<p><b>1.5 PLAZO DE EJECUCIÓN:</b> 6 meses</p>
<p><b>1.6 SECTOR Y TIPO DE PROYECTO:</b> Sector: Área de Energías Tipo de Proyecto: Estudio</p>
<p><b>1.7 NÚMERO DE DOCENTES PARTICIPANTES:</b> Uno (1)</p>
<p><b>1.8 NÚMERO DE ESTUDIANTES PARTICIPANTES:</b> Dos (2)</p>
<p><b>1.9 BENEFICIARIOS:</b> Personal que labora en el Hospital y Pacientes. Total:124 personas</p>

## 2. DIAGNÓSTICO Y PROBLEMA.

### 2.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL PROYECTO.

Las instalaciones del Hospital Alli Causa, se encuentran ubicadas en Huachi La Joya, entre las calles Gonzalo Castro y Lauro Guerrero. Actualmente goza de todos los servicios básicos, como son: energía eléctrica, alcantarillado, teléfono y agua potable. El sistema vial está comprendido por carreteras de segundo orden, por lo que dificulta el ingreso ágil al mismo. Así mismo, el hospital en mención, carece de un adecuado cerramiento, y el polvo, generado por las vías de segundo orden, incide de manera indirecta en el mismo.

El Hospital Alli Causai, se provee de agua potable de la red de distribución del Cantón Ambato EMAPA, ya que la demanda de agua potable es alta, y la red de distribución no cubre esta necesidad, por lo tanto el Municipio de Ambato a optado por entregar cada dos días dos tanqueros de agua, para ser llenados en tanques cisternas, y con esto lograr satisfacer la demanda diaria de agua.

Al encontrarse el tanque cisterna en la parte baja del edificio, es necesario bombear el agua, para que pueda ser distribuido en todo el edificio. A pesar de que el agua es succionada por medio de una bomba, la fuerza de la misma es insuficiente para encender los calefones y las duchas eléctricas, lo que ocasiona: desperdicio de agua, la mima que debe fluir, hasta lograr que se caliente; consumo excesivo de energía eléctrica; alto consumo de gas; altos costos de mantenimiento; peligro al maniobrar calefones, ya que son sistemas inflamables; entre otros.

El problema se ve reflejado en el tiempo de dedicación a cada paciente al momento del aseo de los mismos, así como del personal que labora permanentemente en el hospital. Mucho del instrumental utilizado, así como las instalaciones, necesitan ser aseadas en agua caliente, para evitar la proliferación de bacterias y/o agentes contaminantes.

La Universidad Técnica de Ambato, en especial la carrera de Ingeniería Mecánica, en su afán de contribuir con la sociedad, ha visto la necesidad de implementar Sistemas de Calentamiento de agua, por energía solar. La energía solar térmica consiste básicamente en el aprovechamiento de la energía del sol para generar calor, que puede emplearse en la producción de agua caliente para calefacción, o en uso sanitario para consumo doméstico o instalaciones públicas, como hospitales y centros médicos.

Los hospitales consumen gran cantidad de energía, consumo que es constante a lo largo del año. La energía solar puede ayudar a producir esa energía durante todo ese periodo. Una instalación solar aprovecha la energía del sol a través de un conjunto de captadores colocados en la cubierta del edificio u otro sitio libre de sombras.

Los captadores calientan un fluido que se acumula en unos depósitos que a su vez calienta el agua que será utilizada en las instalaciones de los edificios para proporcionar agua caliente sanitaria, calefacción o refrigeración, lo que supone un ahorro económico, disminuyendo así el uso de la energía fósil.

En la actualidad, una instalación de energía solar, puede cubrir hasta el 80% del total de la demanda de agua caliente sanitaria de un hospital o centro médico y hasta el 60% en la climatización del edificio.

Las perspectivas de crecimiento de la energía solar son muy positivas ya que se trata de una tecnología madura, de probada calidad y con buen rendimiento.

Ecuador reúne todos los requisitos que favorecen un uso óptimo de la energía solar, gracias a su situación geográfica y climatología apropiado.

En contra de lo que pueda parecer, una instalación solar se puede ubicar en cualquier punto de Ecuador, consiguiendo un ahorro económico y energético rentable respecto la inversión realizada.

Entre las ventajas se puede citar:

- El ahorro de combustible y el ahorro monetario.
- La fuente de energía que provee al calentador solar es gratuita, por lo que jamás estará relacionada a fluctuaciones de precios como en el caso del diesel o del gas LP.
- Los costos de operación son nulos, ya que trabaja solo y no requiere de personal, además, su mantenimiento es básicamente de limpieza.
- La operación del equipo no es peligrosa y no requiere de sistemas especiales de seguridad.
- El ahorro de agua, ya que se evitan fugas y el agua sale caliente de la llave de manera casi inmediata.

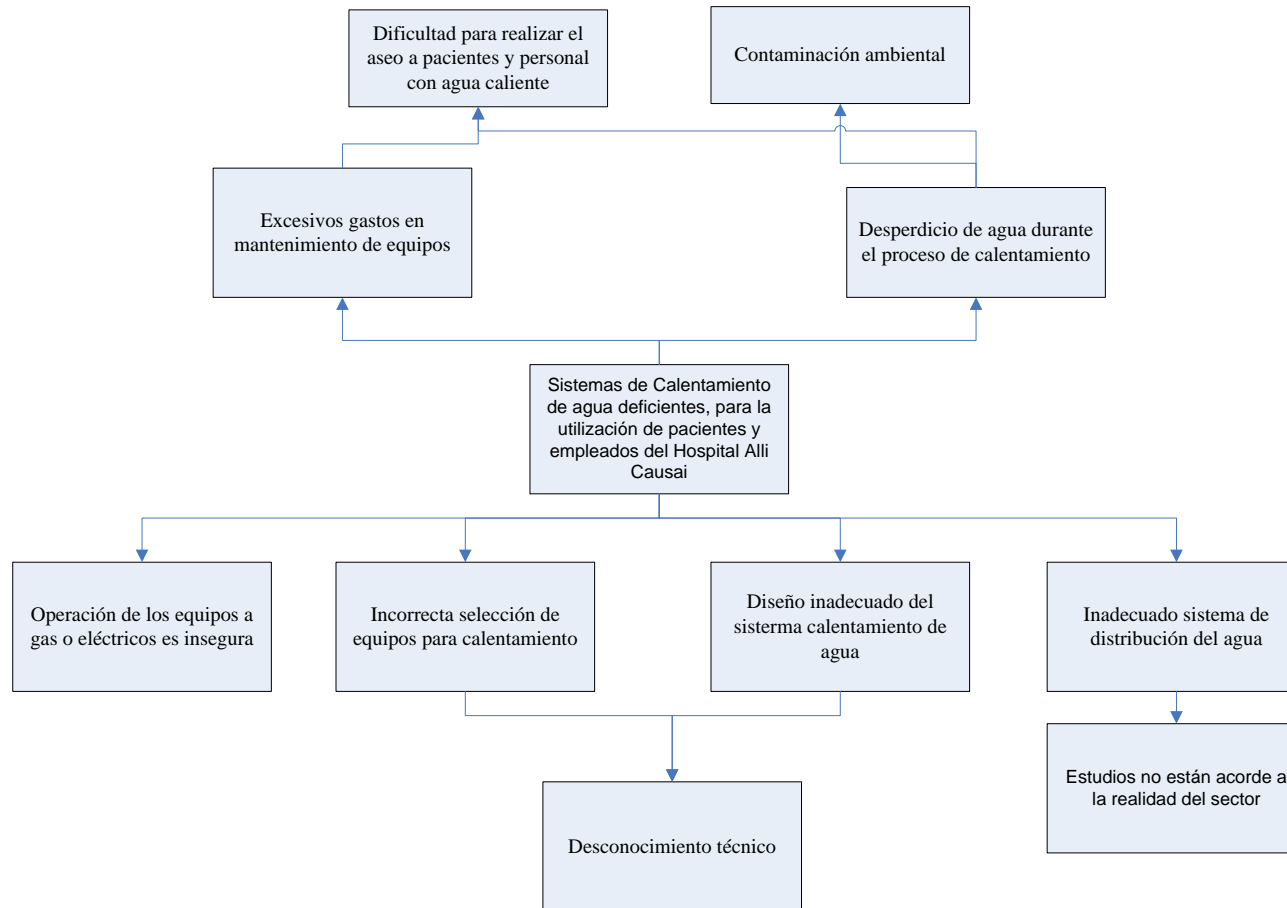
El sistema es ecológico, ya que no contamina en ninguno de sus procesos, ni en su instalación ni en su utilización.

- Su uso disminuye las emisiones locales producto de la combustión de gas, como los óxidos nitrosos (NOx) y monóxido de carbono (CO), además de ofrecer beneficios ambientales a nivel global, ya que se reducen las emisiones de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

- Las tuberías de cobre que conforman el sistema ofrecen durabilidad, resistencia, confiabilidad, eficiencia e higiene, ya que dicho metal no se oxida y no se forman incrustaciones.

## 2.2 IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA:

### a) Esquema:



**b) Interpretación:**

Por la inexistencia de un adecuado calentamiento de agua, resalta la necesidad de realizar el aseo tanto a pacientes como al personal con agua caliente, además utilizarla para el correcto aseo de equipos e instrumental, los gastos al realizar el mantenimiento y manipulación de equipos eléctricos como a gas, ha ocasionado pérdidas económicas, gastos que podrían ser desviados a la adquisición de materiales necesarios para el hospital. Además la fuerza del agua es insuficiente para prender calefones o duchas eléctricas, por lo que el tiempo en que se queda abierto el grifo hasta completar su calentamiento, se genera desperdicio de agua y consecuentemente, gasto para el hospital.

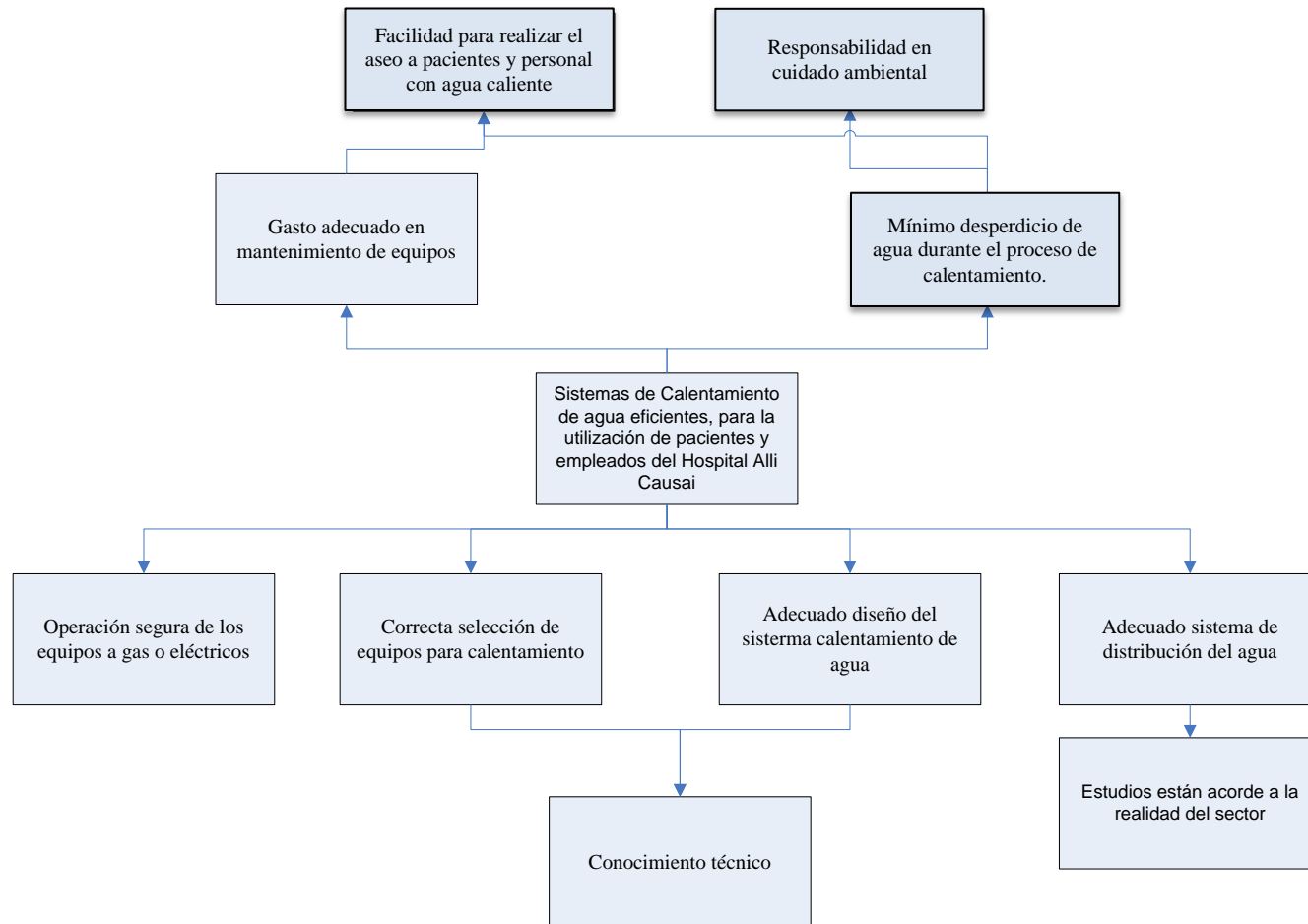
<b>2.3 LÍNEA BASE DEL PROYECTO:</b>		
<b>SECTOR</b>	<b>TIPO DE PROYECTO</b>	<b>INDICADOR</b>
ENERGÍAS	Estudio	Un estudio de un sistema para la utilización de energía fotovoltaica, para asegurar el consumo de agua, en el hospital Fundación Alli Causai

<b>2.4 IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LA POBLACIÓN OBJETIVO (BENEFICIARIOS):</b>
<p>La población beneficiaria son todos los que conforman el personal del hospital, así como los pacientes a ser atendidos en la casa de salud, estimados en promedio 60 pacientes al día, 22 camas para hospitalización y 42 personas entre personal médico, residentes, personal de limpieza y practicantes, dando un total máximo diario de 124 personas diarias.</p>



### 3. OBJETIVOS DEL PROYECTO:

#### a) Esquema:



**3.1 OBJETIVO GENERAL O PROPÓSITO:**

Elaborar un estudio sobre sistema fotovoltaico para el eficiente calentamiento de agua.

**3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS O COMPONENTES:**

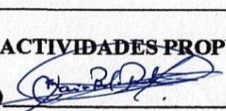
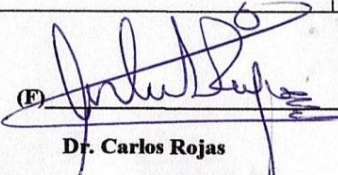
1. Estudiar el estado actual del sistema de distribución de agua
2. Evaluar los sistemas a gas y electricidad utilizados para el calentamiento del agua
3. Diseñar un sistema de calentamiento por energía fotovoltaica, a fin de permitir el calentamiento de agua de forma segura
4. Elaborar el presupuesto necesario para la implantación del sistema de calentamiento.

### 3.3 MATRIZ DE MARCO LÓGICO:

Resumen Narrativo de Objetivos	Indicadores Verificables Objetivamente	Fuentes de Verificación	Supuestos de Sustentabilidad
<p><b>Fin:</b> Facilitar el aseo diario a pacientes y personal, con agua caliente</p>	<p><b>Indicadores del fin:</b> 100% del proyecto realizado 124 personas diarias consumen agua caliente en el Hospital durante el segundo semestre del 2011</p>	<p><b>Medios del fin:</b> Constatación física, mediante informes y registros realizados.</p>	<p><b>Supuestos del fin</b> Utilización de la energía alternativa para asegurar el consumo de agua.</p>
<p><b>Propósito (objetivo general):</b>  Elaborar un estudio sobre sistema fotovoltaico para el eficiente calentamiento de agua.</p>	<p><b>Indicadores del propósito:</b>  Un estudio de utilización de energía fotovoltaica, para asegurar el consumo de agua, en el Hospital Fundación Alli Causai, durante el tercer trimestre del año 2011.</p>	<p><b>Medios del propósito:</b>  Constatación física, mediante informes y registros realizando</p>	<p><b>Supuestos del propósito:</b>  Construcción del Sistema de Paneles Fotovoltaicos</p>


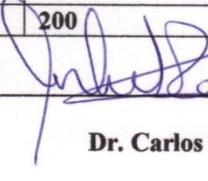
Resumen Narrativo de Objetivos	Indicadores Verificables Objetivamente		Fuentes de Verificación	Supuestos de Sustentabilidad
<b>Componentes/productos (resultados u objetivos específicos):</b>	<b>Indicadores de componentes:</b>		<b>Medios de componentes:</b>	<b>Supuestos de componentes</b>
Estudiar el estado actual del sistema de distribución de agua	Estudiantes participan en el estudio		Registro de asistencia	Existe Acta de Aceptación y Compromiso, entre el Hospital Alli Causai y la UTA, específicamente carrera de Ingeniería Mecánica  Información disponible tanto bibliográfica como en la red  Aceptación de los directivos de la entidad en discusión
Analizar las diferentes alternativas de solución al problema planteado	Presentación de diferentes alternativas de solución		Informe técnico presentado por los estudiantes	
Plantear un sistema de calentamiento por energía fotovoltaica, a fin de permitir el calentamiento de agua de forma segura	Presentación del proyecto planteado		Informe técnico	
<b>Actividades:</b>	<b>Presupuesto:</b>		<b>Medios de actividades:</b>	<b>Supuestos de actividades:</b>
	<b>Aporte recursos propios estudiantes</b>	<b>Aporte de la entidad</b>		
<b>Actividad 1.1</b> Establecer convenio con la Universidad Técnica de Ambato, específicamente con la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera Mecánica y la Fundación Alli Causai	<b>24.50</b>	<b>0.00</b>	Acta de Aceptación y Compromiso suscrita	Existe Acta de Aceptación y Compromiso entre Universidad Técnica de Ambato y Hospital Alli Causai
<b>Subactividad 1.1.1</b> Enviar los oficios respectivos	8.00	0.00	Presupuesto	Los estudiantes ya poseen la autorización tanto de la Facultad como de la Fundación.  Existe información pertinente  Amplio conocimiento de diseño térmico y de elementos por parte de los estudiantes
<b>Subactividad 1.1.2</b> Realizar el proyecto de vinculación a ser aprobado.	16.50	0.00		
<b>Actividad 1.2</b> Levantar la información actual	<b>26.50</b>	0.00		
<b>Subactividad 1.2.1</b> Analizar cada uno de los componentes actuales	13.00	0.00		
<b>Subactividad 1.2.2</b> Hacer el cálculo actual de pérdidas por tubería	12.00	0.00		
<b>Subactividad 1.2.3</b> Realizar el análisis económico actual del Hospital	1.50	0.00		

<b>Actividad 2.1</b> Estudiar las diferentes alternativas de solución	<b>27.00</b>	<b>34.00</b>		
<b>Subactividad 2.1.1</b> Análisis de diferentes dispositivos	27.00	34.00		
<b>Actividad 2.2.</b> Análisis de la alternativa de solución	<b>23.00</b>	<b>66.00</b>		
<b>Subactividad 2.2.1</b> Verificar la factibilidad de cada uno de los dispositivos	23.00	66.00		
<b>Actividad 3.1</b> Diseño de un sistema fotovoltaico para calentamiento de agua	<b>120.00</b>	<b>60.00</b>		
<b>Subactividad 3.1.1</b> Análisis Energético	14.00	13.00		
<b>Subactividad 3.1.2</b> Diseño de sistema fotovoltaico	68.00	21.00		
<b>Subactividad 3.1.2</b> Selección de Equipos	38.00	26.00		
<b>Actividad 3.2.</b> Análisis de Costos de implementación	<b>80.00</b>	<b>40.00</b>		
<b>Subactividad 3.2.1</b> Análisis de Costos	45.00	29.50		
<b>Subactividad 3.2.2</b> Presentación y redacción de informe final	35.00	10.50		
	<b>300.00</b>	<b>200.00</b>		

4. CRONOGRAMA POR OBJETIVOS Y ACTIVIDADES					
COMPONENTES/ ACTIVIDADES Y SUBACTIVIDADES	TIEMPO ESTIMADO			RESPONSABLES	RECURSOS NECESARIOS
	DESDE	HASTA	# HORAS		
<b>Componente 1:</b> Estudiar el estado actual del sistema de distribución de agua			<b>85</b>		
<b>Actividad 1.1</b> Establecer convenio con la Universidad Técnica de Ambato, específicamente con la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera Mecánica y la Fundación Alli Causai			<b>30</b>		Computador, hojas, 2 estudiantes
<b>Subactividad 1.1.1</b> Enviar los oficios respectivos	22-03-2011	31-03-2011	10	Estudiantes - Ing. Ma. Belén Ruales	Computador, hojas, 2 estudiantes
<b>Subactividad 1.1.2</b> Realizar el proyecto de vinculación a ser aprobado.	01-03-2011	15-04-2011	20	Estudiantes - Ing. Ma. Belén Ruales	Computador, hojas, 2 estudiantes
<b>Actividad 1.2</b> Levantar la información actual			<b>55</b>		
<b>Subactividad 1.2.1</b> Analizar cada uno de los componentes actuales	20-05-2011	15-06-2011	25	Estudiantes	Computador, hojas, 2 estudiantes
<b>Subactividad 1.2.2</b> Hacer el cálculo actual de pérdidas por tubería	30-05-2011	15-06-2011	15	Estudiantes - Ing. Ma. Belén Ruales	Computador, hojas, 2 estudiantes
<b>Subactividad 1.2.3</b> Realizar el análisis económico actual del Hospital	15-06-2011	20-06-2011	15	Estudiantes	Computador, hojas, 2 estudiantes
<b>Componente 2</b> Analizar las diferentes alternativas de solución al problema planteado			<b>45</b>		
<b>Actividad 2.1</b> Estudiar las diferentes alternativas de solución			<b>30</b>		Computador, hojas, 2 estudiantes
<b>Subactividad 2.1.1</b> Análisis de diferentes dispositivos	21-06-2011	30-06-2011	30	Estudiantes	Computador, hojas, 2 estudiantes, internet
<b>Actividad 2.2.</b> Análisis de la alternativa de solución			<b>15</b>		
<b>Subactividad 2.2.1</b> Verificar la factibilidad de cada uno de los dispositivos	01-07-2011	10-07-2011	15	Estudiantes	Computador, hojas, 2 estudiantes
<b>Componente 3</b> Plantear un sistema de calentamiento por energía fotovoltaica, a fin de permitir el calentamiento de agua de forma segura			<b>95</b>		Computador, hojas, 2 estudiantes
<b>Actividad 3.1</b> Diseño de un sistema fotovoltaico para calentamiento de agua			<b>75</b>		
<b>Subactividad 3.1.1</b> Análisis Energético	11-07-2011	21-07-2011	30	Estudiantes	Computador, hojas, 2 estudiantes
<b>Subactividad 3.1.2</b> Diseño de sistema fotovoltaico	22-07-2011	02-08-2011	30	Estudiantes - Ing. Ma. Belén Ruales	Computador, hojas, 2 estudiantes
<b>Subactividad 3.1.3</b> Selección de Equipos	03-08-2011	15-08-2011	15	Estudiantes	Computador, hojas, 2 estudiantes
<b>Actividad 3.2.</b> Análisis de Costos de implementación			<b>20</b>		
<b>Subactividad 3.2.1</b> Análisis de Costos	16-08-2011	20-08-2011	10	Estudiantes	Computador, hojas, 2 estudiantes
<b>Subactividad 3.2.2</b> Presentación y redacción de informe final	21-08-2011	30-08-2011	10	Estudiantes - Ing. Ma. Belén Ruales	Computador, hojas, 2 estudiantes
<b>TOTAL</b>			<b>225</b>		
<b>HORARIO DE ACTIVIDADES PROPUESTO;</b>			<b>DOCENTES PROPONENTES</b>	<b>ESTUDIANTES PARTICIPANTES</b>	
<b>DÍAS: 183</b> (F) 			1. Ing. Ma. Belén Ruales	1. Darwin Abraham López Ati	
<b>HORAS: 225</b> Ing. Ma. Belén Ruales	<b>Dr. Carlos Rojas</b>			2. Álvaro José Morejón Miniguano	
<b>COORDINADOR DEL PROYECTO</b>					
<b>COORDINADOR ENTIDAD BENEFICIARIA</b>					

<b>5.1 PRESUPUESTO POR ACTIVIDADES DEL PROYECTO</b>			
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS/ ACTIVIDADES SUBACTIVIDADES</b>	<b>FUENTES DE FINANCIAMIENTO (dólares)</b>		<b>TOTAL USD.</b>
	<b>APORTE RECURSOS PROPIOS ESTUDIANTES</b>	<b>APORTE DE LA COMUNIDAD / ENTIDAD</b>	
<b>Componente 1:</b> Estudiar el estado actual del sistema de distribución de agua	<b><u>50.00</u></b>	<b><u>0.00</u></b>	<b><u>50.00</u></b>
<b>Actividad 1.1</b> Establecer convenio con la Universidad Técnica de Ambato, específicamente con la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera Mecánica y la Fundación Alli Causai	<b>24.50</b>	<b>0.00</b>	
<b>Subactividad 1.1.1</b> Enviar los oficios respectivos	8.00	0.00	
<b>Subactividad 1.1.2</b> Realizar el proyecto de vinculación a ser aprobado.	16.50	0.00	
<b>Actividad 1.2</b> Levantar la información actual	<b>26.50</b>	<b>0.00</b>	
<b>Subactividad 1.2.1</b> Analizar cada uno de los componentes actuales	13.00	0.00	
<b>Subactividad 1.2.2</b> Hacer el cálculo actual de pérdidas por tubería	12.00	0.00	
<b>Subactividad 1.2.3</b> Realizar el análisis económico actual del Hospital	1.50		
<b>Componente 2</b> Analizar las diferentes alternativas de solución al problema planteado	<b><u>50.00</u></b>	<b><u>100.00</u></b>	<b><u>150.00</u></b>
<b>Actividad 2.1</b> Estudiar las diferentes alternativas de solución	<b>27.00</b>	<b>34.00</b>	
<b>Subactividad 2.1.1</b> Análisis de diferentes dispositivos	27.00	34.00	
<b>Actividad 2.2.</b> Análisis de la alternativa de solución	<b>23.00</b>	<b>66.00</b>	
<b>Subactividad 2.2.1</b> Verificar la factibilidad de cada uno de los dispositivos	23.00	66.00	
<b>Componente 3</b> Plantear un sistema de calentamiento por energía fotovoltaica, a fin de permitir el calentamiento de agua de forma segura	<b><u>200.00</u></b>	<b><u>100.00</u></b>	<b><u>300</u></b>
<b>Actividad 3.1</b> Diseño de un sistema fotovoltaico para calentamiento de agua	<b>120.00</b>	<b>60.00</b>	
<b>Subactividad 3.1.1</b> Análisis Energético	14.00	13.00	
<b>Subactividad 3.1.2</b> Diseño de sistema fotovoltaico	68.00	21.00	
<b>Subactividad 3.1.2</b> Selección de Equipos	38.00	26.00	
<b>Actividad 3.2.</b> Análisis de Costos de implementación	<b>80.00</b>	<b>40.00</b>	
<b>Subactividad 3.2.1</b> Análisis de Costos	45.00	29.50	
<b>Subactividad 3.2.2</b> Presentación y redacción de informe final	35.00	10.50	
<b>TOTAL</b>			<b><u>500</u></b>

## 5.2 PRESUPUESTO POR CONCEPTO DEL PROYECTO:

<b>5.2 PRESUPUESTO POR CONCEPTO DEL PROYECTO</b>			
<b>CONCEPTO</b>	<b>APORTE RECURSOS PROPIOS</b>	<b>APORTE COMUNIDAD</b>	<b>TOTAL USD.</b>
Personal	200	50	250
Equipos	0	50	50
Materiales y Suministros	50	0	50
Pasajes	0	50	50
Servicios (refrigerios, fotocopias, etc.)	50	50	100
<b>Total USD</b>	<b>300</b>	<b>200</b>	<b>500</b>
F)  <b>Ing. María Belén Ruales</b> <b>COORDINADOR DEL PROYECTO</b>		(F)  <b>Dr. Carlos Rojas</b> <b>COORDINADOR ENTIDAD BENEFICIARIA</b>	



**6. ANEXOS:**

- Oficio a Dr. Carlos Rojas, Director del Hospital Fundación Alli Causai.
- Acta de aceptación y compromiso.
- Registro único de contribuyentes (RUC) del Hospital Fundación Alli Causai.

Ambato, Mayo 15, 2011.

Dr.  
Carlos Rojas  
Presidente  
FUNDACIÓN ALLI CAUSAI  
Presente

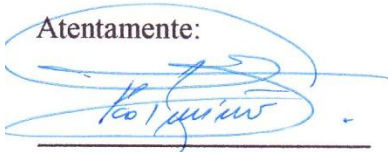
De mi consideración:

Por el presente me permito expresar a usted mi más cordial saludo y deseo de éxitos en sus funciones. A la vez que solicito se digne autorizar a quién corresponda, se brinde las facilidades necesarias para que el personal de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Mecánica, realicen la Planificación, Ejecución, Monitoreo y Evaluación del Proyecto Académico de Servicio Comunitario para Vinculación con la Sociedad.

Con esta finalidad y seguros de contar con su valiosa aprobación, se deberá suscribir el Acta de Aceptación y Compromiso adjunta.

Por la atención que se digne dar al presente, me suscribo de usted.

Atentamente:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Francisco Pazmiño', is written over a horizontal line. The signature is enclosed within a light blue oval shape.

Ing. Francisco Pazmiño  
DECANO  
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Adjunto: Acta de Aceptación y Compromiso

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**CENTRO DE VINCULACIÓN CON LA COLECTIVIDAD “CEVIC”**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**ACTA DE ACEPTACIÓN Y COMPROMISO PARA LA PLANIFICACIÓN,  
EJECUCIÓN, MONITOREO Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS ACADÉMICOS  
DE SERVICIO COMUNITARIO PARA VINCULACIÓN CON LA SOCIEDAD**

En la ciudad de Ambato, a los 15 días del mes de mayo del dos mil once, la Fundación Alli Causai, representada por el Dr. Carlos Rojas, en calidad de Presidente y la Universidad Técnica de Ambato a través de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, representada por el Sr. Ing. Francisco Pazmiño, en calidad de Decano de Facultad, acuerdan celebrar la presente Acta de Aceptación y Compromiso, al tenor de las siguientes cláusulas:

**PRIMERA.- ANTECEDENTES.**

- 1.1 La Fundación Alli Causai (FAC), es una organización no gubernamental sin fines de lucro, orientada al desarrollo integral de la población de la sierra central del Ecuador. Inicia sus actividades en 1983 en comunidades rurales andinas, mayoritariamente indígenas, en donde implementa procesos de atención y prevención en salud. Tiene personería jurídica desde 1994 inscrita en el Ministerio de Salud Pública. Alli Causai nombre kichua que significa vida completa, integra. En la actualidad, la FAC apoya el desarrollo sostenible de la población urbana y rural de la zona central andina del Ecuador, con menos acceso a los servicios básicos y de salud. Su actividad no se limita a lo asistencial, sino que alienta procesos que integren lo productivo, ambiental, educativo y preventivo, desde una perspectiva culturalmente sensible.
- 1.2 La Universidad Técnica de Ambato entre los principios que orientan sus funciones contempla la “Vinculación con la Sociedad”, en virtud de la cual esta Institución de Educación Superior pone a disposición de la comunidad su colaboración en áreas

específicas a entidades, tanto públicas como privadas a través de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Mecánica.

## **SEGUNDA.- OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

- Facilitar la vinculación Universidad-Sectores sociales, productivos y culturales.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Establecer la cooperación interinstitucional entre la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, de la Universidad Técnica de Ambato y la Fundación Alli Causai.
- Desarrollar en forma conjunta y participativa la Planificación, Ejecución, Monitoreo y Evaluación del Proyecto Académico de Servicio Comunitario para Vinculación con la Sociedad; con el siguiente tema: “Estudio de utilización de Energía Fotovoltaica, para asegurar el consumo de agua, en el Hospital Fundación Alli Causai”.

## **TERCERA.- COMPROMISOS DE LAS PARTES**

### **1.1 LaFundación Alli Causai se compromete a:**

- Brindar las facilidades necesarias durante la Etapa de Planificación, Ejecución, Monitoreo y Evaluación de los Proyectos a través de un Coordinador designado para el efecto, para que proporcione la información necesaria al personal de la Universidad Técnica de Ambato.
- Suscribir a través de su coordinador Dr. Carlos Rojas, los formatos respectivos de la Planificación del Proyecto para su posterior aprobación, ejecución - monitoreo y evaluación.

1.2 La Universidad Técnica de Ambato se compromete a:

- Prestar las facilidades necesarias a través del personal idóneo (docentes y estudiantes) que se requiera para el desarrollo de la Planificación del Proyecto en la Fundación Alli Causai.
- Planificar y presentar el proyecto académico de servicio comunitario para Vinculación con la Sociedad de una duración mínima de 80 horas de ejecución, las mismas serán realizadas fuera de los horarios académicos normales, o durante periodo vacacional.

Los celebrantes se ratifican en todo el contenido de la presente Acta de “Aceptación y Compromiso” y para constancia firman en unidad de acto, cuatro ejemplares del mismo tenor y efecto, en Ambato, a los 20 días del mes de mayo del 2011.

f.

**Ing. Francisco Pazmiño.**

**DECANO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CIVIL y MECÁNICA**

f.

**Dr. Carlos Rojas**

**PRESIDENTE**

**FUNDACIÓN ALLI CAUSAI**

**F. RESUMEN DE PROYECTOS PLANIFICADOS**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
 CENTRO DE VINCULACIÓN CON LA COLECTIVIDAD  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
 PROGRAMA: UNIDAD DE VINCULACIÓN CON LA COLECTIVIDAD  
 CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

PROYECTOS ACADÉMICOS DE SERVICIO COMUNITARIO PARA VINCULACIÓN CON LA SOCIEDAD PLANIFICADOS  
 APROBADOS PARA EL PERÍODO: DEL 01 DE MARZO DE 2011 AL 31 DE AGOSTO DE 2011.

ENTIDAD BENEFICIARIA	APROBACIÓN H. C. U. /H.C.D.		TIEMPO ESTIMADO			RECURSOS ESTIMADOS USD (\$)			
	RESOLUCIÓN No.	FECHA	DESDE	HASTA	# HORAS	APORTES RECURSOS PROPIOS ESTUDIANTES	APORTE DE LA COMUNIDAD/ ENTIDAD	TOTAL	
FUNDACIÓN ALLI CAUSAI	FICM-CD-372-11	28-06-2011	01-03-2011	31-08-2011	225	\$ 300.00	\$ 200.00	\$ 500.00	
COORDINADOR ENTIDAD BENEFICIARIA	RESPONSABLES DEL PROYECTO		DOCENTES PROPONENTES		ESTUDIANTES PARTICIPANTES				
Dr. Carlos Rojas	COORDINADOR	Ing. Belén Ruales	Ing. Belén Ruales	1. López Darwin	HOMBRES	# HORAS ESTIMADAS	MUJERES	# HORAS ESTIMADAS	
	CARGO	Ing. Belén Ruales	Ing. Belén Ruales	2. Morejón Alvaro		113			

F.   
 Ing. Jorge Amores

**COORDINADOR UNIDAD DE VINCULACIÓN CON LA COLECTIVIDAD**  
**FACULTAD: INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**



# REGISTRO UNICO DE CONTRIBUYENTES SOCIEDADES

**NUMERO RUC:** 1890141362001  
**RAZON SOCIAL:** FUNDACION ALLI CAUSA  
**NOMBRE COMERCIAL:**  
**CLASE CONTRIBUYENTE:** OTROS  
**REP. LEGAL / AGENTE DE RETENCION:** ROJAS ANDRADE CAIÑOS ALBERTO  
**CONTADOR:** MOYA PEREZ CECILIA ISABEL

**FEC. INICIO ACTIVIDADES:** 03/08/1994      **FEC. CONSTITUCION:** 03/09/1994  
**FEC. INSCRIPCION:** 12/06/1997      **FECHA DE ACTUALIZACION:** 08/10/2008

### ACTIVIDAD ECONOMICA PRINCIPAL:

SERVICIO DE ALOJAMIENTO CUYA FUNCION ES LA ATENCION DE PACIENTES INTERNOS QUE

### DIRECCION PRINCIPAL:

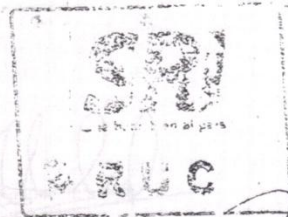
Provincia: TUNGURAHUA    Cantón: AMBATO    Parroquia: HUACHI CHICO    Ciudadela: SECTOR HUACHI LA JOYA  
 Calle: SALVADOR BUSTAMANTE    Número: S/N    Intersección: JULIO CESAR CAÑAR    Referencia ubicación: A CUATRO  
 CUADRAS DEL MERCADO MAYORISTA    Fax: 032418588    Email: allca:si@hotmail.com    Apartado Postal: 1801383  
 Telefono Trabajo: 032416688    Telefono Trabajo: 032848456    Celular: 09-772015

### OBLIGACIONES TRIBUTARIAS:

- \* ANEXO DE COMPRAS Y RETENCIONES EN LA FUENTE POR OTROS CONCEPTOS
- \* ANEXO RELACION DEPENDENCIA
- \* DECLARACIÓN DE IMPUESTO A LA RENTA SOCIEDADES
- \* DECLARACIÓN DE RETENCIONES EN LA FUENTE
- \* DECLARACIÓN MENSUAL DE IVA
- \* IMPUESTO A LA PROPIEDAD DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS

Declaración Informativa de Impuesto a la

**# DE ESTABLECIMIENTOS REGISTRADOS:** del 001 al 001      **ABIERTOS:** 1  
**JURISDICCION:** REGIONAL CENTRO A TUNGURAHUA      **CERRADOS:** 0



FIRMA DEL CONTRIBUYENTE

SERVICIO DE RENTAS INTERNAS

Código: MVGF170405

Lugar de emisión: AMBATO/BOLIVAR 1560

Fecha y hora: 08/10/2008



...le hace bien al país!

# REGISTRO UNICO DE CONTRIBUYENTES SOCIEDADES

**NUMERO RUC:** 1890141362001

**RAZON SOCIAL:** FUNDACION ALLI CAUSA!

### ESTABLECIMIENTOS REGISTRADOS:

**No. ESTABLECIMIENTO:** 001      **ESTADO:** ABIERTO      **MATRIZ:**      **FEC. INICIO ACT.:** 03/08/1994

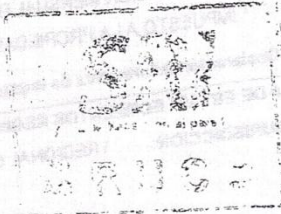
**NOMBRE COMERCIAL:**      **FEC. CIERRE:**

**ACTIVIDADES ECONÓMICAS:**      **FEC. REINICIO:**

SERVICIO DE ALOJAMIENTO CUYA FUNCION ES LA ATENCION DE PACIENTES INTERNOS QUE SE REALIZA BAJO LA SUPERVISION DIRECTA DE MEDICOS  
ACTIVIDADES CAPACITACION EN EDUCACION PARA LA SALUD

### DIRECCIÓN ESTABLECIMIENTO:

Provincia: TUNGURAHUA    Cantón: AMBATO    Parroquia: HUACHI CHICO    Ciudadela: SECTOR HUACHI LA JOYA    Calle: SALVADOR BUSTAMANTE    Número: 5/N    Intersección: JULIO CESAR CAÑAR    Referencia: A CUATRO CUADRAS DEL MERCADO MAYORISTA    Fax: 032415588    Email: allicausa@hotmail.com    Apartado Postal: 180193    Telefono Trabajo: 032415688    Telefono Trabajo: 032848456    Celular: 014772015



FIRMA DEL CONTRIBUYENTE

SERVICIO DE RENTAS INTERNAS

Liquante: MVGF-170405

Lugar de emisión: AMBATO BOLIVAR 1560

Fecha y hora: 08/10/2008



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



CENTRO DE VINCULACION CON LA COLECTIVIDAD  
"CEVIC"

**FACULTAD DE: "INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA"**

**PROGRAMA: "UNIDAD DE VINCULACIÓN CON LA COLECTIVIDAD"**

**CARRERA DE: "INGENIERÍA MECÁNICA"**



**PROYECTO ACADÉMICO DE SERVICIO COMUNITARIO PARA  
VINCULACIÓN CON LA SOCIEDAD**

**ETAPA II: "EJECUCIÓN Y MONITOREO"**

**NOMBRE DEL PROYECTO: "ESTUDIO DE UTILIZACIÓN DE  
ENERGÍA FOTOVOLTAICA, PARA ASEGURAR EL CONSUMO DE  
AGUA, EN EL HOSPITAL FUNDACIÓN ALLI CAUSAI"**

**ENTIDAD BENEFICIARIA: "FUNDACIÓN ALLI CAUSAI"**  
**COORDINADOR ENTIDAD BENEFICIARIA: Dr. Carlos Rojas**

**DOCENTE COORDINADOR:**  
Ing. María Belén Ruales

**DOCENTE AUTORA:**  
Ing. María Belén Ruales

**CÓDIGO DEL PROYECTO: "FICM-IM-001-2011"**

Ambato, Septiembre 2011


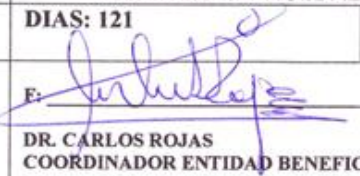
## ÍNDICE ETAPA II

### Contenido

1. ESTRATEGIAS DE MONITOREO:.....	1
2. REGISTRO DE ASISTENCIA:.....	3
3. REGISTRO DE ACTIVIDADES TUTORIALES DEL COORDINADOR O DOCENTE PARTICIPANTE DEL PROYECTO:.....	49


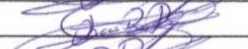
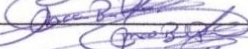
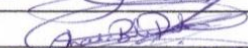
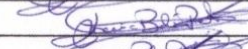


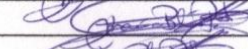


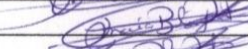

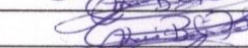
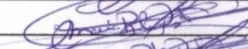
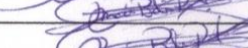

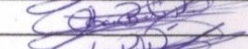






## 1. ESTRATEGIAS DE MONITOREO:




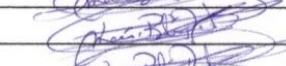










OBJETIVOS ESPECÍFICOS/ACTIVIDADES SUBACTIVIDADES	TIEMPOS PROGRAMADOS Y PRESUPUESTOS				TIEMPO Y PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN REAL				REQUERI MIENTO DE AJUSTES SI/NO	TIEMPO Y PRESUPUESTO FINALES (CON AJUSTES REQUERIDOS DE SER EL CASO)				FECHA INFOR ME FINAL
	DESDE	HASTA	# HORAS	TOTAL USD	DESDE	HASTA	# HORAS	TOTAL USD		DESDE	HASTA	# HORAS	TOTAL USD	
<b>Componente 1:</b> Estudiar el estado actual del sistema de distribución de agua			<b>85</b>	<b>50.00</b>			<b>85</b>	<b>50.00</b>	No					15-09-2011
<b>Actividad 1.1</b> Establecer convenio con la Universidad Técnica de Ambato, específicamente con la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera Mecánica y la Fundación Alli Causai			30	24.50			30	24.50						
<b>Subactividad 1.1.1</b> Enviar los oficios respectivos	22-03-2011	31-03-2011	10	8.00	22-03-2011	31-03-2011	10	8.00						
<b>Subactividad 1.1.2</b> Realizar el proyecto de vinculación a ser aprobado.	01-03-2011	15-04-2011	20	16.50	01-03-2011	15-04-2011	20	16.50						
<b>Actividad 1.2</b> Levantar la información actual			<b>55</b>	<b>26.50</b>			<b>55</b>	<b>26.50</b>						
<b>Subactividad 1.2.1</b> Analizar cada uno de los componentes actuales	20-05-2011	15-06-2011	25	13.00	20-05-2011	15-06-2011	25	13.00						
<b>Subactividad 1.2.2</b> Hacer el cálculo actual de pérdidas por tubería	30-05-2011	15-06-2011	15	12.00	30-05-2011	15-06-2011	15	12.00						
<b>Subactividad 1.2.3</b> Realizar el análisis económico actual del Hospital	15-06-2011	20-06-2011	15	1.50	15-06-2011	20-06-2011	15	1.50						
<b>Componente 2</b> Analizar las diferentes alternativas de solución al problema planteado			<b>45</b>	<b>150</b>			<b>45</b>	<b>150</b>	No					
<b>Actividad 2.1</b> Estudiar las diferentes alternativas de solución			<b>30</b>	<b>61.00</b>			<b>30</b>	<b>61.00</b>						
<b>Subactividad 2.1.1</b> Análisis de diferentes dispositivos	21-06-2011	30-06-2011	30	61.00	21-06-2011	30-06-2011	30	61.00						
<b>Actividad 2.2.</b> Análisis de la alternativa de solución			<b>15</b>	<b>89.00</b>			<b>15</b>	<b>89.00</b>						
<b>Subactividad 2.2.1</b> Verificar la factibilidad de cada uno de los dispositivos	01-07-2011	10-07-2011	15	89.00	01-07-2011	10-07-2011	15	89.00						
<b>Componente 3</b> Plantear un sistema de calentamiento por energía fotovoltaica, a fin de permitir el calentamiento de agua de forma segura			<b>95</b>	<b>300.00</b>			<b>95</b>	<b>300.00</b>	No					
<b>Actividad 3.1</b> Diseño de un sistema fotovoltaico para calentamiento de agua			<b>75</b>	<b>230.00</b>			<b>75</b>	<b>230.00</b>						

<b>Subactividad</b> 3.1.1 Análisis Energético	11-07-2011	21-07-2011	30	70.00	11-07-2011	21-07-2011	30	70.00							
<b>Subactividad</b> 3.1.2 Diseño de sistema fotovoltaico	22-07-2011	02-08-2011	30	100.00	22-07-2011	02-08-2011	30	100.00							
<b>Subactividad</b> 3.1.3 Selección de Equipos	03-08-2011	15-08-2011	15	60.00	03-08-2011	13-15-2011	15	60.00							
<b>Actividad</b> 3.2. Análisis de Costos de implementación			<b>20</b>	<b>70.00</b>			<b>20</b>	<b>70.00</b>							
<b>Subactividad</b> 3.2.1 Análisis de Costos	16-08-2011	20-08-2011	10	34.50	16-08-2011	20-08-2011	10	34.50							
<b>Subactividad</b> 3.2.2 Presentación y redacción de informe final	21-08-2011	30-08-2011	10	36.50	21-08-2011	30-08-2011	10	36.50							
<b>TOTAL</b>			<b>225</b>	<b>500.00</b>			<b>225</b>	<b>500.00</b>							
<b>HORARIO DE ACTIVIDADES PROPUESTO</b>				<b>HORARIO DE ACTIVIDADES EJECUTADO</b>				<b>HORARIO DE ACTIVIDADES FINALES</b>							
<b>DIAS: 121</b>		<b>HORAS: 225</b>		<b>DIAS: 121</b>		<b>HORAS: 225</b>		<b>DIAS:</b>		<b>HORAS:</b>					
F: 				F: 				F: 							
ING. MARÍA BELÉN RUALES COORDINADOR DEL PROYECTO				DR. CARLOS ROJAS COORDINADOR ENTIDAD BENEFICIARIA				ING. JORGE AMORES COORDINADOR UNIDAD DE VINCULACIÓN CON LA COLECTIVIDAD FACULTAD: INGENIERIA CIVIL MECANICA							

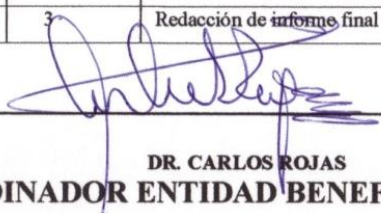
### 3. REGISTRO DE ACTIVIDADES TUTORIALES DEL COORDINADOR O DOCENTES PARTICIPANTES DEL PROYECTO

**NOMBRE DEL COORDINADOR O DOCENTE PARTICIPANTE DEL PROYECTO:** Ing. Belén Ruales

DÍA Y FECHA	HORA INICIO	HORA FINALIZACIÓN	# DE HORAS	ACTIVIDADES CUMPLIDAS	FIRMA DEL COORDINADOR
20-05-2011	16:00	18:00	2	Revisión de literatura correspondiente al tema	
25-05-2011	16:00	1:00	3	Revisión de planos del hospital	
30-05-2011	16:00	18:00	2	Constatación física de los componentes actuales	
04-06-2011	16:00	19:00	3	Revisión de conclusiones	
18-06-2011	16:00	19:00	3	Revisión informe	
01-06-2011	16:00	19:00	3	Revisión de componentes	
04-06-2011	16:00	19:00	3	Revisión de Cálculos ideales	
09-06-2011	16:00	19:00	3	Revisión de correcciones	
10-06-2011	16:00	19:00	3	Revisión de Cálculos reales	
16-06-2011	16:00	19:00	3	Revisión de correcciones	
17-06-2011	10:00	13:00	3	Coordinación de información con el hospital	
22-06-2011	16:00	18:00	2	Revisión informe	
25-06-2011	15:00	18:00	3	Revisión de información recolectada	
02-07-2011	16:00	18:00	2	Revisión de conclusiones	
03-07-2011	16:00	18:00	2	Estudio de bibliografía relacionada	
07-07-2011	15:00	18:00	3	Análisis de información proporcionada en el mercado	
10-07-2011	15:00	18:00	3	Revisión de informe	
12-07-2011	16:00	18:00	2	Revisión de informe	
13-07-2011	15:00	18:00	3	Revisión de literatura	
17-07-2011	15:00	18:00	3	Análisis energético actual del hospital	
20-07-2011	15:00	18:00	3	Reunión de trabajo con estudiantes	
21-07-2011	15:00	18:00	3	Reunión de trabajo con estudiantes	
22-07-2011	15:00	18:00	3	Revisión de cálculos	

24-07-2011	15:00	18:00	3	Revisión de correcciones e informe	
25-07-2011	15:00	18:00	3	Revisión de literatura	
28-07-2011	15:00	18:00	3	Análisis de posibles alternativas de diseño	
30-07-2011	15:00	18:00	3	Análisis de posibles alternativas de diseño	
04-08-2011	15:00	18:00	3	Revisión de cálculos	
05-08-2011	15:00	18:00	3	Revisión de cálculos	
06-08-2011	15:00	18:00	3	Análisis de información técnica	
10-08-2011	15:00	18:00	3	Análisis de información proporcionada en el mercado	
16-08-2011	16:00	18:00	2	Revisión de selección y factibilidad de equipos	
15-08-2011	16:00	18:00	2	Revisión de informe	
19-08-2011	15:00	18:00	3	Reunión de trabajo con estudiantes	
22-08-2011	16:00	18:00	2	Reunión de trabajo con estudiantes	
25-08-2011	16:00	18:00	2	Revisión de informe final	
10-09-2011	15:00	18:00	3	Redacción de informe final	

F: \_\_\_\_\_



**DR. CARLOS ROJAS**  
**COORDINADOR ENTIDAD BENEFICIARIA**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



CENTRO DE VINCULACION CON LA COLECTIVIDAD  
"CEVIC"

**FACULTAD DE: "INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA"**

**PROGRAMA: "UNIDAD DE VINCULACIÓN CON LA COLECTIVIDAD"**

**CARRERA DE: "INGENIERÍA MECÁNICA"**



**PROYECTO ACADÉMICO DE SERVICIO COMUNITARIO PARA  
VINCULACIÓN CON LA SOCIEDAD**

**ETAPA III: "EVALUACIÓN"**

**NOMBRE DEL PROYECTO: "ESTUDIO DE UTILIZACIÓN DE  
ENERGÍA FOTOVOLTAICA, PARA ASEGURAR EL CONSUMO DE  
AGUA, EN EL HOSPITAL FUNDACIÓN ALLI CAUSAI"**

**ENTIDAD BENEFICIARIA: "FUNDACIÓN ALLI CAUSAI"**

**COORDINADOR ENTIDAD BENEFICIARIA: Dr. Carlos Rojas**

**DOCENTE COORDINADOR:**

Ing. María Belén Ruales

**DOCENTE AUTORA:**

Ing. María Belén Ruales

**CÓDIGO DEL PROYECTO: "FICM-IM-001-2011"**

Ambato, Noviembre 2011

## ÍNDICE ETAPA III

1. EVALUACIÓN DE RESULTADOS:.....	1
2. FICHAS DE EVALUACIÓN DE ESTUDIANTES PARTICIPANTES:.....	3
C. RESUMEN DE PROYECTOS EJECUTADOS, MONITRIADOS Y EVALUADOS.	4



## 1. EVALUACIÓN DE RESULTADOS:

RESUMEN NARRATIVO DE OBJETIVOS	INDICADORES VERIFICABLES OBJETIVAMENTE	PRODUCTOS O RESULTADOS ALCANZADOS	NIVEL DE CUMPLIMIENTO
<b>FIN:</b> Facilitar el aseo diario a pacientes y personal, con agua caliente	100% del proyecto realizado 124 personas diarias consumen agua caliente en el Hospital durante el segundo semestre del 2011	El éxito de estudio dependerá de la implementación de la propuesta planteada en el anexo (1).	100 %
<b>PROPÓSITO/ OBJETIVO GENERAL:</b> Elaborar un estudio sobre sistema fotovoltaico para un eficiente calentamiento de agua.	Un estudio de utilización de energía fotovoltaica, para asegurar el consumo de agua, en el Hospital Fundación Alli Causai, durante el tercer trimestre del año 2011.	Estudio sobre sistema con energía solar para calentamiento de agua (anexo 1).	100 %
<b>COMPONENTES OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b> Estudiar el estado actual del sistema de distribución de agua	Estudiantes participan en el estudio	Registro de asistencia	100 %
Analizar las diferentes alternativas de solución al problema planteado	Presentación de diferentes alternativas de solución	Informe técnico presentado por los estudiantes	100 %
Plantear un sistema de calentamiento por energía fotovoltaica, a fin de permitir el calentamiento de agua de forma segura	Presentación del proyecto planteado	Informe técnico	100 %
<b>VALORACIÓN FINAL:</b> El estudio realizado ha llegado a la selección del sistema más rentable, de alta eficiencia y el que tendrá una prolongada vida útil que lograra el calentamiento del agua de la fundación hospital Alli Causai. Las instalaciones del hospital se encuentra en un área libre de vegetación, edificios; siendo apto para la instalación de colectores solares para el calentamiento de agua.			

Este sistema de calentamiento de agua se lo instalará junto al ya existente de calefones a gas, mismo que servirá como apoyo para aquellos días en que la demanda de agua caliente no pueda ser cubierta por los colectores. Los colectores se los instalarán en dos grupos. El primero ira colocado sobre el área de hospitalización y cubrirá la demanda de agua para el aseo de pacientes. El segundo grupo ira colocado sobre el área de cocina, para cubrir la demanda de agua para limpieza de vajilla y otras actividades propias de la preparación de alimentos; además del aseo de los estudiantes pasantes que allí se hospeden. Los colectores proporcionaran una temperatura del agua adecuada para que pacientes, doctores, enfermeros, personal de limpieza, tengan confort en cada una de las actividades que realizan.

**CONCLUSIONES:**

- El sistema más apto para calentamiento de agua por energía solar en el hospital es el de colectores planos por termo-fisión, el mismo que representa una inversión inicial alta pero que se recupera en los primeros años debido al ahorro del consumo de combustibles.
- Los sistemas de energía solar necesitan equipos de apoyo como de energía eléctrica o diesel, debido que existen días de autonomía.
- El sistema de energía solar contribuye con la disminución de contaminación del medio ambiente.
- La producción de energía por medio de paneles fotovoltaicos es rentable a nivel residencial y esta no es comercial debido a que los paneles generan baja potencia y se necesitaría que el sistema sea muy grande lo cual sería costoso para satisfacer la energía que requiere el hospital.

**RECOMENDACIONES:**

- Elaborar un plan de mantenimiento para los equipos instalados en la hospital fundación Alli Causai
- La instalación de los colectores debe ser en la terraza de la fundación para lograr una excelente captación de energía.
- La instalación de tuberías debe ser tal como lo planteado sin que existan modificaciones ya que esto haría que existan pérdidas de calor y no se lograría la temperatura deseada por el consumidor.
- Tanto la estructura del tanque de almacenamiento como los paneles deben estar sujetos correctamente con el fin de que el sistema se empotre y no existan vibraciones en las tuberías.

F:

ING. MARIA BELÉN RUALES  
COORDINADOR DEL PROYECTO

F:

DR. CARLOS ROJAS  
COORDINADOR ENTIDAD BENEFICIARIA

F:

ING. JORGE AMORES  
COORDINADOR UNIDAD DE VINCULACIÓN CON LA  
COLECTIVIDAD DE LA FACULTAD

## 2. FICHAS DE EVALUACIÓN DE ESTUDIANTES PARTICIPANTES

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
PROYECTO ACADÉMICO DE SERVICIO COMUNITARIO PARA VINCULACIÓN CON LA COLECTIVIDAD  
FACULTAD DE: INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
UNIDAD DE VINCULACIÓN CON LA COLECTIVIDAD  
ENTIDAD BENEFICIARIA: HOSPITAL FUNDACIÓN ALLI CAUSAI

NOMBRE DEL PROYECTO: "ESTUDIO DE UTILIZACIÓN DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA, PARA ASEGURAR EL CONSUMO DE AGUA, EN EL HOSPITAL FUNDACIÓN ALLI CAUSAI"

No	Nómina de los estudiantes del grupo	Horas laboradas	Aprueba - Reprueba	No	Nómina de los estudiantes del grupo	Horas laboradas	Aprueba - Reprueba
1	López Ati Darwin Abraham	113	Aprueba	3			
2	Morejón Miniguano Álvaro José	112	Aprueba	4			



ING. MARIA BELÉN RUALES  
COORDINADOR DEL PROYECTO

Ambato, 11 de Noviembre del 2011

## C: RESUMEN DE PROYECTOS EJECUTADOS, MONITOREADOS Y EVALUADOS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
CENTRO DE VINCULACIÓN CON LA COLECTIVIDAD  
FACULTAD: INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
PROGRAMA: UNIDAD DE VINCULACIÓN CON LA COLECTIVIDAD  
CARRERA DE: INGENIERÍA MECÁNICA

PROYECTOS ACADÉMICOS DE SERVICIO COMUNITARIO PARA VINCULACIÓN CON LA SOCIEDAD EJECUTADOS, MONITOREADOS Y EVALUADOS  
APROBADOS PARA EL PERÍODO: DEL 01 DE MARZO DE 2011 AL 31 AGOSTO DE 2011

<b>PROYECTO:</b> Estudio de utilización de energía fotovoltaica, para asegurar el consumo de agua, en el Hospital Fundación Alli Causai.								
<b>CÓDIGO:</b> FICM-IM-001-2011								
ENTIDAD BENEFICIARIA	APROBACIÓN H. C. U. / H.C.D.		TIEMPO DE EJECUCIÓN			RECURSOS UTILIZADOS USD (\$)		
	RESOLUCIÓN No.	FECHA	DESDE	HASTA	# HORAS	APORTES RECURSOS PROPIOS ESTUDIANTES	APORTE DE LA COMUNIDAD/ ENTIDAD	TOTAL
Hospital Fundación Alli Causai.	FICM-CD-372-11	28/06/2011	01/03/2011	31/08/2011	225	\$ 300.00	\$ 200.00	\$500.00
COORDINADOR ENTIDAD BENEFICIARIA		RESPONSABLES DEL PROYECTO			ESTUDIANTES PARTICIPANTES			
NOMBRE	CARGO	COORDINADOR	DOCENTES PARTICIPANTES	HOMBRES	# HORAS CUMPLIDAS	MUJERES	# HORAS CUMPLIDAS	
Dr. Carlos Rojas	Director	Ing. Belén Ruales	Ing. Belén Ruales	1 Morejón Alvaro	112	-----	-----	
				2 López Darwin	113	-----	-----	

F. \_\_\_\_\_

**Lic. Jorge Amores**

COORDINADOR UNIDAD DE VINCULACIÓN CON LA COLECTIVIDAD  
FACULTAD: INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



CENTRO DE VINCULACION CON LA COLECTIVIDAD  
“CEVIC”

**FACULTAD DE: “INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA”**

**PROGRAMA: “UNIDAD DE VINCULACIÓN CON LA COLECTIVIDAD”**

**CARRERA DE: “INGENIERÍA MECÁNICA“**



**PROYECTO ACADÉMICO DE SERVICIO COMUNITARIO PARA  
VINCULACIÓN CON LA SOCIEDAD**

**INFORME Y PROPUESTA**

**NOMBRE DEL PROYECTO: “ESTUDIO DE UTILIZACIÓN DE  
ENERGÍA FOTOVOLTAICA, PARA ASEGURAR EL CONSUMO DE  
AGUA, EN EL HOSPITAL FUNDACIÓN ALLI CAUSAI”**

**ENTIDAD BENEFICIARIA: “FUNDACIÓN ALLI CAUSAI”**

**COORDINADOR ENTIDAD BENEFICIARIA: Dr. Carlos Rojas**

**DOCENTE COORDINADOR:**

Ing. María Belén Ruales

**DOCENTE AUTORA:**

Ing. María Belén Ruales

**CÓDIGO DEL PROYECTO: “FICM-IM-001-2011”**

**ÍNDICE**

ÍNDICE.....	0
ANÁLISIS DE CADA UNO DE LOS COMPONENTES ACTUALES DE CALENTAMIENTO DE AGUA DEL HOSPITAL FUNDACIÓN ALLI CAUSAI ..	4
1. INTRODUCCIÓN:.....	4
2. OBJETIVOS:.....	5
3. MATERIALES Y EQUIPOS:.....	5
4. ALCANCE: .....	5
5. ANÁLISIS DE CADA UNO DE LOS COMPONENTES ACTUALES DEL SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE AGUA DEL HOSPITAL ALLI CAUSAI.....	6
5.1 Descripción general del hospital: .....	6
5.2. Agua caliente para uso en la cocina: .....	7
5.3 Agua caliente para el uso de aseo de los residentes: .....	8
5.4 Agua caliente para el uso en aseo de pacientes en hospitalización: .....	8
5.5 Agua caliente para el uso en el laboratorio bacteriológico:.....	9
5.6 Agua caliente para el uso en lavandería: .....	9
6. TABULACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS INSTALADOS: .....	12
7. CONCLUSIONES:.....	13
8. RECOMENDACIONES: .....	13
CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR TUBERÍAS. ....	14
1. OBJETIVOS:.....	14
2. MATERIALES Y EQUIPOS: .....	14
3. MARCO TEÓRICO: .....	14
3.1 Pérdidas primarias por fricción en tuberías. ....	14
3.2 Pérdidas secundarias por fricción en tuberías.....	15
4. MEDICIÓN DE CAUDALES Y VELOCIDADES EN CADA DUCHA:.....	18
5. CONCLUSIONES:.....	23
6. RECOMENDACIONES: .....	23
ANÁLISIS ECONÓMICO DEL HOSPITAL.....	24
1. OBJETIVOS:.....	24
2. DATOS DE PARTIDA: .....	24
3. CÁLCULO DE LA CARGA DE CONSUMO: .....	24
3.1. Demanda diaria de agua caliente en el área de hospitalización en el Hospital Allí Causai. ....	24

3.2 Temperatura del agua para confort humano.....	25
3.3 Características del agua en el sector Hospital Allí Causai. ....	25
3.4 Calor mensual requerido para calentar el agua en el área de hospitalización. ....	26
3.5 Diseño de un sistema de calentamiento de agua calefones a gas: .....	27
3.6 Diseño y cálculo del emisor: .....	27
3.7 Datos de los calefones a alimentar: .....	28
3.8 Cálculo de la capacidad de almacenamiento: .....	28
Cálculo por vaporización:.....	28
Cálculo por autonomía: .....	29
4. COSTO ANUAL ESTIMADO POR CONSUMO DE GAS: .....	30
<b>ANÁLISIS Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA EL PROBLEMA PLANTEADO .....</b>	<b>31</b>
1. OBJETIVOS:.....	31
2. SISTEMA DE CALENTAMIENTO A BASE DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA: ..	31
2.1 Generalidades. ....	31
2.2. El sistema fotovoltaico: .....	32
2.3. Funcionamiento del sistema FV: .....	32
2.4. Vida útil de un panel solar fotovoltaico .....	34
2.5. Impacto ambiental de la energía solar fotovoltaica .....	35
2.6. Radiación solar. ....	36
2.7. Variación de la insolación: .....	36
2.8. Irradiación del sol: .....	37
2.9. Día solar promedio: .....	37
2.10. Planteamiento de solución .....	39
2.11 Diseño del sistema fotovoltaico.....	39
2.12. Conclusiones.....	43
2.13. Referencias bibliográficas. ....	44
<b>3. SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE AGUA POR COLECTORES SOLARES PLANOS .....</b>	<b>45</b>
3.1. La Energía solar térmica de baja temperatura: .....	45
3.2. Calentadores solares o térmicos. ....	45
3.3. Partes de un calentador solar de agua:.....	45
3.4. Dimensionamiento de una instalación de colectores solares planos: .....	46
3.4.1. Cálculo de la energía solar disponible:.....	46
3.4.2. Cálculo de la superficie de captación y número de colectores: .....	48

3.4.4. Selección del tanque de acumulación:.....	51
3.4.5. Selección de la configuración básica del proyecto:.....	52
3.4.6. Diseño del circuito hidráulico: .....	53
Tuberías: .....	53
3.4.7. Aislamiento del circuito hidráulico: .....	56
3.5 Costo estimado de instalación de colectores planos:.....	59
4. ANEXOS .....	60



# **ANÁLISIS DE CADA UNO DE LOS COMPONENTES ACTUALES DE CALENTAMIENTO DE AGUA DEL HOSPITAL FUNDACIÓN ALLI CAUSAI.**

## **1. INTRODUCCIÓN:**

El presente estudio está dedicado al análisis de la situación actual del sistema de calentamiento de agua para el aseo de pacientes de la fundación Allí Causai. Esta iniciativa es impulsada por los directivos del hospital Allí Causai que junto con docentes autoridades y estudiantes de la Universidad Técnica de Ambato comprometidos con un desarrollo sustentable y consientes de un posible incremento de costos de combustibles tradicionales han iniciado a través de este estudio la búsqueda de alternativas de energía renovable para proveer de agua caliente en forma permanente y económica a los usuarios de este hospital.

Actualmente, el hospital cuenta con un sistema de calentamiento compuesto por tres calefones a gas, una cisterna y dos tanques elevados de reserva los cuales tratan de satisfacer la demanda de agua caliente. El calentamiento de agua se realiza en dos sectores claramente identificados: uno está destinado para la preparación de alimentos y los otros para el aseo de los pacientes.

Se incluye la identificación de los lugares donde se debe disponer de agua caliente, también se indican las características como temperaturas y las actividades a las que se va emplear el agua.

Los resultados obtenidos en este estudio serán la base para la selección del sistema más económico que asegure el calentamiento de agua. Entre las alternativas de solución encontramos el calentamiento de agua por medio de paneles solares, la utilización de energía eléctrica producida en paneles fotovoltaicos.

## **2. OBJETIVOS:**

- **General:**
  - Describir el estado actual de los equipos de calentamiento de agua del hospital fundación Alli Causai.
- **Específicos:**
  - Enlistar los equipos existentes en el hospital fundación Alli Causai.
  - Identificar las condiciones de operación de los equipos.
  - Indicar las anomalías presentes en los equipos.

## **3. MATERIALES Y EQUIPOS:**

- Cámara fotográfica.
- Termómetro
- Fichas de observación
- Encuestas

## **4. ALCANCE:**

Los equipos evaluados se limitan a la red de alimentación de agua que incluye: la cisterna, la bomba, el tanque de elevación, los calefones, los muebles consumidores y las tuberías que conectan los elementos ya mencionados.

Así también el estudio se ve limitada a las áreas construidas y que tienen instalación de agua caliente de acuerdo a los planos de construcción dotados por las autoridades del hospital.

## 5. ANÁLISIS DE CADA UNO DE LOS COMPONENTES ACTUALES DEL SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE AGUA DEL HOSPITAL ALLI CAUSAI

### 5.1 Descripción general del hospital:

- El hospital aún no cuenta con el total de la infraestructura construida, actualmente se han hecho modificaciones en su modelo original para posibilitar el funcionamiento del mismo.
- De acuerdo a los planos de construcción ningún consultorio está dotado de instalación para agua caliente.
- De acuerdo con la información proporcionada por las autoridades y con la observación realizada, las tuberías de agua caliente no presentan protección para minimizar las pérdidas de calor.



Sala de máquinas.



Espacio libre destinado a salas de hospitalización

## 5.2. Agua caliente para uso en la cocina:

- El área de la cocina dispone de una red de alimentación de agua independiente de las demás áreas; está compuesta por:
  - Una bomba de 0.55 kW que tiene una capacidad máxima de bombeo de 40 lt/min y una mínima de 10 lt/min. Se encuentra en buen estado de funcionamiento. Necesita ser empotrada al piso.
  - La tubería de descarga de la bomba es de  $\frac{3}{4}$  de pulgada en acero galvanizado.
  - Cuenta con un calefón de 22.4 kW de potencia, con una capacidad de calentamiento máxima de 26.3 lt/min una mínima de 7 lt/min. El calefón está en funcionamiento el cual utiliza cilindros de uso doméstico.
  - La cocina esta provista de 2 llaves de  $\frac{1}{2}$  pulgada; las mismas que son empleadas para labores de limpieza de utensilios.



Calefón para el área de cocina.



Bomba y vaso de expansión

### **5.3 Agua caliente para el uso de aseo de los residentes:**

- El hospital cuenta con un programa con una universidad, por lo que varios estudiantes de medicina se albergan en el hospital por varios días. El espacio de los residentes cuenta con dos duchas.
- El área de residentes se encuentra en el sector de la cocina, por lo que la demanda de agua caliente está cubierta por la red de alimentación de la cocina anteriormente mencionada.

### **5.4 Agua caliente para el uso en aseo de pacientes en hospitalización:**

- El hospital cuenta con 24 camas distribuidas en 6 salas, las cuales cuentan con una ducha cada una en la sección de hospitalización.
- El aseo de pacientes representa la actividad que mayor demanda de agua requiere.
- Se cuenta con agua caliente solo en las habitaciones cercanas al calefón, pues para las distancias mayores el agua se enfría debido a las pérdidas de calor a través de las tuberías hasta las paredes.

- Para obtener agua caliente en las duchas se debe esperar varios minutos, pues las tuberías son de 1 pulgada de diámetro las mismas que almacenan gran cantidad de agua; esto incrementa el desperdicio de agua caliente y aumenta el consumo de gas.

### **5.5 Agua caliente para el uso en el laboratorio bacteriológico:**

- El uso del agua en los laboratorios está destinado al aseo y desinfección del instrumental.
- En este lugar el agua debe estar a temperatura de ebullición (92°C) para poder desinfectar el instrumental.
- La demanda diaria de agua caliente es de 15 litros.
- Actualmente el laboratorio no cuenta con agua caliente, el agua requerida es calentada en una cocina.

### **5.6 Agua caliente para el uso en lavandería:**

El agua caliente en este sector es utilizada para el lavado de sabanas, manteles, uniformes, etc.

El uso de agua caliente en la hospitalización, laboratorio y lavandería está cubierta por una segunda red agua formada por:

- Una bomba de 0.74 kW que tiene una capacidad máxima de bombeo de 48 lt/min y una mínima de 7 lt/min. Se encuentra en buen estado de funcionamiento. Funciona con normalidad, aunque hay liqueo, no está empotrada, y existe presencia de piting en la carcasa.
- La tubería de descarga de la bomba es de  $\frac{3}{4}$  de pulgada en acero galvanizado.
- El agua utilizada es bombeada desde la cisterna y almacenada en un tanque elevado de 1200 litros de capacidad sobre la terraza del hospital. Desde donde se distribuye a la red de agua caliente y fría.
- El tanque se descarga por dos tuberías plásticas de  $\frac{3}{4}$  pulgadas de diámetro, las cuales se une en una tubería de 1  $\frac{1}{2}$  pulgadas que alimenta a la red de agua del hospital.

- Cuenta con dos calefones de 22.4 kW de potencia, con una capacidad de calentamiento máxima de 26.3 lt/min una minina de 7 lt/min. Los calefones están en funcionamiento utilizando cilindros de uso doméstico.



Cisterna de abastecimiento de agua del hospital.



Bomba de abastecimiento de agua a tanque elevado del bloque principal.



Tanque elevado



## 6. TABULACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS INSTALADOS:

EQUIPO	ACTIVIDAD	POTENCIA [KW]	CAPACIDAD Max	CAPACIDAD Min	OBSERVACIONES
<b>Cisterna</b>	Almacenamiento de agua.	N.A.	38000 lt	-----	Funciona con normalidad
<b>Bomba (ambiente)</b>	Suministro agua a los reservorios	0.75	48 lt/min	7 lt/min	Funciona con normalidad, presencia de liqueo, no está empotrada, presencia de piting en la carcasa.
<b>Bomba (cocina)</b>	Suministro de agua a la cocina y calefón 3.	0.55	40 lt/min	10 lt/min	Funciona con normalidad, no está empotrada.
<b>Calefón 1</b>	Calentamiento de agua para hospitalización.	22.4	26.3 lt/min	7 lt/min	Funciona con normalidad
<b>Calefón 2</b>	Calentamiento de agua para hospitalización.	22.4	26.3 lt/min	7 lt/min	Buen estado, sin uso
<b>Calefón 3</b>	Calentamiento de agua para cocina.	22.4	26.3 lt/min	7 lt/min	Funciona con normalidad
<b>Reservorio 1</b>	Almacenamiento de agua para bloque principal.	N.A.	1200 lt	-----	Funciona con normalidad
<b>Reservorio 2</b>	Almacenamiento de agua para bloque principal.	N.A.	800 lt	-----	Funciona con normalidad

## **7. CONCLUSIONES:**

- El hospital no cuenta con un programa de mantenimiento para los equipos instalados.
- Las áreas con mayor demanda de agua caliente son la de hospitalización para aseo de pacientes y cocina para aseo de utensilios y alimentos.
- La temperatura del agua de 90°C en el laboratorio de bacteriología no puede ser cubierta por sistema de calentamiento actual.
- Las salas de hospitalización alejadas de los calefones no disponen de agua caliente.
- El hospital cuenta con espacio disponible en las terrazas, ideal para la colocación de un sistema de calentamiento de agua por energía solar.
- El área de hospitalización y la cocina son los sectores con mayor demanda de agua por tanto el estudio se limitara al abastecimiento de agua a las áreas mencionadas; dejando fuera del proyecto al abastecimiento de agua caliente en consultorios.

## **8. RECOMENDACIONES:**

- Construir bases para fijar las bombas para reducir vibraciones que afecten el funcionamiento de estas.
- Realizar mantenimiento preventivo en las bombas, para corregir fugas de agua por los sellos de los ejes que mojan y corroen las carcasas de las bombas.
- Colocar un sistema de control de nivel de agua en la cisterna para evitar que las bombas funcionen cuando la cisterna está vacía, para prevenir que las bombas se quemem.
- Realizar mantenimiento preventivo en el calefón del área de la cocina, para descartar posibles fugas de agua y gas.
- Reemplazar los cilindros de gas de uso doméstico por cilindros industriales para evitar posibles sanciones.

# CÁLCULO DE PÉRDIDAS POR TUBERÍAS.

## 1. OBJETIVOS:

- **General:**
  - Determinar las pérdidas por fricción en tuberías.
- **Específicos:**
  - Identificar las características de las tuberías que forman el circuito de agua caliente.
  - Comparar las características del circuito de agua caliente indicado en los planos con los construidos.
  - Calcular las velocidades en cada tramo de tubería.

## 2. MATERIALES Y EQUIPOS:

- Cronometro
- Recipiente para agua (escala lt)
- Flexómetro (5m)
- Cinta métrica (30 m)
- Fichas de observación

## 3. MARCO TEÓRICO:

### 3.1 Pérdidas primarias por fricción en tuberías.

“Es aquella en la que se supone existe tubería horizontal de diámetro constante D por la que circula un fluido cualquiera cuya velocidad media en la tubería es v. la energía en el punto (sección) 2 será igual a la energía en el punto 1 menos la energía pérdida (pérdida de carga) entre los puntos 1 y 2, es decir, se cumple la ecuación de Bernoulli con pérdidas, que expresada en alturas equivalentes será la ecuación 1.

$$\frac{P_1}{\rho g} + Z_1 + \frac{v_1^2}{2g} - H_{r1-2} = \frac{P_2}{\rho g} + Z_2 + \frac{v_2^2}{2g} \text{ [Ec. 1]}$$

En el caso particular del ejemplo:

$Z_1 = Z_2$  (Tubería horizontal) y  $v_1 = v_2$  (sección transversal constante). Luego

$$\frac{P1 - P2}{\rho g} = H_{r1} - 2 = H_{rp1} - 2$$

Donde  $H_{rp1} - 2$  son las pérdidas primarias entre 1 y 2". [1]

Para el cálculo de pérdidas primarias producidas por fricción en las tuberías se realizó:

1. Dividir en tramos los diferentes lugares de requerimiento de agua caliente.
2. Medir el caudal de agua en cada uno de los puntos donde están localizadas la salida de agua caliente.
3. Los valores de diámetro y longitud de cada sección fueron tomados del plano de distribución de agua del hospital.
4. Calcular el número de Reynolds y verificar la clase de flujo que se obtiene en cada tramo.
5. Establecer la ecuación de Darcy para el cálculo de pérdidas debido a fricción.

$$h_L = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

6. Definir el factor de fricción (coeficiente de fricción).
7. Calcular la pérdida en cada tramo para posteriormente sumar con las pérdidas secundarias de cada tramo y sacar un resultado total. [1]

### 3.2 Pérdidas secundarias por fricción en tuberías.<sup>i</sup>

Son aquellas conocidas también como pérdidas menores, estas se dan a medida que los fluidos se desplazan por medio de accesorios como válvulas, cambio de sección en la trayectoria, codos, dilataciones, contracciones, etc. La energía se pierde bajo estas condiciones debido a fenómenos físicos bastante complejos. [2]

Para el cálculo de pérdidas secundarias se procede a revisar cada accesorio donde:

$$h = k \frac{v^2}{2g}$$

Dónde:

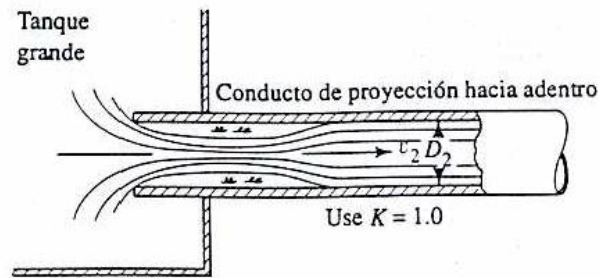
h= pérdidas en accesorios

K= coeficiente de resistencia

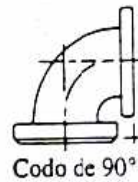
$$\frac{v^2}{2g} = \text{cabeza de velocidad}$$

El coeficiente K varía según el tipo de accesorio.

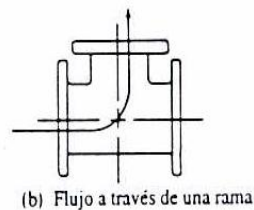
1. Salida del tanque de reservorio.



2. Codos



3. Tee



4. Válvulas

La pérdida de energía incurrida como fluido a través de una válvula o junta se calcula a partir de la ecuación

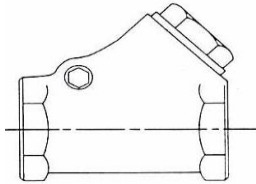
$$h_L = K(v^2/2g)$$

Para la determinación del coeficiente de resistencia K se reporta en la forma:

$$K = (L_e/D) f_T$$

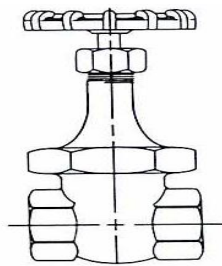
El valor de  $L_e/D$ , llamado la proporción de longitud equivalente, se reporta en la tabla y se considera que es una constante para un tipo dado de válvula o junta.

Check



Válvula globo

Válvula compuerta.



Tipo	Longitud equivalente en diámetros de conducto, $L/D$
Válvula de globo—completamente abierta	340
Válvula de ángulo—completamente abierta	150
Válvula de compuerta—completamente abierta	8
—3/4 abierta	35
—1/2 abierta	160
—1/4 abierta	900
Válvula de verificación—tipo giratorio	100
Válvula de verificación—tipo de bola	150
Válvula de mariposa—completamente abierta	45
Codo estándar de 90°	30
Codo de radio de largo de 90°	20
Codo de calle de 90°	50
Codo estándar de 45°	16
Codo de calle de 45°	26
Codo de devolución cerrada	50
Te estándar—con flujo a través de un tramo	20
Te estándar—con flujo a través de una rama	60

Fuente: Válvulas de sifón, Joliet, IL.

### 3.3 Velocidad Recomendada

“Una velocidad de flujo razonable para sistemas de distribución de fluido es de aproximadamente 3.0 m/s (alrededor de 10 pies/s). Esto se puede aplicar a agua, aceite y otros líquidos de uso común en conductos.” [2]

### 4. MEDICIÓN DE CAUDALES Y VELOCIDADES EN CADA DUCHA:

Para la medición de los caudales en las duchas se utilizó un recipiente para medir la cantidad de agua que sale de las duchas en una unidad de tiempo.

Cada medición de la realizó 4 veces y los datos obtenidos se los resume en la siguiente tabla:

<b>OBSERVACIÓN EN AMBIENTES CONSTRUIDOS</b>						
<b>Nº</b>	<b>LUGAR</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>CONSUMIDOR</b>	<b># CONSUM.</b>	<b>CAPACIDAD [lt/min]</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
21	Laboratorio	Aseo	Grifo met.	1	3.13	
22	Laboratorio – bacteriología	Aseo de instrumental	Grifo met.	1	3.11	Se requiere agua sobre la temperatura de ebullición
32	Lockers	Estancia	Ducha	2	2.8	
33	Área de enfermeros	Cocina	Grifo met.	1	4.18	
39	Recuperación	Aseo y terapias	Ducha	1 1	3.85 3.67	
41	Sala de espera	Aseo	Ducha Grifo porcl.	1 1	4.10 4.05	
44	Utilería	Aseo instrumental	Grifo met.	2	4.38	Funcionan con normalidad
45a	Hospitalización	Aseo de pacientes	Ducha Grifo porcl.	1 1	3.9 3.7	
45b	Hospitalización	Aseo de pacientes	Grifo porcl.	1	4.2	
45c	Hospitalización	Aseo de pacientes	Ducha Grifo porcl.	1 1	4.17 9	
45e	Hospitalización	Aseo de pacientes	Ducha Grifo porcl.	1 1	4.2 8.2	
46	Hospitalización	Aseo de pacientes	Ducha Grifo met. Grifo porcl.	1 1 1	1.65 4.1 7.9	Se calienta el agua al abrir dos grifos simultáneamente para satisfacer la capacidad mínima del calefón
47	Cuidado intr.	Aseo de pacientes	Ducha	1	5.14	
48	Sala de partos	Aseo	Ducha	1	3.3	Funciona con normalidad.



Para el estudio de calentamiento de agua se ha tomado en cuenta como prioridad la dotación de agua para aseo, por lo que solo se trabajara con la medición en las duchas. Con las medidas de los caudales de agua en cada punto, evaluamos el caudal promedio [Q].

Lugar	Consumidor	cantidad	capacidad instalada [lt/min]
Lockers	Ducha	2	2.8
Recuperación	Ducha	1	3.85
Hospitalización	Ducha	1	4.1
Hospitalización	Ducha	1	3.9
Hospitalización	Ducha	1	4.17
Hospitalización	Ducha	1	4.2
Hospitalización	Ducha	1	1.65
Cuidado intermedio	Ducha	1	5.14
Sala de partos	Ducha	1	3.3

**número total de duchas** **10**  
**caudal promedio**  
**[lt/min]** **3.311**

Una vez conocido el caudal promedio [Q] podemos evaluar la velocidad [V] en cada tramo de tubería en función del área [A], reemplazando en la siguiente formula:

$$V = Q/A$$

Luego procedemos al cálculo de las pérdidas con el procedimiento descrito en el marco teórico.

**CUADRO DE PÉRDIDAS DE CARGA EN TUBERÍAS DE AGUA CALIENTE DEL HOSPITAL ALLI CAUSAI**

Tramo	Gasto máximo [lt/min]	Diámetro nominal [pulgadas]	Diámetro interior [m]	Velocidad [m/seg]	Numero de Reynolds	Longitud real [m]	Factor de fricción f	Pérdida por fricción en tubería [m]	Pérdidas en accesorios [m]	Pérdidas totales
O-A	40.29	3/4	0.0204	1.027	18222.0451	2.44	0.0272	0.175	0.5565464	1.702
		1 1/2	0.0404	0.524	18402.4614	9.45	0.0272	0.089	0.2385959	
		1	0.0266	1.208	27949.603	7.8	0.0245	0.534	0.1092644	
A-B	1.65	1	0.02665	0.049	2002.81458	4	0.0473	0.001	0	0.028
		1/2	0.015545	0.145	3433.58048	7	0.0413	0.020	0.0068557	
A-C	38.64	1	0.02665	1.155	46902.276	2.6	0.0215	0.143	0	0.143
C-D	3.3	1/2	0.015545	0.290	6867.16096	3.6	0.0348	0.034	0.0230598	0.058
C-E	35.34	1	0.02665	1.056	42896.6468	22.2	0.0220	1.041	0	1.041
E-F	3.5	1/2	0.015545	0.307	7283.35253	2.8	0.0342	0.030	0.0255608	0.055
G-H	3.5	1/2	0.015545	0.307	7283.35253	2.8	0.0342	0.030	0.0255608	0.055
G-I	3.11	1/2	0.015545	0.273	6471.77896	29.6	0.0353	0.255	0.0871703	0.343
G-J	25.23	3/4	0.0204	1.287	40007.4708	13.8	0.0224	1.277	0	1.277
J-K	3.9	3/4	0.0204	0.199	6184.27015	10	0.0357	0.035	0.0040232	0.096
		1/2	0.015545	0.342	8115.73568	2.5	0.0333	0.032	0.0249114	
J-L	21.33	3/4	0.0204	1.088	33823.2006	4	0.0233	0.276	0.5626917	0.839
L-M	3.9	1/2	0.015545	0.342	8115.73568	5.2	0.0333	0.067	0.0189326	0.086
L-N	17.43	3/4	0.0204	0.889	27638.9304	11.4	0.0245	0.552	0.0592786	0.611
N-P	4	3/4	0.0204	0.204	6342.84118	7.4	0.0355	0.027	0.0045106	0.124
		1/2	0.015545	0.351	8323.83146	5.4	0.0331	0.072	0.0197903	
N-Q	5.14	1/2	0.015545	0.451	10696.1234	3.8	0.0311	0.079	0.0500774	0.129
N-R	8.29	1	0.02665	0.248	10062.626	12.6	0.0316	0.047	0.0395144	0.086
R-S	8.29	3/4	0.0204	0.423	13145.5383	2.5	0.0295	0.033	0	0.316
		1/2	0.015545	0.728	17251.1407	4.5	0.0276	0.216	0.0671177	
<b>Pérdidas totales</b>										<b>6.988</b>

Tramo	Diámetro nominal [pulgadas]	Cantidad					Longitud equivalente en diámetros de conducto Le/D					Pérdidas menores (accesorios)				
		codos	tee	check	globo	compuerta	codos	tee	check	globo	compuerta	codos	tee	check	globo	compuerta
O-A	3/4	4	1	2			30	60	100			0.17575	0.08788	0.29292		
	1 1/2	2	2	1	1	1	30	60	100	340	8	0.02280	0.04559	0.03799	0.12918	0.00304
	1	2					30					0.10926				
A-B	1															
	1/2	4				1	30				35	0.00531				0.00155
A-C	1															
C-D	1/2	2	1			1	30	60			35	0.00893	0.00893			0.00521
C-E	1															
E-F	1/2	2	1			1	30	60			35	0.00989	0.00989			0.00577
G-H	1/2	2	1			1	30	60			35	0.00989	0.00989			0.00577
G-I	1/2	3	1		1	1	30	60		340	160	0.01207	0.00805		0.04560	0.02146
G-J	3/4															
J-K	3/4	1					30					0.00402				
	1/2	3				1	30				35	0.01794				0.00698
J-L	3/4		1		1			60		340			0.08440		0.47829	
L-M	1/2	2				1	30				35	0.01196				0.00698
L-N	3/4		1					60					0.05928			
N-P	3/4		1					60					0.00451			
	1/2	2				1	30				35	0.01250				0.00729
N-Q	1/2	2	1			1	30	60			35	0.01938	0.01938			0.001131
N-R	1		1		1			60		340			0.00593		0.03359	
R-S	3/4															
	1/2	1	1				30	60				0.02237	0.04475			

## **5. CONCLUSIONES:**

- La velocidad en todos los tramos de tubería del circuito no superan la velocidad recomendada de 3 m/seg.
- El caudal promedio de la ducha es de 3.3 lt/min, el cual no acciona el calefón cuyo caudal mínimo es de 7 lt/min, por lo que es necesario abrir dos llaves extras para cumplir con el requerimiento mínimo, originando un desperdicio de agua y combustible.

## **6. RECOMENDACIONES:**

- Contactar con el responsable de la instalación de los calefones a fin de documentar los cambios hechos en el circuito de tuberías de agua.

# ANÁLISIS ECONÓMICO DEL HOSPITAL

## 1. OBJETIVOS:

- **General:**
  - Estimar el gasto mensual por calentamiento de agua con calefones.
- **Específicos:**
  - Determinar la cantidad de agua requerida para el aseo de personas.
  - Calcular la demanda energética para calentar agua para las áreas de hospitalización y cocina.

## 2. DATOS DE PARTIDA:

Las instalaciones del Hospital Allí Causa, se encuentran ubicadas en la ciudad de Ambato a 78°; 37' 11"; de longitud con relación al Meridiano de Greenwich y a 1° 13' 28" de latitud sur con relación a la Línea Equinoccial, a 2,500.067 metros sobre el nivel del mar. Su clima es templado seco, su temperatura media es de 20°C. Actualmente goza de todos los servicios básicos, como son: energía eléctrica, alcantarillado, teléfono y agua potable.

La edificación es de un piso construida en hormigón armado, dejando espacio libre en su terraza apto para la colocación de paneles solares o fotovoltaicos para la dotación de agua. El hospital se encuentra en un sector libre de edificios altos y bosques a su alrededor los cuales puedan generar sombra obstruyendo la captación de energía solar.

## 3. CÁLCULO DE LA CARGA DE CONSUMO:

### 3.1. Demanda diaria de agua caliente en el área de hospitalización en el Hospital Allí Causai.

La demanda de agua caliente que requiere cada persona en el hospital se la puede determinar reemplazando el tiempo promedio que los pacientes tardan en tomar un baño y el caudal promedio de las duchas en la siguiente ecuación:

$$V_i = C_p \times t_p$$

La masa del agua se la puede encontrar a partir del volumen:

$$m = V \cdot \rho$$

Demanda diaria de agua caliente por persona		
$t_p$	tiempo en tomar un baño [min]	18
$C_p$	caudal promedio de las duchas [lt/min]	3.33
$V_i$	consumo agua por paciente [lt/día]	60

El consumo diario total de agua caliente es de 1560 litros.

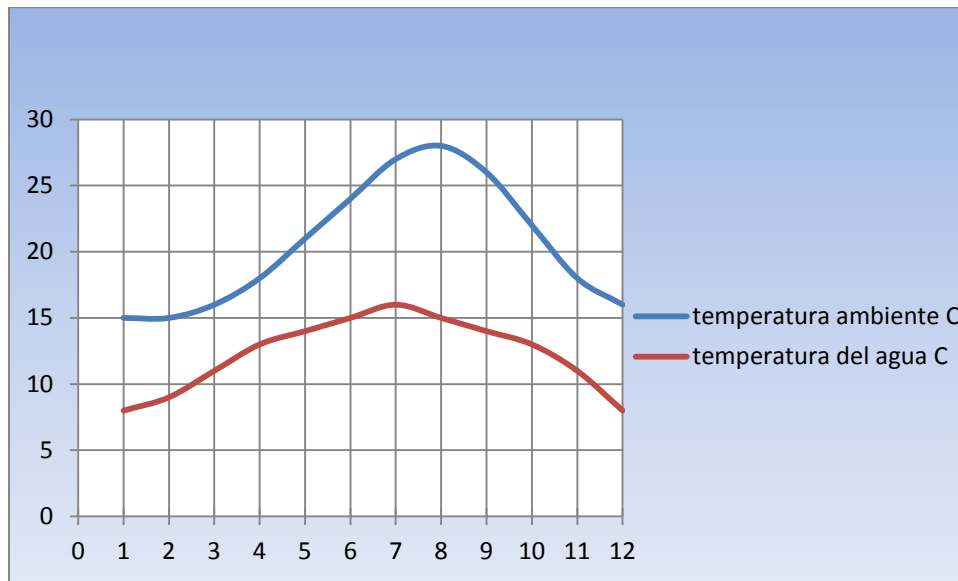
### 3.2 Temperatura del agua para confort humano.

- “La gama de temperatura de confort está comprendida aproximadamente entre 25 y 45°C.”[1]
- “El equilibrio térmico del cuerpo humano en reposo en el agua es de 33°C.”[2]
- Bañarse con agua tibia, entre 29°C a 37°C, es agradable y no causa daños a la piel. Pero el control de la temperatura del agua no es todo. También debemos evitar permanecer debajo de la ducha más de 20 minutos. [3]

*Para los cálculos posteriores tomaremos la temperatura máxima de confort [ $T_c$ ] del agua para bañarse la cual es de 45°C.*

### 3.3 Características del agua en el sector Hospital Allí Causai.

	EN E	FE B	MA R	AB R	MA Y	JU N	JU L	AG O	SE P	OC T	NO V	DI C
temperatura ambiente °C	15	15	16	18	21	24	27	28	26	22	18	16
temperatura del agua °C	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8



### 3.4 Calor mensual requerido para calentar el agua en el área de hospitalización.

Con la temperatura del agua  $[T_0]$  medida en la red de alimentación en el hospital Allí Causai con  $T_c = 45^\circ\text{C}$ , podemos leer el calor específico y densidad de las tablas de [1].

Por tanto el calor  $[\dot{Q}]$  necesario para calentar el agua puede ser estimado a partir de la siguiente ecuación:

$$\dot{Q} = N \cdot d \cdot m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

Donde  $\Delta T$  es el diferencial de temperatura del agua (temperatura máxima de confort menos temperatura del agua en la red),  $m$  la masa de agua,  $N$  número de personas y  $d$  número de días del mes.

La demanda de agua mensual así como el calor mensual requerido debe ser corregida por el % de ocupación que para hospitales se recomienda del 80% de acuerdo a ministerio de salud.

	% de ocupación	Consumo mensual $\text{m}^3$	Temperatura del agua en la red $^\circ\text{C}$	$\Delta T$ $^\circ\text{C}$	Necesidad energética mensual MJ
<b>ENE</b>	80	38.7	8	37	5989
<b>FEB</b>	80	34.9	9	36	5263
<b>MAR</b>	80	38.7	11	34	5503
<b>ABR</b>	80	37.4	13	32	5012
<b>MAY</b>	80	38.7	14	31	5017
<b>JUN</b>	80	37.4	15	30	4699

[1] [DANFOST, válvulas termostáticas para baños]

[2][Piscinas XXI. www.acmsa.es. agosto 2004]

[3][Fuente: <http://mujer.terra.es/muj/articulo/html/mu24919.htm>]

<b>JUL</b>	80	38.7	16	29	4694
<b>AGO</b>	80	38.7	15	30	4856
<b>SEP</b>	80	37.4	14	31	4856
<b>OCT</b>	80	38.7	13	32	5179
<b>NOV</b>	80	37.4	11	34	5326
<b>DIC</b>	80	38.7	8	37	5989
<b>Necesidad energética anual <math>\dot{Q}</math> [MJ]</b>					<b>62383</b>
<b>Necesidad energética anual <math>\dot{Q}</math> [kWh]</b>					<b>17329</b>

### 3.5 Diseño de un sistema de calentamiento de agua calefones a gas:

El cálculo de una instalación de GLP envasado se puede desglosar en tres partes:

- Diseño y Cálculo del Emisor
- Diseño y cálculo de la Caseta
- Diseño y Cálculo de la conducción de gas.

### 3.6 Diseño y cálculo del emisor:

Cálculo del número de envases por vaporización en función de las necesidades de energía. Cálculo simultáneo por Autonomía requerida.

- Las botellas de GLP industriales se encuentran en el exterior del área de hospitalización.
- El número de envases (N) será tal que el caudal suministrable por el Emisor sea suficiente para atender el caudal demandado por los calefones a conectar, durante el tiempo previsto, a la presión de funcionamiento y a la temperatura mínima media de la localidad.
- Se dispondrá de una autonomía suficiente mediante el número de botellas necesario. Se entiende por autonomía, el tiempo que transcurre entre dos suministros de gas consecutivos.
- En el caso de que el caudal proporcionado por una botella resultara insuficiente, habrá de acoplarse varias botellas en “batería”, para que la descarga múltiple alcance a cubrir las necesidades de la instalación. [4] CEPESA



### 3.7 Datos de los calefones a alimentar:

Los calefones se caracterizan por su potencia de 22.4 kW, además en Ecuador el GLP comercializado es principalmente propano; con lo cual podemos encontrar el caudal de GLP requerido a partir de:[1]

$$Q_i = FS \times P_s / H_s$$

Caudal de GLP consumido por los dos calefones		
FS	factor de simultaneidad	0.75
$P_s$	potencia superior del calefón [KW]	22.4
$H_s$	poder calorífico superior GLP [KWh/Kg]	13.95
$Q_i$	caudal nominal de un calefón [Kg/h]	1.20
$Q$	caudal de dos calefones [Kg/h]	2.41

### 3.8 Cálculo de la capacidad de almacenamiento:

El cálculo del número de botellas necesarias se realiza teniendo en cuenta dos aspectos: vaporización y autonomía

#### Cálculo por vaporización:

El caudal de gas que cada envase puede vaporizar en un cierto momento, depende de las condiciones existentes (la temperatura exterior mínima y de la duración de la toma). [1]

Suponiendo que en un caso extremo la mayoría de los pacientes tomen su baño en el periodo de 8:00 a 10:00 de la mañana, los calefones estarán en funcionamiento por un periodo máximo de dos horas continuas.

Con la temperatura mínima media de Ambato y el periodo de funcionamiento se puede estimar la capacidad de gasificación de una botella industrial según el NOMOgrama de la figura del anexo 3.

$$N = Q / V_v$$

Cálculo por vaporización		
$T$	temperatura mínima media de Ambato [°C]	7
$P$	periodo de funcionamiento [h]	2
$V_v$	velocidad de vaporización [Kg/h]	1.4
$N$	número de botellas necesarias	2

Se recomienda tener un número de botellas en reserva igual al número de botellas en uso; es este caso se deberá tener 4 botellas, 2 en uso + 2 en reserva.

#### **Cálculo por autonomía:**

Se toma en consideración la autonomía requerida durante los días más fríos; la autonomía es el cociente obtenido al dividir el gas almacenado por el consumo diario de la instalación:

$$A = N \times K / Q$$

Cálculo por autonomía		
$K$	capacidad de la botella [Kg]	45
$A$	autonomía [días]	37.4

*Debido a que el caudal nominal de un calefón es menor a la capacidad de vaporización se recomienda utilizar una botella de gas independiente para cada calefón.*

#### 4. COSTO ANUAL ESTIMADO POR CONSUMO DE GAS:

Debido a que los calefones no están en uso continuo durante el día, sino que se utilizan en periodos de 18 minutos que demora un paciente en tomar un baño con un tiempo de inutilización durante el tiempo en que el otro paciente ingresa a la ducha y a la falta de equipos que permitan medir con exactitud el consumo de gas del calefón y temperatura se salida del agua caliente del calefón.

La estimación del consumo de gas se la hará en forma teórica con la cantidad de calor necesaria para calentar el volumen de agua calculado anteriormente.

$$mg = \dot{Q} / (n * H_s)$$

El costo del kilogramo de gas se lo obtiene del cociente:

$$P = \$/K$$

El costo por calentar agua se obtiene del producto:

$$S = P * mg$$

Consumo anual de gas en el área de cocina y hospitalización		
<i>n</i>	eficiencia de los calefones	0.75
$\dot{Q}$	cantidad de calor anual [KWh]	24372.3
<i>mg</i>	consumo anual de gas [Kg/año]	2329.49
<i>\$</i>	costo del cilindro de gas [\$]	20.00
<i>K</i>	capacidad de la botella [Kg]	15.00
<i>P</i>	costo de cada kilogramo de gas [\$/Kg]	1.33
<i>S</i>	costo anual por calentar agua [\$]	3105.99

# **ANÁLISIS Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA EL PROBLEMA PLANTEADO**

## **1. OBJETIVOS:**

- **General:**
  - Plantear una alternativa de solución para el calentamiento de agua en el hospital fundación Alli Causai.
- **Específicos:**
  - Estudiar las diferentes alternativas de solución.
  - Identificar los componentes de cada alternativa.
  - Dimensionar los componentes de cada sistema.
  - Seleccionar los equipos de cada alternativa estudiada.
  - Presupuestar el costo de instalación de cada sistema.

## **2. SISTEMA DE CALENTAMIENTO A BASE DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA:**

### **2.1 Generalidades.**

El fenómeno fotovoltaico fue descubierto en 1839 y las primeras celdas solares de selenio fueron desarrolladas en 1880. Sin embargo, no fue sino hasta 1950 que se desarrollaron las celdas de silicio monocristalino que actualmente dominan la industria fotovoltaica. Las primeras celdas de este tipo tenían una eficiencia de conversión de solo 1%; ya para 1954 se había logrado incrementar la eficiencia al 6% en condiciones normales de operación, mientras en el laboratorio se lograron eficiencias cercanas a 15%. Las primeras aplicaciones prácticas se hicieron en satélites artificiales. En 1958 fueron utilizadas para energizar el transmisor de respaldo del Vaguard 1, con una potencia de cinco miliwatts. Desde entonces las celdas fotovoltaicas han proporcionado energía a prácticamente todos los satélites artificiales, incluyendo el Skylab que cuenta con un sistema de generación de más de 20 celdas. Para finales de la década de los setentas las celdas fotovoltaicas comenzaban a ser utilizadas en aplicaciones terrestres como energización de

pequeñas instalaciones (varios Watts de potencia) en sistemas de telecomunicación, televisión rural, y otras.

Las celdas solares fotovoltaicas son dispositivos que convierten la luz solar directamente en electricidad, sin necesidad de equipos mecánicos. Las celdas solares están hechas de delgadas capas de material semiconductor, usualmente silicio, están unidas a contactos de metal para completar el circuito eléctrico, y encapsuladas en vidrio o plástico.

## **2.2. El sistema fotovoltaico:**

Un sistema fotovoltaico es el conjunto de dispositivos cuya función es transformar la energía solar directamente en energía eléctrica, acondicionando esta última a los requerimientos de una aplicación determinada. Consta principalmente de los siguientes elementos: 1) arreglos de módulos de celdas solares, 2) estructura y cimientos del arreglo, 3) reguladores de voltaje y otros controles, típicamente un controlador de carga de batería, un inversor de corriente cd/ca o un rectificador ca/cd, 4) baterías de almacenamiento eléctrico y recinto para ellas, 5) instrumentos, 6) cables e interruptores, 7) red eléctrica circundante y 8) cercado de seguridad, sin incluir las cargas eléctricas”.

## **2.3. Funcionamiento del sistema FV:**

El proceso de funcionamiento en un sistema es el siguiente: la luz solar incide sobre la superficie del arreglo fotovoltaico, donde es transformada en energía eléctrica de corriente directa por las celdas solares; esta energía es recogida y conducida hasta un controlador de carga, el cual tiene la función de enviar toda o parte de esta energía hasta el banco de baterías, en donde es almacenada, cuidando que no se excedan los límites de sobrecarga y sobredescarga.

La energía almacenada es utilizada para abastecer las cargas durante la noche o en días de baja insolación, o cuando el arreglo fotovoltaico es incapaz de satisfacer la demanda por sí solo. Si las cargas a alimentar son de corriente directa, esto puede hacerse directamente desde el arreglo fotovoltaico o desde la batería; si, en cambio,

las cargas son de corriente alterna, la energía proveniente del arreglo y de las baterías, limitada por el controlador, es enviada a un inversor de corriente, el cual la convierte a corriente alterna.

El sistema consta de los siguientes elementos:

- **Un generador solar**, compuesto por un conjunto de paneles fotovoltaicos, que captan la radiación luminosa procedente del sol y la transforman en corriente continua a baja tensión (12 ó 24 V).
- **Un acumulador**, que almacena la energía producida por el generador y permite disponer de corriente eléctrica fuera de las horas de luz o días nublados.
- **Un regulador de carga**, cuya misión es evitar sobrecargas o descargas excesivas al acumulador, que le produciría daños irreversibles; y asegurar que el sistema trabaje siempre en el punto de máxima eficiencia.
- **Un inversor**, que transforma la corriente continua de 12 ó 24 V almacenada en el acumulador, en corriente alterna de 110 o 220 V.



Instalación solar fotovoltaica sin inversor, a 12Vcc.

Instalación solar fotovoltaica con inversor, a 110 o 220Vca

## 2.4. Vida útil de un panel solar fotovoltaico

Teniendo en cuenta que el panel carece de partes móviles y que las células y los contactos van encapsulados en una robusta resina sintética, se consigue una muy buena fiabilidad junto con una larga vida útil, del orden de 30 años o más. Además si una de las células falla, esto no afecta al funcionamiento de las demás, y la intensidad y voltaje producidos pueden ser fácilmente ajustados añadiendo o suprimiendo células. Los paneles van protegidos en su cara exterior con vidrio templado, que permite aguantar condiciones meteorológicas muy duras tales como el hielo, la abrasión, cambios bruscos de temperatura, o los impactos producidos por el granizo.

### Mantenimiento del sistema fotovoltaico

Las instalaciones fotovoltaicas requieren un mantenimiento mínimo y sencillo, que se reduce a las siguientes operaciones:

- **Paneles:** requieren un mantenimiento nulo o muy escaso, debido a su propia configuración: no tienen partes móviles y las células y sus conexiones internas están encapsuladas en varias capas de material protector. Es conveniente hacer una inspección general 1 ó 2 veces al año: asegurarse de que las conexiones entre paneles y al regulador están bien ajustadas y libres de corrosión. En la mayoría de los casos, la acción de la lluvia elimina la necesidad de limpieza de los paneles; en caso de ser necesario, simplemente utilizar agua y algún detergente no abrasivo.

- **Regulador:** la simplicidad del equipo de regulación reduce sustancialmente el mantenimiento y hace que las averías sean muy escasas. Las operaciones que se pueden realizar son las siguientes: observación visual del estado y funcionamiento del regulador; comprobación del conexionado y cableado del equipo; observación de los valores instantáneos del voltímetro y amperímetro: dan un índice del comportamiento de la instalación.

- **Acumulador:** es el elemento de la instalación que requiere una mayor atención; de su uso correcto y buen mantenimiento dependerá en gran medida su duración. Las operaciones usuales que deben realizarse son las siguientes:

- a) Comprobación del nivel del electrolito** (cada 6 meses aproximadamente): debe mantenerse dentro del margen comprendido entre las marcas de "Máximo" y

"Mínimo". Si no existen estas marcas, el nivel correcto del electrolito es de 20 mm por encima del protector de separadores. Si se observa un nivel inferior en alguno de los elementos, se deben rellenar con agua destilada o desmineralizada. No debe rellenarse nunca con ácido sulfúrico. Al realizar esta operación debe comprobarse también el estado de los terminales de la batería; debe limpiarse de posibles depósitos de sulfato y cubrir con vaselina neutra todas las conexiones.

**b) Medida de la densidad del electrolito** (si se dispone de un densímetro): con el acumulador totalmente cargado, debe ser de 1,240 +/- 0,01 a 20 grados Celsius. Las densidades deben ser similares en todos los vasos. Diferencias importantes en un elemento es señal de posible avería.

## 2.5. Impacto ambiental de la energía solar fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica, al igual que otras energías renovables, constituye, frente a los combustibles fósiles, una fuente inagotable, contribuye al autoabastecimiento energético nacional y es menos perjudicial para el medio ambiente, evitando los efectos de su uso directo (contaminación atmosférica, residuos, etc.) y los derivados de su generación (excavaciones, minas, canteras, etc.).

Los efectos de la energía solar fotovoltaica sobre los principales factores ambientales son:

- **Clima:** la generación de energía eléctrica directamente a partir de la luz solar no requiere ningún tipo de combustión, por lo que no se produce polución térmica ni emisiones de CO<sub>2</sub> que favorezcan el efecto invernadero.
- **Geología:** Las células fotovoltaicas se fabrican con silicio, elemento obtenido de la arena, muy abundante en la Naturaleza y del que no se requieren cantidades significativas. Por lo tanto, en la fabricación de los paneles fotovoltaicos no se producen alteraciones en las características litológicas, topográficas o estructurales del terreno.
- **Suelo:** Al no producirse ni contaminantes, ni vertidos, ni movimientos de tierra, la incidencia sobre las características físico-químicas del suelo o su erosionabilidad es nula.



- **Aguas superficiales y subterráneas:** No se produce alteración de los acuíferos o de las aguas superficiales ni por consumo, ni por contaminación por residuos o vertidos.
- **Flora y fauna:** La repercusión sobre la vegetación es nula, y, al eliminarse los tendidos eléctricos, se evitan los posibles efectos perjudiciales para las aves.
- **Paisaje:** Los paneles solares tienen distintas posibilidades de integración, lo que hace que sean un elemento fácil de integrar y armonizar en diferentes tipos de estructuras, minimizando su impacto visual. Además, al tratarse de sistemas autónomos, no se altera el paisaje con postes y líneas eléctricas.
- **Ruidos:** El sistema fotovoltaico es absolutamente silencioso, lo que representa una clara ventaja frente a los generadores de motor en viviendas aisladas.
- **Medio social:** El suelo necesario para instalar un sistema fotovoltaico de dimensión media, no representa una cantidad significativa como para producir un grave impacto. Además, en gran parte de los casos, se pueden integrar en los tejados de las viviendas.

Por otra parte, la energía solar fotovoltaica representa la mejor solución para aquellos lugares a los que se quiere dotar de energía eléctrica preservando las condiciones del entorno; como es el caso por ejemplo de los Espacios Naturales Protegidos.

## **2.6. Radiación solar.**

La energía solar está constituida simplemente por la porción de luz que emite el Sol y que es interceptada por la Tierra. La intensidad de la radiación solar en el borde exterior de la atmósfera, se llama constante solar, y su valor medio es  $1353 \text{ W/m}^2$ , la cual varía en un 0,2% en un período de 30 años. La intensidad de energía real disponible en la superficie terrestre es menor que la constante solar, siendo alrededor de  $1000 \text{ W/m}^2$ , debido a la absorción y a la dispersión de la radiación que origina la interacción de los fotones con la atmósfera.

## **2.7. Variación de la insolación:**

Si la superficie colectora mantiene un ángulo de inclinación fijo, el valor de la insolación en una dada locación depende de las condiciones atmosféricas y la posición del sol respecto del horizonte. La presencia de nubes incrementa la absorción, reflexión y dispersión de la radiación solar. Las zonas desérticas, dada la carencia de nubes, tienen los mayores valores de insolación en el planeta. La posición del sol respecto a la horizontal cambia durante el día y con las estaciones. El valor de la insolación al amanecer y al atardecer, así como en el invierno, es menor que el del mediodía o el verano.

### **2.8. Irradiación del sol:**

Irradiación es el valor de la potencia luminosa. Los fabricantes de paneles fotovoltaicos (FVs) determinan la máxima potencia eléctrica de salida usando una fuente con una potencia luminosa de 1 KW/m<sup>2</sup>. Este valor, conocido con el nombre de SOL, se ha convertido en un estándar para la industria, facilitando la comparación de paneles de distintos orígenes.

Se tiene que:

### **2.9. Día solar promedio:**

El valor de la irradiación varía con la masa de aire, la que cambia constantemente desde el amanecer al anochecer. Para simplificar el cálculo de la energía eléctrica generada diariamente por un panel FV, se acostumbra a definir el día solar promedio. Este valor es el número de horas, del total de horas entre el amanecer y el anochecer, durante el cual el sol irradia con una potencia luminosa de 1 SOL. Supongamos, como ejemplo, que el promedio de insolación diaria en una locación es de 5 KWh/m<sup>2</sup>. Si este valor es dividido por un SOL, se obtiene el valor (en horas) del día solar promedio para esa locación y esa inclinación.

A continuación la fig. 1. Indica el número de horas sol promedio en América del Sur.

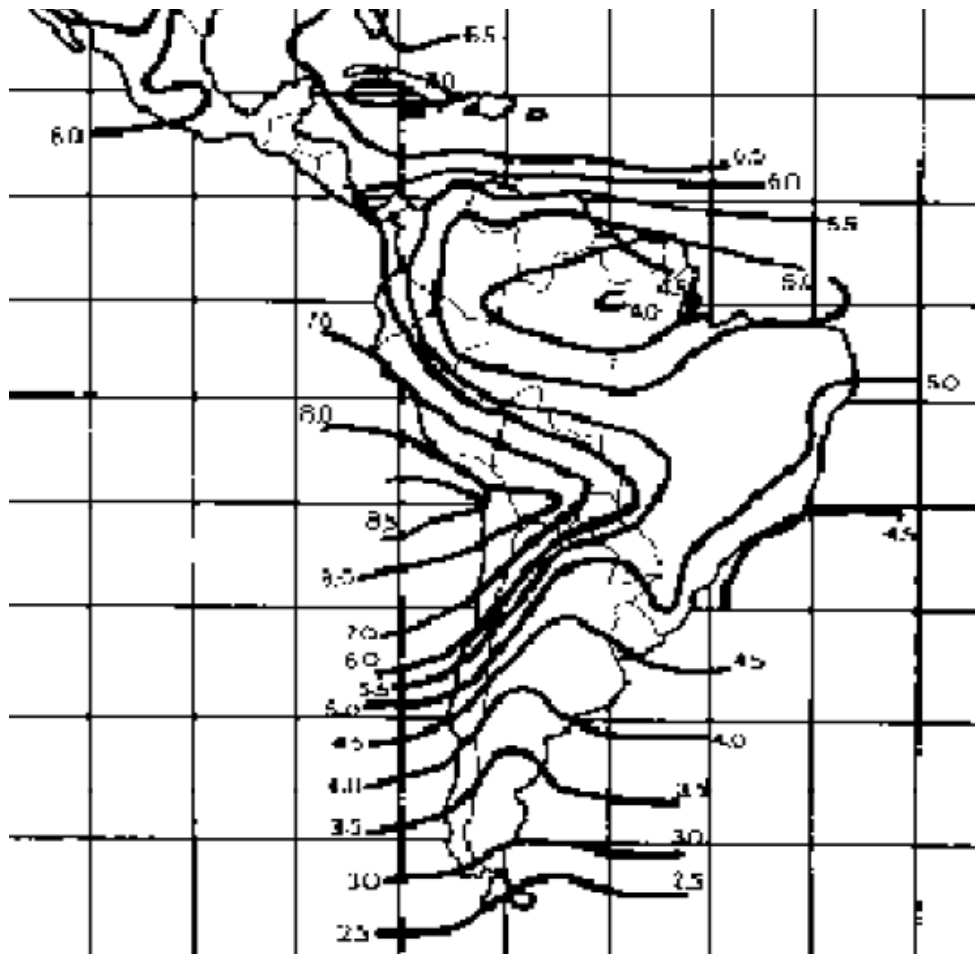


Fig. 1.- duración del día solar

Inclinación: LATITUD -15

Norte del Ecuador: primavera

Sur del Ecuador: otoño

[Fuente: <http://www.enalmex.com/docpdf/libro/ch01.pdf.pdf>]

## **2.10. Planteamiento de solución**

Con el fin de dotar a la fundación Hospital Allí Causai con servicio de calentamiento de agua en sus duchas eléctricas se hace necesario cubrir la demanda mediante sistemas de generación fotovoltaica.

Para la implementación de este sistema se hará necesario determinar las demandas de los usuarios, modelo de sostenibilidad, plan de manejo ambiental, etc.

## **2.11 Diseño del sistema fotovoltaico**

Para la implementación de SFV se hace necesario realizar un diseño de los sistemas y selección de los equipos a ser utilizados. El sistema base constara de módulos fotovoltaicos, regulador de carga, baterías, inversor.

### ***2.11.1. Consideraciones Preliminares***

Geográficamente Ecuador está situado en la zona ecuatorial, el clima es variado debido al relieve. La Sierra tiene un clima lluvioso de noviembre a abril y seco de mayo a octubre; la temperatura varía según la altitud y las horas del día (de 21 °C al mediodía a 7 °C al anochecer).

### ***2.11.2. Radiación Solar Disponible***

En la ciudad de Ambato provincia de Tungurahua se tiene una radiación solar que varía de 5.4 a 6 KWh/m<sup>2</sup> se tomara los valores de peor radiación solar con el fin de determinar las horas solar pico.

$$\begin{aligned}\#HRS &= \frac{\text{radiacion solar localidad } \left(\frac{\text{KWh}}{\text{m}^2}\right)}{1 \text{ SOL}} \\ \#HRS &= \frac{5.5 \left(\frac{\text{KWh}}{\text{m}^2}\right)}{1 \text{ SOL}} \\ \#HRS &= 5.5 \text{ horas}\end{aligned}$$

### 2.11.3. Perfil de consumo.

En la siguiente tabla se da a conocer la energía consumida por las duchas eléctricas que dotaran de agua caliente a la fundación Hospital Allí Causai.

#### Calculo de la energía consumida por las duchas eléctricas.

Cantidad	Equipo	Potencia [W]	Potencia[W] subtotal	Horas/día de uso	Energía [Wh/día]
<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D=(A*C)</b>	<b>E</b>	<b>F=(D*E)</b>
<b>8</b>	Duchas eléctricas	3500	28000	18*4/60	33600

### 2.11.4. Calculo de paneles

Para determinar el número de módulos fotovoltaicos hacemos uso de la siguiente fórmula:

$$\# = \frac{\text{Energía necesaria } \left(\frac{\text{Wh}}{\text{día}}\right)}{\text{Potencia pico panel} * \text{HRS}}$$

Dónde:

Consumo diario promedio: 33600 Wh/día

Un panel con una potencia pico de 100 W

$$\# = \frac{33600 \left(\frac{\text{Wh}}{\text{día}}\right)}{100\text{W} * 5.6}$$

$$\# = 60 \text{ paneles}$$

### 2.11.5 Capacidad de batería

La batería actúa como un almacenador de energía y su capacidad está determinada por el consumo diario y el nivel de autonomía que se desee tener.

$$\text{Cap} = \frac{\text{Energía necesaria } \left(\frac{\text{Wh}}{\text{día}}\right) * \text{Días de autonomía}}{\text{V} * \text{Profundidad de descarga}}$$

Donde V (V) es la tensión nominal del acumulador, 12 v.

La profundidad de descarga de una batería depende de qué tipo se emplee:

0,6-0,9 Baterías de alto volumen de electrolito.

0,4-0,5 Baterías tipo monobloque.

0,2-0,3 Baterías de arranque (automóviles).

**Días de autonomía.** Serán los días que la instalación deba operar bajo una irradiación mínima (días nublados continuos), en los cuales se va a consumir más energía de la que el sistema fotovoltaico va ser capaz de generar.

$$Cap = \frac{33600 \left( \frac{Wh}{\text{día}} \right) * 2}{12V * 0.8}$$

$$Cap = 7000 \text{ Ah}$$

Esta capacidad se divide para la capacidad de una batería para obtener el número de baterías.

$$\#bat = \frac{7000 \text{ Ah}}{3765 \text{ Ah}}$$

$$\#bat = 2$$

### **2.11.6. Regulador de Carga**

El regulador de carga se determina por la intensidad máxima que puede regular y controlar así como por el nivel de tensión a la cual trabaja.

$$I_{max} = I_{max} \text{ por panel} * \text{numero de paneles}$$

$$I_{max} = 6.14A * 60 \text{ paneles}$$

$$I_{max} = 368.4 \text{ A}$$

Se selecciona de catálogo Regulador morningstar Triestar 60A 12V

Para el número de reguladores dividimos la intensidad máxima para la intensidad del regulador encontrado en catálogo.

$$\#regul = \frac{368.4 A}{60A}$$
$$\#regul = 6$$

### **2.11.7. Cálculo de inversor**

La potencia del inversor es la suma de las potencias nominales de los equipos consumidores afectada por el coeficiente de simultaneidad entre 0,75 y 0,5.

$$Pacu * 0.75 < P inversor > Pacu * 0.5$$
$$28000 * 0.75 < P inversor > 28000 * 0.5$$
$$21000W < P inversor > 14000W$$

Donde Pacu-Potencia acumulada de los artefactos

P inversor = 16000W

Seleccionamos un Inversor Exmork 1 KVA.

### **2.11.8. Selección de conductores**

La caída de tensión máxima debe ser de 3% en el trayecto panel – acumulador - convertidor y de 5 % para las líneas de consumo. Con el fin garantizar los niveles de tensión adecuados se debe emplear cables destinados a este tipo de instalaciones.

Los conductores empleados deben tener un nivel de protección y aislamiento adecuados para funcionar a la intemperie y son proclives a ataques de animales, todo esto bajo la premisa de una vida útil de 25-30 años

### **2.11.9. Montaje de equipos y accesorios**

El panel solar debe estar totalmente libre de sombras a lo largo de todo el año. No debe existir vegetación próxima que pueda producir sombras sobre el módulo fotovoltaico.

El módulo fotovoltaico irá montado en una estructura de aluminio, inclinado 10° respecto del hacia el norte, con dirección a la línea equinoccial.

El sistema fotovoltaico tendrá una conexión a tierra que una el panel fotovoltaico, los equipos electrónicos con una varilla de que se instalará en la superficie del piso del hospital.

### **2.11.10. Costos de equipos y accesorios**

Equipo	Cantidad	Modelo	Costo unitario[\$]	Costo total
<b>Panel solar fotovoltaico</b>	56	100W	400	22400
<b>Baterías</b>	2	IsofotonOPzS 3765Ah	1366.22	2732.44
<b>Regulador</b>	6	Triestar Ts-60	360	2160
<b>Inversor</b>	1	Exmork 1KVA	450	450
<b>Duchas eléctricas</b>	5	Thermoplastic CD-2020	15	75
<b>Accesorios de instalación.</b>			250	250
<b>Estructura de aluminio.</b>			105	6300
			<b>TOTAL</b>	<b>34367.44</b>

### **2.12. Conclusiones.**

**2.12.1.** La localización del hospital influye tremendamente en el costo de la solución, marca la diferencia entre hacerla competitiva o no respecto a la conexión a la red eléctrica, por lo tanto vemos que en nuestro país es más utilizada esta tecnología en proyectos en la zona rural.

**2.12.2.** Para el caso de determinar la energía eléctrica que se necesita, nos valimos del consumo por cada una de las duchas eléctricas que requiere el hospital para hacer nuestros cálculos, el cual encontramos que es de 33.6 Kwh/ día.

**2.12.3.** Al realizar este trabajo nos pudimos percatar de la gran dificultad de obtener datos de radiación solar, este fue el primer inconveniente. Para que se pueda fomentar



y facilitar la utilización de la energía solar, se debe contar con esta información, es así, que se debe procurar contar con una gran cantidad de esta información.

**2.12.4.** Una herramienta que existe en contraposición al hecho de que no hay actualmente una facilidad de acceso a la información del potencial solar en distintas localidades, es el hecho de que instituciones extranjeras cuentan con aproximaciones y estimaciones que pueden ayudar a obtener valores de energía cercanos a los reales, lo que facilita y motiva el uso de estas tecnologías.

**2.12.5.** El costo del sistema solar depende mucho de la cantidad de energía que se deba entregar, ya que al aumentar la carga eléctrica, se deben incluir artefactos que elevan en gran medida el costo del sistema, como son las baterías, mayor número de paneles y en el caso de utilizar corriente alterna, los inversores, etc.

**2.12.6.** Finalmente, la energía solar están teniendo cada día ventajas más grandes en cuanto a su utilización, nacidas del avance en la tecnología, su continuo abaratamiento, y la necesidad de cuidar el ambiente. Razón por la cual se puede pensar en estas energías como herramientas para la solución energética.

### **2.13. Referencias bibliográficas.**

- [www.Oksolar.com](http://www.Oksolar.com)
- [Monografias.com](http://Monografias.com)
- Soluciones energéticas SA.
- AENOR empresa registrada. Distribución de material de energía fotovoltaica.
- <http://www.enalmex.com/docpdf/libro/ch01.pdf> **Morona**
- L. A. Panjón. Unidad de Energías Renovables (UER), CENTROSUR
- CodeSolar compañía Ltda. Isofoton ecuador Sudamérica.
- Catálogo Provientos.

### **3. SISTEMA DE CALENTAMIENTO DE AGUA POR COLECTORES SOLARES PLANOS**

El aprovechamiento de la radiación solar para la finalidad indicada da lugar a dos procedimientos, clasificados como pasivo y activo.

Para nuestro caso haremos referencia al procedimiento activo que corresponde a la instalación de elementos materiales para la captación y acumulación de radiación solar para aplicaciones como la obtención de agua caliente sanitaria (ACS).

#### **3.1. La Energía solar térmica de baja temperatura:**

Corresponde a las instalaciones cuyo fluido no alcanza una temperatura superior a 90°C. estas instalaciones están compuestas por un colector solar como elemento activo de elevación de temperatura del líquido que transita por él, y por un medio de almacenamiento del líquido calentado. Suele incorporarse sistemas de apoyo para momentos en los que la energía térmica requerida sea mayor a la suministrada por el colector.

#### **3.2. Calentadores solares o térmicos.**

Existen dos tipos de colectores de energía solar: el colector plano (flat-plate) y el colector de tubos al vacío. [1]

- *El colector plano (flat-plate).*- es una caja aislada impermeable que contiene una lámina de absorción oscura debajo de una o varias cubiertas traslúcidas. El agua es calentada conforme va pasando a través de la tubería localizada debajo o sobre de la lámina de absorción.
- *Los colectores de tubos de vidrio al vacío:* están hechos en líneas paralelas. Cada uno consiste de un tubo exterior y uno interior o tubo de absorción; este está cubierto con una capa especial que absorbe la energía solar e inhibe la pérdida de calor radiante.

#### **3.3. Partes de un calentador solar de agua:**

Consta de dos partes fundamentales:

- *El colector.-* Encargado de captar la energía del sol y transformarlo en calor. El colector es una caja generalmente metálica que a su vez consta de:
  - *Absorbedor.-* Elemento encargado de transformar la radiación solar en calor. Se trata de una superficie de color negro de diferentes características según el tipo de colector.
  - *Cubierta:* Elemento transparente encargado de provocar el efecto invernadero dentro de la caja para aumentar la temperatura.
- *Estructura metálica.-* Dota a los colectores de una inclinación para lograr que la captación sea óptima.
- *Acumulador o tanque.-* Depósito donde se almacena el agua caliente para su consumo. Para evitar pérdidas de calor durante la noche el tanque acumulador se halla termo-sellado con materiales aislantes apropiados.

El acumulador y el colector, y están unidos entre sí por tuberías, para que exista una circulación de agua por todo el sistema. [1]

### **3.4. Dimensionamiento de una instalación de colectores solares planos:**

#### **3.4.1. Cálculo de la energía solar disponible:**

Con ayuda del programa de dimensionamiento CENSOL 4.0 se ha observado que la máxima capacidad de absorción del panel es cuando este está en posición plana, teniendo 1661 kWh de energía total anual.

El cálculo de la superficie colectora total se realiza de manera que la aportación solar en el período en que la instalación está activa sea igual a la del consumo. Para obtener el número de colectores debe coincidir el consumo anual con la aportación solar.

Para empezar el cálculo se debe establecer la energía aprovechable partir de la irradiación (H) en [MJ/m<sup>2</sup>).

Este valor debe ser corregido por 0.94 que es un coeficiente que corrige el efecto de variación del ángulo de incidencia de la luz solar a lo largo del día, y también tiene en cuenta el envejecimiento de la cubierta y la suciedad que la cubre.

De esta manera se tiene que:  $E=0.94*H$

[1] [http://uverismo.tripod.com/calentador\\_solar.html](http://uverismo.tripod.com/calentador_solar.html)

Donde  $H$  energía sobre la superficie horizontal.

$E$  energía neta sobre la superficie horizontal corregida

También podemos estimar la intensidad meta incidente:

$$I = E / (3.6 * t)$$

Donde  $I$  intensidad neta incidente en  $[W/m^2]$

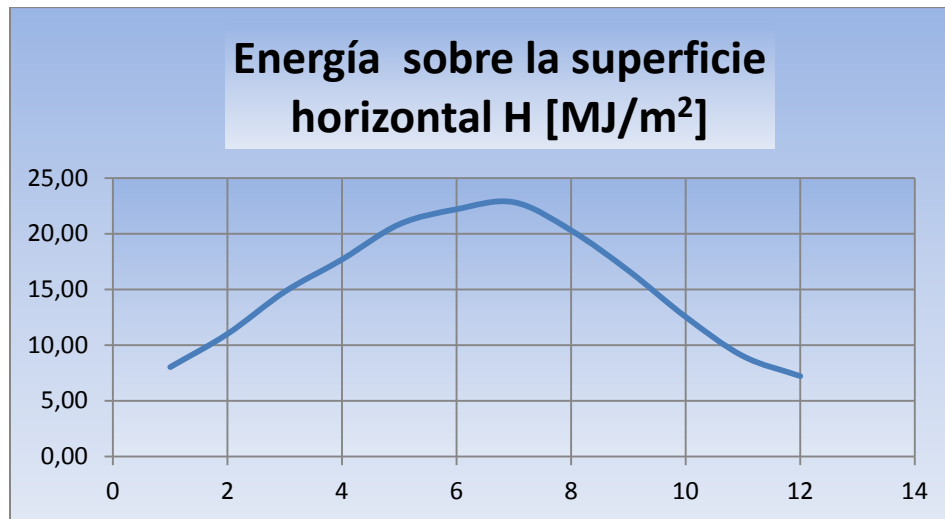
3.6 es el factor de transformación de MJ a kW

$t$  es el número de horas sol útiles al día.

En la tabla se muestra la energía promedio diaria para cada mes:

	<b>Energía sobre la superficie horizontal H [MJ/m<sup>2</sup>]</b>	<b>Energía neta incidente E [MJ/m<sup>2</sup>]</b>	<b>Número de horas sol útiles t</b>	<b>Intensidad neta incidente I [W/m<sup>2</sup>]</b>
<b>ENE</b>	8.9	8.03	8.75	255
<b>FEB</b>	12.2	11.01	9.25	331
<b>MAR</b>	16.4	14.80	9.50	433
<b>ABR</b>	19.6	17.69	9.25	531
<b>MAY</b>	23.1	20.85	8.75	662
<b>JUN</b>	24.6	22.20	8.50	725
<b>JUL</b>	25.3	22.83	8.75	725
<b>AGO</b>	22.5	20.30	9.75	578
<b>SEP</b>	18.5	16.69	9.50	488
<b>OCT</b>	13.9	12.54	9.25	377
<b>NOV</b>	10.0	9.02	8.75	286
<b>DIC</b>	8.0	7.22	8.50	236

[1] [Estudio, desarrollo y construcción de un calentador solar para uso residencial ]. Gonzalo Carrillo Baeza]



### 3.4.2. Cálculo de la superficie de captación y número de colectores:

Si multiplicamos E por la eficiencia del captador ( $n_{capt}$ ) se puede obtener el aporte energético por cada metro cuadrado de captador ( $E_{capt}$ ).

$$E_{capt} = E * n_{capt}$$

El rendimiento del captador es igual a:

$$n_{capt} = 78 - 480 (T - T_a) / I$$

Donde T es la temperatura de uso y  $T_a$  es la temperatura ambiente.

Se debe considerar que solo una parte de la energía absorbida por el captador resulta aprovechada en forma de agua caliente sanitaria (ACS). El resto se pierde a través del acumulador, de tuberías, etc. Se ha comprobado empíricamente que estas pérdidas tienen un valor comprendido entre el 10 al 15% de la energía total obtenida en el captador. Aplicando este factor ( $C_{perd}$ ) se tiene que la energía diaria aprovechada por el sistema es:

$$E_{sist} = E_{capt} * C_{perd}$$

El coeficiente de pérdidas se toma en un valor comprendido entre 0.85 y 0.90.

Por último se puede decir que la superficie de captación ( $S_{capt}$ ) que cubrirá la demanda es:

$$S_{capt} = \dot{Q} / E_{sist}$$

	Eficiencia del captador $n_{capt}$	Energía por m <sup>2</sup> de captador	Energía diaria disponible en el sistema [MJ/m <sup>2</sup> ]	Energía mensual disponible en el sistema [MJ/m <sup>2</sup> ]
ENE	21.5	1.73	1.47	45
FEB	34.5	3.80	3.23	90
MAR	45.9	6.79	5.77	179
ABR	53.6	9.48	8.06	242
MAY	60.6	12.64	10.74	333
JUN	64.1	14.23	12.10	363
JUL	66.1	15.09	12.83	398
AGO	64.6	13.11	11.15	346
SEP	59.3	9.90	8.41	252
OCT	48.7	6.11	5.19	161
NOV	32.8	2.96	2.51	75
DIC	19.0	1.37	1.17	36
<b>Energía anual disponible MJ/m<sup>2</sup></b>				<b>2520</b>
<b>Necesidad energética anual <math>\dot{Q}</math> [MJ]</b>				<b>62383</b>
<b>Superficie de captación m<sup>2</sup></b>				<b>24.76</b>

Para el proyecto se ha decidido trabajar con colectores *marca DSPSolar modelo DSP S2* cuyas principales características son:

Área captadora	2 m <sup>2</sup>
Vidrio	templado de baja emisividad
Rendimiento máximo	74.80 %
Garantía	10 años

Con los datos anteriores podemos calcular el número de colectores (N):

$$N = S_{capt} / S_{captador}$$

$$N = 24.76 / 2 = 12.38$$

La instalación estará formada por 12 captadores de la marca DSPSolar modelo DSP S2.0 con un área total de captación de 24 m<sup>2</sup>

### 3.4.3. Aportación de energía solar:

La energía neta total mensual se la obtiene multiplicando el área total de los colectores por la energía mensual disponible en el sistema.

$$E_{\text{neta}} = E_{\text{sist}} * 24m^2$$

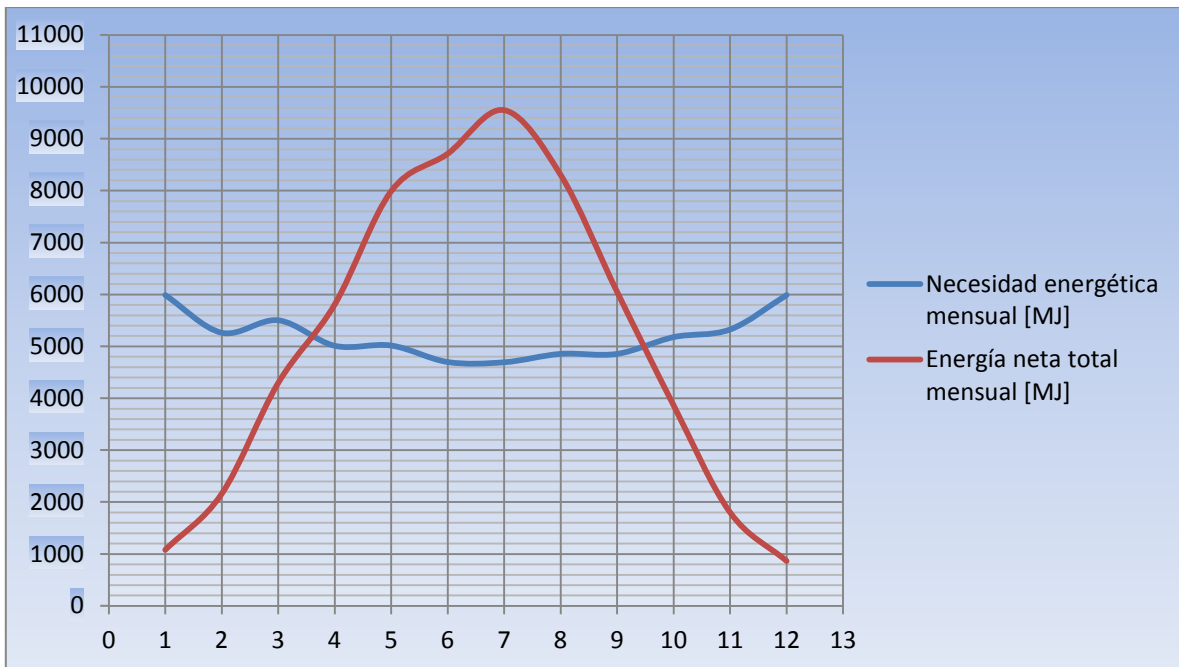
El porcentaje de sustitución del requerimiento energético por energía solar se la obtiene del cociente entre la necesidad energética mensual y la energía neta total mensual multiplicado por 100.

$$\%sustitucion = 100 * \dot{Q}_{\text{mensual}} / E_{\text{neta}}$$

El déficit energético es igual a:

$$Déficit = \dot{Q}_{\text{mensual}} - E_{\text{neta}}$$

	Necesidad energética mensual [MJ]	Energía neta total mensual en el sistema [MJ]	% de sustitución o ahorro energético	Déficit de energía [MJ]	% de energía auxiliar
<b>ENE</b>	5989	1080	18.03	4909.00	81.97
<b>FEB</b>	5263	2160	41.04	3103.00	58.96
<b>MAR</b>	5503	4296	78.07	1207.00	21.93
<b>ABR</b>	5012	5808	100.00	0.00	0.00
<b>MAY</b>	5017	7992	100.00	0.00	0.00
<b>JUN</b>	4699	8712	100.00	0.00	0.00
<b>JUL</b>	4694	9552	100.00	0.00	0.00
<b>AGO</b>	4856	8304	100.00	0.00	0.00
<b>SEP</b>	4856	6048	100.00	0.00	0.00
<b>OCT</b>	5179	3864	74.61	1315.00	25.39
<b>NOV</b>	5326	1800	33.80	3526.00	66.20
<b>DIC</b>	5989	864	14.43	5125.00	85.57



La gráfica muestra que el sistema de calentamiento solar de agua requerirá de energía solar durante el primer y último trimestre del año.

#### 3.4.4. Selección del tanque de acumulación:

A partir de la superficie captadora que va a tener la instalación, puede elegirse el volumen óptimo de acumulación. Para una aplicación de ACS, el área total de los captadores (A) tendrá un valor tal que se cumpla la condición:

$$50 < V/A < 180$$

Para nuestro proyecto nos imponemos que:

$$V = 75 \cdot A \text{ [lt]}$$

$$V = 75 \cdot 24 = 1800 \text{ lt}$$

El volumen del acumulador calculado de 1800 lt es mayor a la demanda diaria de 1560 lt por lo que se acepta el valor.

Para nuestro fin y por ahorro económico seleccionamos dos acumuladores de 1000 lt de la marca DSPSolar, teniendo un total de acumulación de 2000 lt. Los mismos que funcionaran bajo el principio de termosifón



#### **3.4.5. Selección de la configuración básica del proyecto:**

- El sistema de calentamiento de agua será de circulación forzada para asegurar que el fluido colector circule por todos los paneles conectados en paralelo, para lo cual se utilizara un electrociculator.
- Es aconsejado que para calentamiento de agua de uso sanitario se use un sistema de intercambiador de calor indirecto. Sin embargo, debido a que en la ciudad de Ambato no tenemos temperaturas bajo cero se usará agua como fluido caloportador sin correr el riesgo de que este se congele dentro de los paneles colectores.
- El sistema de calentamiento posee tres acumuladores, cuyas salidas de agua caliente estarán unidas a un punto común que será la entrada de agua de alimentación de los calefones conectados en serie. Por cuanto si el aporte solar es suficiente el agua caliente de los acumuladores solares pasara directamente al consumo sin que los calefones se enciendan. En caso de aporte solar insuficiente, el agua precalentada del acumulador solar pasará por los calefones que se encenderán para aportar la energía necesaria para lograr la temperatura necesaria.
- Los colectores se instalaran en una posición totalmente horizontal. Con una orientación norte-sur.

### 3.4.6. Diseño del circuito hidráulico:

#### Tuberías:

El material de las tuberías en el circuito es de cobre. Para calcular el diámetro de las tuberías emplearemos la siguiente ecuación:

$$D = j * C^{0.35}$$

Dónde: D=diámetro en centímetros, C=caudal en m<sup>3</sup>/h, J=2.2 para tuberías metálicas.

El caudal al que trabaja la instalación es igual al caudal recomendado para cada colector por el número de colectores.

$$80 [lt/h] * 12 colectores = 960 lt/h = 0.96 m^3/h$$

Por tanto:

$$D = 2.2 * 0.96^{0.35} = 2.17 \text{ cm} = 21.7 \text{ mm}$$

Por lo tanto seleccionamos una tubería con tamaño nominal de 1 pulgada con diámetro interior de 25.27 mm.

A continuación se ha de comprobar que con el diámetro escogido cumplen las siguientes condiciones:

La pérdida de carga por metro lineal de tubo no supere los 40 mm/cda

La velocidad de circulación del líquido ha de ser inferior a 1,5 m/s

Para calcular la pérdida de carga por metro lineal utilizamos la ecuación de Darcy: [1]

$$h_L = f * L * v^2 / (D * 2g)$$

Dónde:  $h_L$  pérdida de carga por fricción;  $f$  factor de fricción

$L$  longitud de tubería;  $v^2$  velocidad del fluido

$D$  diámetro interno de la tubería;  $g$  gravedad

El factor  $f$  está dado por:

[1] MATAIX Claudio. Mecánica de fluidos ecu 11.7. Segunda edición]

$$f=64*u / (v*D*\rho)$$

Dónde:  $u$  es la viscosidad dinámica del agua a 45°C.

$\rho$  la densidad del agua a 45°C.

<b>pérdida de carga</b>	
caudal [m <sup>3</sup> /h]	0.96
caudal [m <sup>3</sup> /seg]	0.000266667
diámetro [mm]	25.27
diámetro [m]	0.02527
longitud [m]	20
<b>velocidad [m/seg]</b>	<b>0.53</b>
$u$ [N/seg*m <sup>2</sup> ]	0.000594
$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	990
$f$	0.002857976
<b>h [mmcda]</b>	<b>32.59</b>

Por tanto se cumplen las condiciones:

$$Velocidad = 0.53 \text{ m/seg} < 1.5 \text{ m/seg}$$

$$Perdida \text{ de carga} = 32.59 \text{ mmcda} < 40 \text{ mmcda}$$

También se debe evaluar que las pérdidas en accesorios cumplan con la siguiente condición: La pérdida de carga total del circuito no ha de superar los 7 mcd.

Las pérdidas en accesorios se pueden evaluar con la ecuación anterior:

$$h_L = f * L * v^2 / (D * 2g)$$

Dónde:  $L = L_e$  = es la suma de las longitudes equivalentes+ longitud de la tubería.

<b>Longitud equivalente en metros</b>			
<b>Accesorio</b>	<b>Longitud equivalente</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total</b>
Derivación en T	1.9	8	15.2
Codos 90	0.8	12	9.6
Válvula antiretorno	0.8	7	5.6
Entrada del acumulador	1.5	3	4.5
Salida del acumulador	1	3	3
Llave de globo	9	3	27
Longitud de la tubería	20	1	20
			84.9

<b>Pérdidas totales en el circuito</b>	
Caudal [m <sup>3</sup> /seg]	0.000266667
Diámetro [m]	0.02527
Longitud equivalente [m]	84.9
Velocidad [m/seg]	0.53
$u$ [N/seg*m <sup>2</sup> ]	0.000594
$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	990
$F$	0.002857976
<b>h [mmcda]</b>	138.35

Las pérdidas totales en el circuito son de 138 mmcda < 7mcda por lo que se acepta el diámetro de la tubería.

Es necesario disponer de un sistema de purga para la batería de colectores. El volumen útil del botellín de desaireación será de 15 cm<sup>3</sup> por cada m<sup>2</sup> de colector.

$$15 * 24 = 360 \text{ cm}^3$$

### 3.4.7. Aislamiento del circuito hidráulico:

El aislamiento térmico de tuberías y otros elementos del circuito primario se realizarán con espuma elastomérica.

- Temperatura límite = 105°C
- No vulnerable a la corrosión.
- Comportamiento ante el fuego: autoextinguible.
- Muy resistente al agua
- Peso específico = 60 kg/m<sup>3</sup>
- Coeficiente de conductividad = 0.035 W/m°K a los 20°C

Para determinar el espesor del aislante primero es necesario determinar el coeficiente de transferencia de calor por convección natural el mismo que se lo evalúa por: [1]



$$T_f = (T_s - T_a)/2$$

$$\rho = P/(R \cdot T_f)$$

$$Re = \rho \cdot V_a \cdot d_3 / \mu$$

$$h \cdot d_3 / k_f = 0.0266 \cdot (Re)^{0.805} (Pr)^{1/3}$$

El espesor del aislante se lo puede evaluar por prueba y error imponiendo el espesor hasta tener una temperatura de superficie cercana a la deseada de 7°C; igualando la ecuación de transferencia de calor entre la pared interna de la tubería y el ambiente con ecuación entre la pared exterior del aislante y el ambiente, de donde se tiene que:

$$T_s = \frac{(T_i - T_a)}{hr_3 \left( \frac{\ln(r_2/r_1)}{k_{cu}} + \frac{\ln(r_3/r_2)}{k_a} + \frac{1}{hr_3} \right)}$$

<b>Espesor del aislante</b>		
$T_a$	Temperatura del ambiente [°C]	7
$T_s$	Temperatura de superficie [°C]	8
$T_f$	Temperatura de película [°K]	280.5
$P$	Presión atmosférica [Pa]	75630
$\rho$	Densidad del aire [kg/m <sup>3</sup> ]	0.939
$d_3$	Diámetro exterior aislante	0.08858
$u$	Viscosidad dinámica [kg/m*seg]	0.00001713
$V$	Velocidad del viento [m/seg]	20
$Re$	Número de Reynolds	97160.03145
$K_a$	Conductividad del aire [W/m°C]	0.0241
$Pr$	Número de Prant	0.71
$h$	Coefficiente de convección	66.82
$K_{ais}$	Conductividad del aislante [W/m°C]	0.035
$T_i$	temperatura del agua [°C]	45
$K_{cu}$	Conductividad de la tubería [W/m°C]	401
$r_1$	Radio interno de la tubería [m]	0.012635
$r_2$	Radio externo de la tubería [m]	0.01429
$e$	Espesor del aislante [m]	0.03
$r_3$	Radio exterior del aislante [m]	0.04429
$T_s$	<b>Temperatura de superficie calculada [°C]</b>	<b>7.39</b>

El espesor del aislante a utilizar será de 3 centímetros.

### 3.4.8 Calentamiento de agua para la cocina:

Para la configuración del equipo para calentamiento de agua en la cocina se realizó un cálculo similar al descrito anteriormente. Para el cálculo se consideró que en promedio se requiere 10 litros diarios por persona a 50 °C para actividades en la cocina. Los datos finales se resumen a continuación:

<b>Características básicas de la instalación en la cocina.</b>	
número de pacientes hospitalizados	24
médicos y empleados	31
lt/día*persona	10
demanda anual MJ	25356
energía [MJ]/año*m <sup>2</sup>	2396
aportación solar	66.00%
déficit energético [MJ]	8631
superficie colectora m <sup>2</sup>	10
<b>número de colectores</b>	<b>5</b>
<b>volumen de acumulación lt</b>	<b>750</b>

### 3.5 Costo estimado de instalación de colectores planos:

<b>Costo estimado instalación para el área de hospitalización</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Equipo</b>	<b>Modelo</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
2	Acumuladores	DSPSolar [1000 litros]	2515.00	5030.00
12	Colectores planos	DSP S2.0	847.70	10172.40
12	Kit de anclaje	DSPSolar tornillos perforantes	79.47	953.64
12	Kit de montaje	DSPSolar montaje de baterías	151.00	1812.00
10	tubería cobre	1 pulgada	15.00	150.00
1	Aislante		300.00	300.00
2	Soportes colectores		80.00	160.00
			<b>total</b>	<b>18578.04</b>
<b>Costo estimado instalación para el área de cocina</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Equipo</b>	<b>Modelo</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
2	Acumuladores	DSPSolar [1000 litros]	2120.00	4240.00
5	Colectores planos	DSP S2.0	847.70	4238.50
5	Kit de anclaje	DSPSolar tornillos perforantes	79.47	397.35
5	Kit de montaje	DSPSolar montaje de baterías	151.00	755.00
10	Tubería cobre	1 pulgada	15.00	150.00
1	Aislante		300.00	30.00
1	Soportes colectores		80.00	80.00
			<b>total</b>	<b>10160.85</b>



## **4. ANEXOS**

## CERTIFICADO

El suscrito Ing. María Belén Ruales, Docente Coordinador - Proponente en debida y legal forma CERTIFICA que:

El equipo de Estudiantes conformado por los señores Darwin López y Álvaro Morejón de la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Mecánica, desarrollaron en su totalidad y de manera participativa las actividades de Cálculo, Diseño y Selección de Equipos del proyecto de Servicio Comunitario para Vinculación con la Sociedad "ESTUDIO DE UTILIZACIÓN DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA PARA ASEGURAR EL CONSUMO DE AGUA, EN EL HOSPITAL FUNDACIÓN ALLI CAUSAI"; resultados de las mismas que han sido revisadas y aprobadas por mi persona.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad, autorizando a la Universidad Técnica de Ambato, para que dé al presente el uso que a bien tuviera.

Ambato, 08 de Diciembre de 2011.

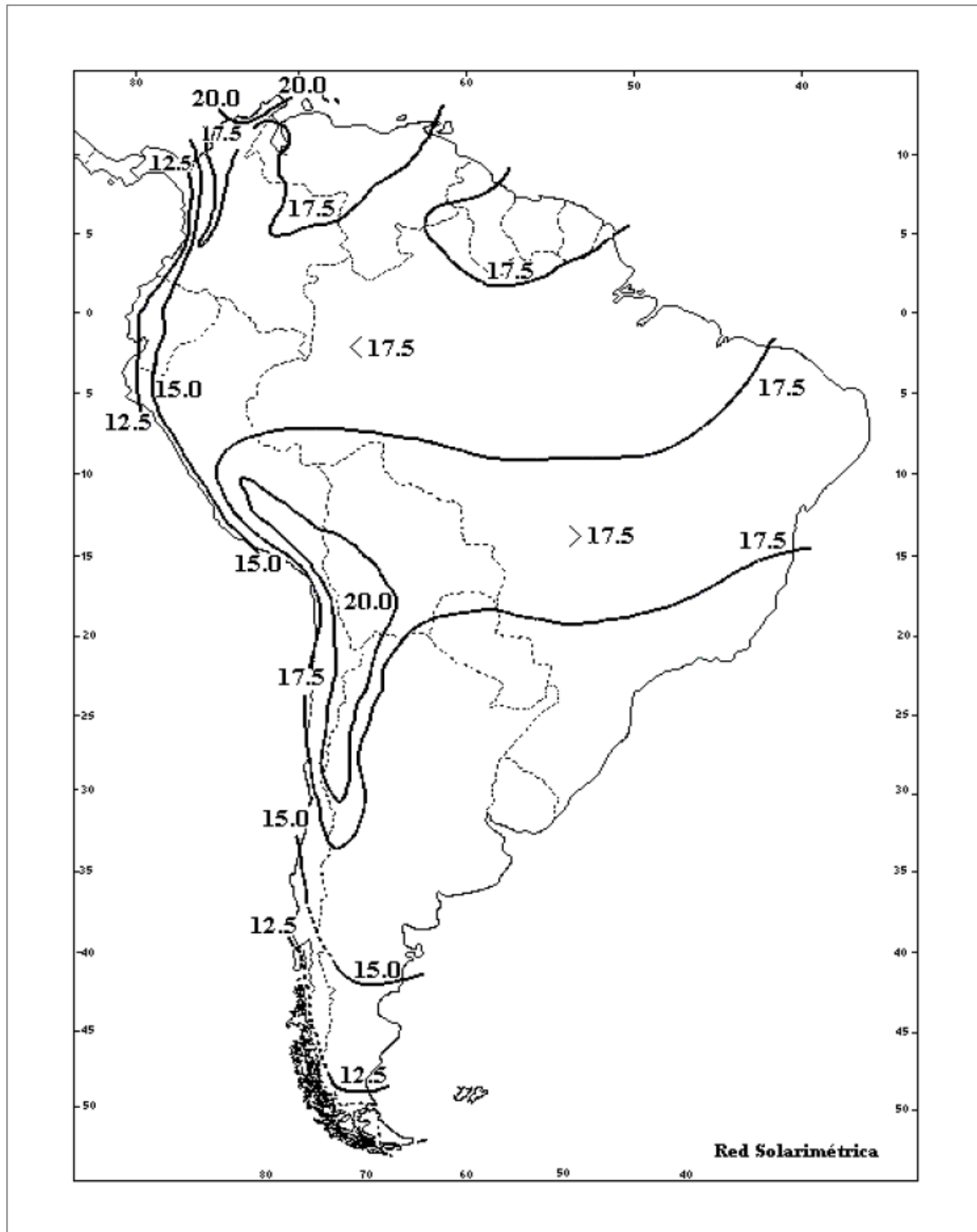


**Ing. María Belén Ruales**

**Docente Coordinador-Proponente**

#### 4.1. Distribución promedio anual de la irradiación solar.

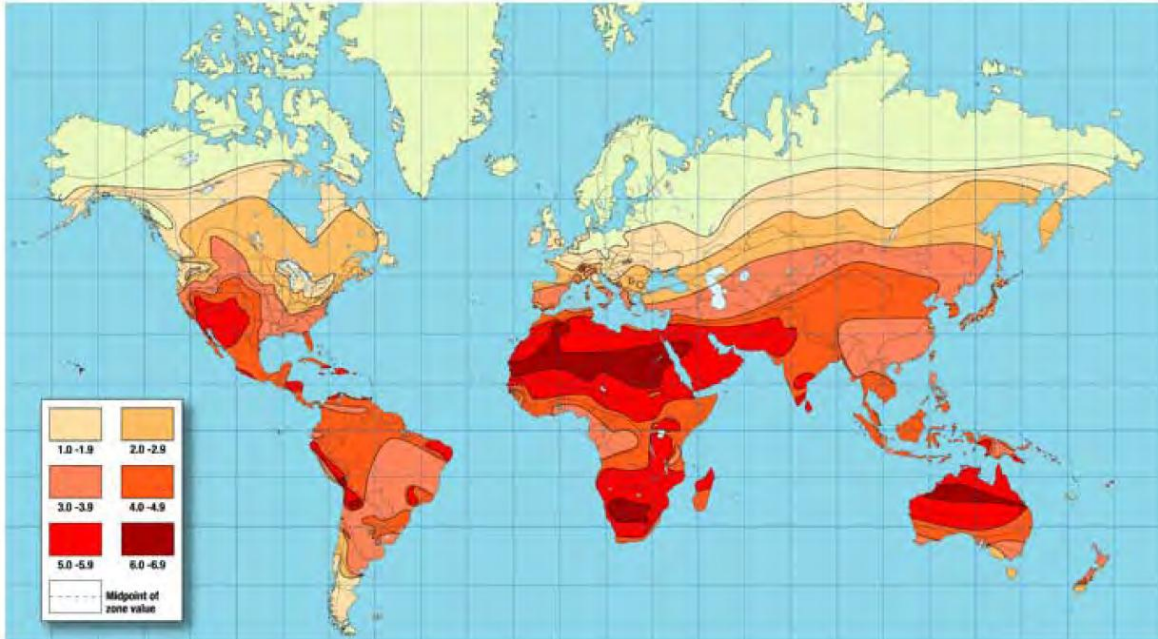
**Figura 1.** Distribución del promedio anual de la irradiación solar global diaria sobre un plano horizontal en América del Sur (MJ/m<sup>2</sup> día) basada en determinaciones de superficie.



## 4.2. Mapa de número de horas sol.

world\_solar\_radiation\_large.gif 715x395 pixels

7/19/11 6:30 AM



This map divides the world into five solar performance regions based on yearly averages of daily hours of sunlight and ambient temperature. Each specific site will, of course, be different. Also, local weather conditions and seasonal changes can significantly affect the amount of sunlight available. Look on the map to find your location and select Zone 2 or Zone 4

Z4 = 4.0-4.9, 5.0-5.9, 6.0-6.9 Hours of Daily Solar Radiation.  
Z2 = 1.0-1.9, 2.0-2.9, 3.0-3.9 Hours of Daily Solar Radiation.

OkSolar.com

### 4.3. Especificaciones de catálogos para instalaciones fotovoltaicas:

#### Soportes

#### ESTRUCTURAS DE SOPORTE PARA MÓDULOS: SUELO, CUBIERTA, PARED, SEGUIDORES,

##### ESTRUCTURAS DE PARED (ACERO GALVANIZADO)

E025	Estructura pared 1 x Shell P-80	115,13
E026	Estructura pared 2 x Shell P-80	135,13
E040	Estructura pared 1 x IS-155	171,73

##### SEGUIDORES SOLARES

E050	Seguidor solar Rumbo 28. 168 módulos I-150 S (25.200 Wp)	81.427,78
E051	Seguidor solar Deger 5000NT. 2 ejes, 40 m <sup>2</sup> , mástil 3,3 m.	10.350,00
E052	Seguidor solar Deger 7000NT. 2 ejes, 60 m <sup>2</sup> , mástil 3,3 m.	15.175,00

##### ESTRUCTURAS DE ALUMINIO

###### Estructuras de aluminio, sin inclinación, para cubiertas inclinadas

E060	Precio por módulo	66,70
------	-------------------	-------

###### Estructuras de aluminio con inclinación (15°-30°-45°) para cubiertas sin inclinación

E061	Para 1 módulo.	115,55
E062	Para 2 módulos.	264,93
E063	Para 3 módulos.	359,18
E069	Para 4 módulos.	470,70
E064	Para 5 módulos.	552,05
E068	Para 6 módulos.	619,50
E065	Para 8 módulos.	893,93
E066	Para 10 módulos.	1.164,08
E070	Para 12 módulos.	1.278,28
E071	Para 16 módulos.	1.702,30
E067	Para 20 módulos.	2.113,05

Consultar precios para estructuras de tamaños diferentes.

#### Acumuladores:

#### ACUMULADORES






##### ACUMULADOR ESTACIONARIO EXIDE (TUDOR) - SERIE "CLASSIC SOLAR OPzS"

A120	Densímetros	15,03
A004	Acumulador Classic OPzS Solar 380. 370Ah/C-100. 2V.	202,84
A006	Acumulador Classic OPzS Solar 550. 540Ah/C-100. 2V.	228,49
A007	Acumulador Classic OPzS Solar 660. 645Ah/C-100. 2V.	260,69
A008	Acumulador Classic OPzS Solar 765. 750Ah/C-100. 2V.	285,62
A009	Acumulador Classic OPzS Solar 985. 970Ah/C-100. 2V.	318,09
A010	Acumulador Classic OPzS Solar 1080. 1055Ah/C-100. 2V.	403,84
A011	Acumulador Classic OPzS Solar 1320. 1295Ah/C-100. 2V.	437,24
A012	Acumulador Classic OPzS Solar 1410. 1380Ah/C-100. 2V.	502,80
A013	Acumulador Classic OPzS Solar 1650. 1620Ah/C-100. 2V.	531,24
A014	Acumulador Classic OPzS Solar 1990. 1950Ah/C-100. 2V.	608,04
A015	Acumulador Classic OPzS Solar 2350. 2300Ah/C-100. 2V.	757,58
A016	Acumulador Classic OPzS Solar 2500. 2445Ah/C-100. 2V.	779,16
A017	Acumulador Classic OPzS Solar 3100. 3040Ah/C-100. 2V.	1.053,49
A018	Acumulador Classic OPzS Solar 3350. 3280Ah/C-100. 2V.	1.152,80
A019	Acumulador Classic OPzS Solar 3850. 3765Ah/C-100. 2V.	1.366,22
A021	Acumulador Classic OPzS Solar 4600. 4500Ah/C-100. 2V.	1.558,51

## Paneles solares.

<b>Fabricante:</b> <b>EXMORK</b> 艾莫克斯能源							
<b>Tipo</b>	5Wp 12V	15Wp 12V	25Wp 12V	50Wp 12V	80Wp 12V	100Wp 12V	150Wp 24V
<b>Material</b>	Si-Poli- cristalino	Si-Poli- cristalino	Si- Mono- cristalino	Si-Poli- cristalino	Si-Mono- cristalino	Si-Poli- cristalino	Si-Poli- cristalino
<b>Modelo</b>	5P	15P	25C	50P	80C	100P	150P
<b>Medidas (mm)</b>	290x200x28	420x360x28	550x400x28	670x620x35	1200x550x3 5	1130x670x3 5	1190x992x3 5
<b>Voltage Max. Voc*</b>	22 V +/-0.5V	22 V +/-0.5	22 V	22 V +/-0.5V	21.97 V +/-0.5V	22 V +/-0.5V	44 V +/-0.5V
<b>Voltage MPP. Vmpp*</b>	17.5 V +/-0.5V	17.4 +/-0.5V	+/-0.5V	17.5 V +/-0.5V	17.39 V +/-0.5V	17.5 V +/-0.5V	35.5 V +/-0.5V
<b>Corriente Max. Isc*</b>	0.32 A +/-0.1A	0.92 A +/-0.1A	1.54 A +/-0.1A	3.07 A +/-0.1A	4.98 A +/-0.1A	6.14 A +/-0.1A	4.61 A +/-0.1A
<b>Corriente MPP Imp*<sup>*</sup></b>	0.29 A +/-0.1A	0.86 A +/-0.1A	1.43 A +/-0.1A	2.86 A +/-0.1A	4.61 A +/-0.1A	5.71 A +/-0.1A	4.23 A +/-0.1A
<b>Variación potencia</b>	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
<b>Diodos 'Bypass'</b>	-	-	-	2	2	2	3
<b>Voltage en Serie maxima</b>	600V	600V	600V	600V	1000V	600V	1000v
<b>Caja de conexion</b>							
<b>Precios sin IVA</b>	30,-USD	75,-USD	100,-USD	200,-USD	320,-USD	400,-USD	600,-USD

## Controladores de carga.

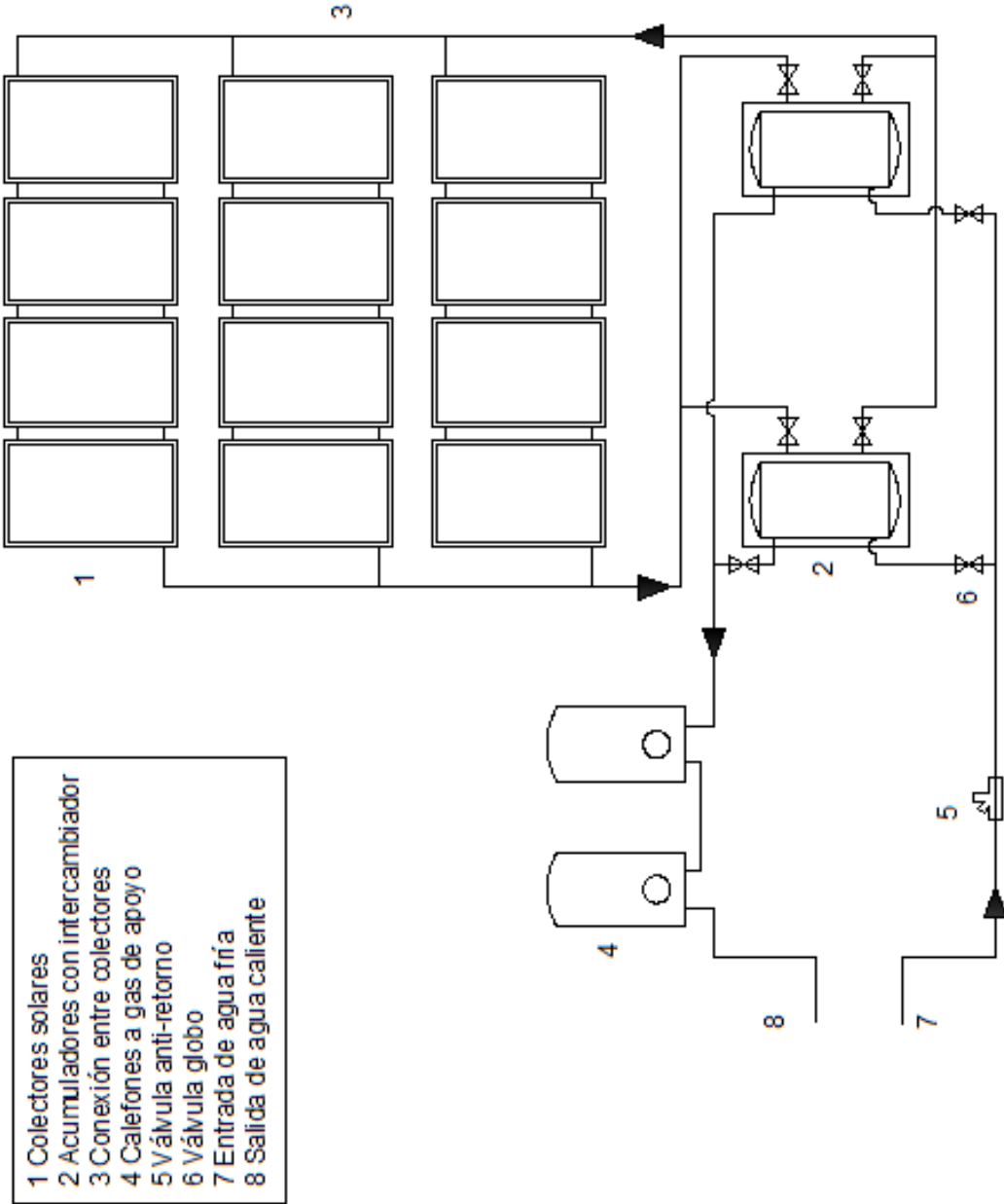
<p><b>Controlador Morningstar</b></p> <p><b>ProStar PS-15 o PS-30</b></p> <p><b>Sin pantalla</b></p>	<p><b>Voltaje:</b> 12 / 24V</p> <p><b>Amperaje según modelo:</b> 15A o 30A</p>	<p>Un controlador de carga sofisticado. Con tres indicadores del estado de batería y sensor de temperatura. Con LVD desconexión automática de la carga cuando la batería está agotada. En paralelo hasta 300A. Completamente en estado sólido para ambientes trópicos. Seleccionable para baterías selladas, Gel y de plomo ácido líquido.</p>		<p><b>15A:</b> 170 USD,-</p> <p><b>30A:</b> 190 USD;</p>
<p><b>Controlador Morningstar</b></p> <p><b>ProStar PS-30M</b></p> <p><b>Con pantalla!</b></p>	<p><b>Voltaje:</b> 12 / 24V</p> <p>30A</p>	<p>El modelo del Prostar que dispone adicionalmente a una pantalla LCD que indica el Voltaje y Corriente actual del sistema.</p>		<p><b>280 USD;</b></p>
<p><b>Controlador Morningstar</b></p> <p><b>TriStar TS-45 y TS-60</b></p>	<p><b>Voltaje:</b> 12, 24,48V</p> <p>45A</p> <p>y</p> <p>60A</p>	<p>Un controlador de carga universal: existe dos modos: -controlador la recarga de batería a través de los paneles solares -controlar la carga alimentada por la batería. Con tres indicadores del estado de batería En paralelo hasta 300A</p> <p>Completamente en estado sólido para ambientes trópicos. Seleccionable para baterías selladas, Gel y de plomo ácido líquido.</p>		<p><b>45A:</b> 230 USD;</p> <p><b>60A:</b> 360 USD</p>
<p><b>Controlador Morningstar</b></p> <p><b>TriStar MPPT</b></p> <p><b>60A</b></p>	<p><b>Voltaje:</b> 12 ,24,36 y 48 VDC</p> <p>60A</p>	<p>Un controlador totalmente nuevo de MORNINGSTAR! Con tecnología MPPT (Máximo Power Point Tracking) que maneja los paneles solares en el punto de su potencia máxima. Por eso este controlador saca mucha más energía de sus paneles fotovoltaicos que tradicionales con tecnología PWM.</p> <p>Adicionalmente el Tristar MPPT-60 tiene incorporado diferente interfase de comunicación (MODBUS, RS232, ETHERNET, EIA-485) por las cuales se puede monitorear al controlador y</p>		<p><b>890 USD;</b></p>
<p><b>Pantalla TS-M2 para TriStar</b></p>	<p>n/a</p>	<p>Este medidor muestra información sobre el controlador TriStar y del funcionamiento de su sistema. Estas capacidades aumentará su confianza en que el sistema está trabajando correctamente</p>		<p><b>150 USD;</b></p>

## Inversores

Sensor	Origen	Potencia	Descripción	Modelo	Precio
<p>Inversor <b>EXMORK</b> 艾莫克新能源 4KVA</p>		<p>48V 4000VA 110VAC/ 60Hz</p>	<p>Inversor de sinoidal pura muy robusto con recarga de baterías a través de la red.  Para instalaciones fijas en casas con un fuerte consumo eléctrico.  Auto-consumo aproximado de 40W</p>		1300 USD
<p>Inversor <b>EXMORK</b> 艾莫克新能源 2KVA</p>		<p>24VDC o 48VDC 2000VA 110VAC/ 60Hz</p>	<p>Inversor de sinoidal pura muy robusto con recarga de baterías a través de la red.  Para instalaciones fijas en casas con un fuerte consumo eléctrico  Autoconsumo aproximado de 30W</p>		750 USD
<p>Inversor <b>EXMORK</b> 艾莫克新能源 1KVA</p>		<p>12VDC o 24VDC 1000VA 110VAC/ 60Hz</p>	<p>El nuevo modelo de inversor de 1KVA dispone de un indicador de corriente de descarga y un enchufe para monitorear el estado del inversor.  Autoconsumo aproximado de 15W</p>		450 USD
<p>Inversor <b>EXMORK</b> 艾莫克新能源 500VA</p>		<p>12V 500VA 110VAC/ 60Hz</p>	<p>Inversor de sinoidal pura para pequeñas cargas como: iluminación, televisores etc. con recarga de baterías a través de la red.  Autoconsumo de 10W</p>		380 USD

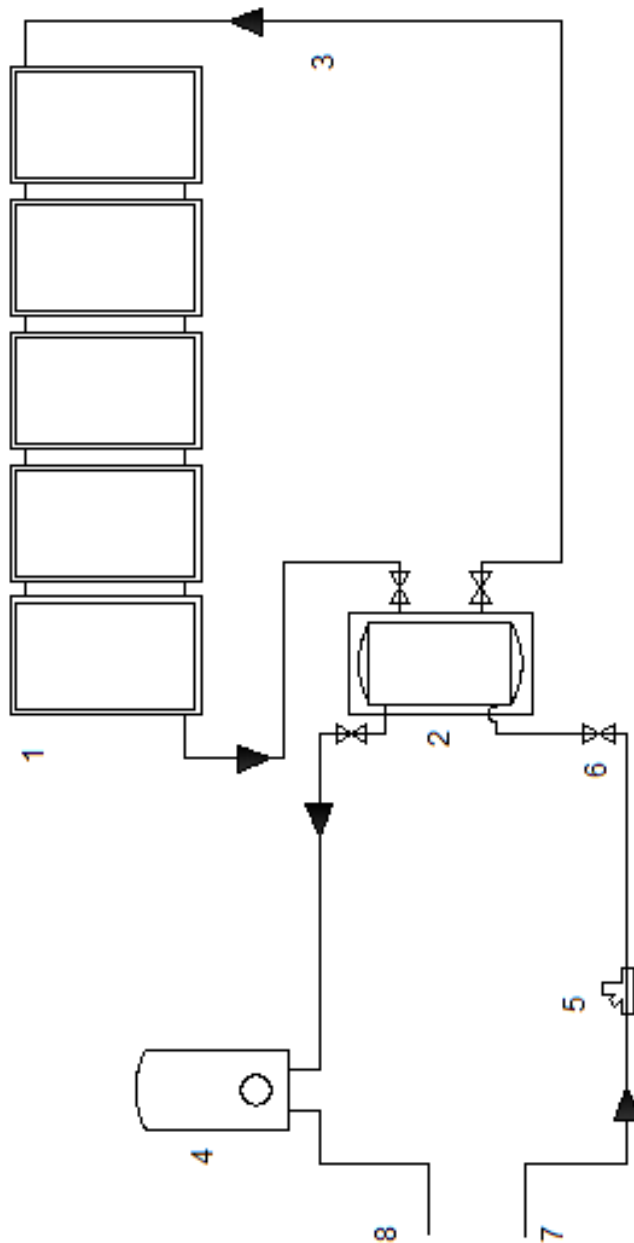


**4.4. Esquema de instalación en el área de hospitalización:**



#### 4.5. Esquema de instalación en el área de cocina:

- 1 Colectores solares
- 2 Acumuladores con intercambiador
- 3 Conexión entre colectores
- 4 Calefones a gas de apoyo
- 5 Válvula anti-retorno
- 6 Válvula globo
- 7 Entrada de agua fría
- 8 Salida de agua caliente



#### 4.6. Nomograma de longitudes equivalentes en accesorios.

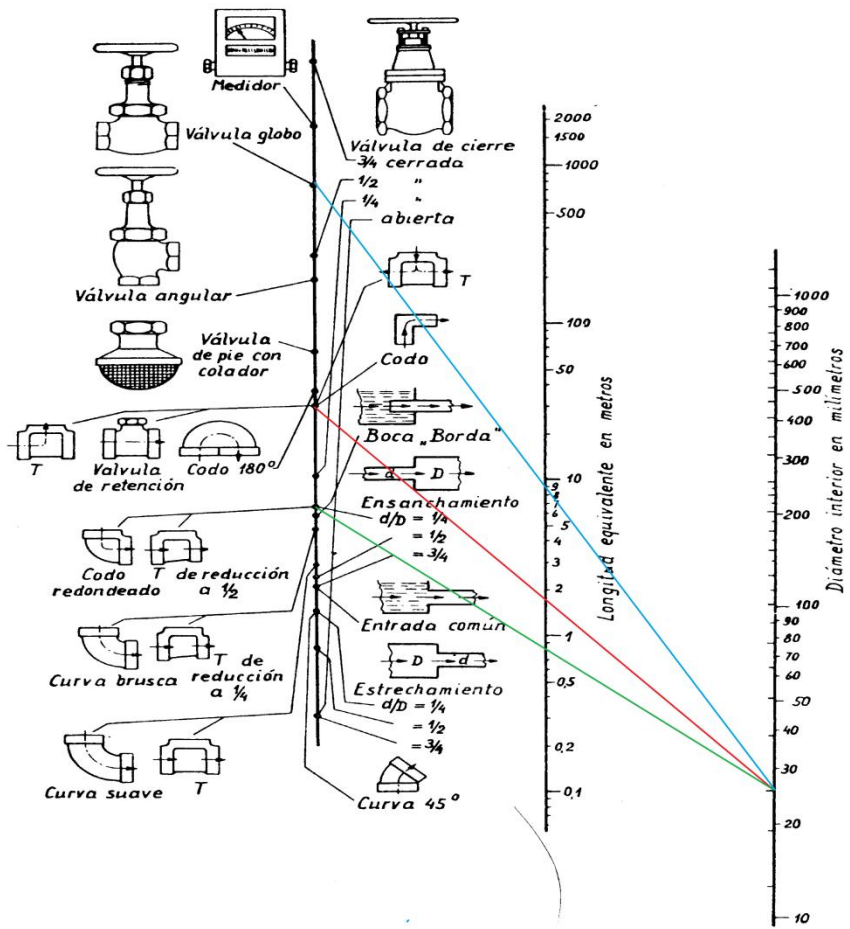


FIG. 11-15. Nomograma de pérdida de carga secundaria de la firma Gould Pumps, U.S.A. en accesorios de tubería para agua.

## 4.7. Especificaciones de catálogos para instalaciones con de ACS con colectores solares planos:

Distribuciones Solares Del Principado S.L		Catálogo 2010
	<b>KIT DE ANCLAJE SALVATEJAS (2 UD)</b>  Fabricados en acero inoxidable. Se incluye tornillería y tacos de sujeción.	54€
	<b>KIT DE ANCLAJE 4 TORNILLOS PERFORANTES (4 UD)</b>  Fabricados en acero inoxidable. Se incluye tornillería y tacos de sujeción.	50€
<b>Captadores Solares Térmicos</b>		
	<b>CAPTADOR SOLAR DSP S2.0</b>  El captador DSP S2.0 está fabricado con un absorbedor continuo de cobre con tratamiento selectivo BLUETEC soldado por ultrasonidos a un colector de tipo parrilla. Las soldaduras en el absorbedor se realizan por inducción. El marco está extrusionado al 100% y anodizado de alta calidad. Vidrio solar templado de alta resistencia y baja emisividad. Cubierta posterior en PE térmico.  Rendimiento óptico: 74,80 % Factor de pérdidas primario: 3,718 W/m <sup>2</sup> ·°K Factor de pérdidas secundario: 0,014W/m <sup>2</sup> ·°k <sup>2</sup>  CERTIFICADO KEYMARK GARANTÍA DE 10 AÑOS	533€
	<b>CAPTADOR SOLAR DSP S2.6</b>  El captador DSP S2.6 está fabricado con un absorbedor continuo de cobre con tratamiento selectivo BLUETEC soldado por ultrasonidos a un colector de tipo parrilla. Las soldaduras en el absorbedor se realizan por inducción. El marco está extrusionado al 100% y anodizado de alta calidad. Vidrio solar templado de alta resistencia y baja emisividad. Cubierta posterior en PE térmico.  Rendimiento óptico: 77,90 % Factor de pérdidas primario: 3,685 W/m <sup>2</sup> ·°K Factor de pérdidas secundario: 0,009 W/m <sup>2</sup> ·°k <sup>2</sup>  CERTIFICADO KEYMARK GARANTÍA DE 10 AÑOS	679€



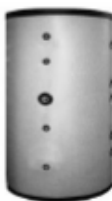
**INTERACUMULADOR A.C.S VITRIFICADO CON SERPENTÍN ALTEADO EXTRAIBLE**

Interacumulador 200 L. ....	1188€
Interacumulador 300 L. ....	1287€
Interacumulador 500 L. ....	1531€
Interacumulador 750 L. ....	2061€
Interacumulador 1000 L. ....	2567€
Interacumulador 1500 L. ....	3212€



**ACUMULADOR A.C.S. VITRIFICADO**

Acumulador 200 L. ....	793€
Acumulador 300 L. ....	878€
Acumulador 500 L. ....	997€
Acumulador 750 L. ....	1334€
Acumulador 1000 L. ....	1581€
Acumulador 1500 L. ....	2073€



**TERMOACUMULADOR COMBI A.C.S - INERCIA + 1 SERPENTIN**

Termoacumulador 570 L. ....	1860€
Termoacumulador 750 L. ....	2074€
Termoacumulador 1000 L. ....	2547€
Termoacumulador 1500 L. ....	3058€
Termoacumulador 2000 L. ....	3682€

**Accesorios y conexiones**



**VASO DE EXPANSIÓN SOLAR 18 L.**

52€

Precarga 5 bar.

**VASO DE EXPANSIÓN SOLAR 24 L.**

61€

Precarga 5 bar.

\*Disponemos de mayores capacidades, consúltenos.



**KIT MONTAJE DE BATERÍAS**

Este kit incluye:

- Racores conex
- Cruz
- Reducciones
- Válvula de corte solar
- Purgador automático solar
- Tapones conex

95€

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



CENTRO DE VINCULACIÓN CON LA COLECTIVIDAD  
"CEVIC"

**FACULTAD DE:** "INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA"

**PROGRAMA:** "UNIDAD DE VINCULACIÓN CON LA COLECTIVIDAD"

**CARRERA DE:** "INGENIERÍA MECÁNICA"

### **RESUMEN EJECUTIVO**

**NOMBRE DEL PROYECTO:** "ESTUDIO DE SISTEMAS DE CALENTAMIENTO DE AGUA, PARA ASEGURAR EL CONSUMO DE AGUA CALIENTE, EN EL HOSPITAL FUNDACIÓN ALLI CAUSAI"

**ENTIDAD BENEFICIARIA:** "FUNDACIÓN ALLI CAUSAI"

**DOCENTE COORDINADOR - PROPONENTE:**

Ing. María Belén Ruales

**ESTUDIANTES PARTICIPANTES:**

Darwin López

Álvaro Morejón

**CÓDIGO DEL PROYECTO:** "FICM-IM-001-2011"

## **INTRODUCCIÓN**

Las instalaciones del Hospital Alli Causa, se encuentran ubicadas en Huachi La Joya, entre las calles Gonzalo Castro y Lauro Guerrero. Esta iniciativa es impulsada por los directivos del hospital Allí Causai que junto con docentes, autoridades y estudiantes de la Universidad Técnica de Ambato comprometidos con un desarrollo sustentable y conscientes de un posible incremento de costos de combustibles tradicionales han iniciado a través de este estudio la búsqueda de alternativas de energía renovable para proveer de agua caliente en forma permanente y económica a los usuarios de este hospital.

Actualmente, el hospital cuenta con un sistema de calentamiento compuesto por tres calefones a gas, una cisterna y dos tanques elevados de reserva los cuales tratan de satisfacer la demanda de agua caliente. El calentamiento de agua se realiza en dos sectores claramente identificados: uno está destinado para la preparación de alimentos y los otros para el aseo de los pacientes.

El presente estudio está dedicado al análisis de la situación actual del sistema de calentamiento de agua para el aseo de pacientes de la fundación Allí Causai. Los resultados obtenidos en este estudio serán la base para la selección del sistema más económico que asegure el calentamiento de agua. Entre las alternativas de solución encontramos el calentamiento de agua por medio de paneles solares y la utilización de energía eléctrica producida en paneles fotovoltaicos.

## **ANTECEDENTES**

La Fundación Alli Causai (FAC), es una organización no gubernamental sin fines de lucro, orientada al desarrollo integral de la población de la sierra central del Ecuador. Inicia sus actividades en 1983 en comunidades rurales andinas, mayoritariamente indígenas, en donde implementa procesos de atención y prevención en salud. Tiene personería jurídica desde 1994 inscrita en el Ministerio de Salud Pública. Alli Causai nombre kichua que significa vida completa, integra.

En la actualidad, la FAC apoya el desarrollo sostenible de la población urbana y rural de la zona central andina del Ecuador, con menos acceso a los servicios básicos y de salud. Su actividad no se limita a lo asistencial, sino que alienta procesos que integren lo productivo, ambiental, educativo y preventivo, desde una perspectiva culturalmente sensible.

En cuanto a las instalaciones el hospital tiene un tanque cisterna en la parte baja del edificio, por lo que es necesario bombear el agua, para que pueda ser distribuido en todo el edificio.

A pesar de que el agua es succionada por medio de una bomba, la fuerza de la misma es insuficiente para encender los calefones y las duchas eléctricas, lo que ocasiona: desperdicio de agua, la misma que debe fluir, hasta lograr que se caliente; consumo excesivo de energía eléctrica; alto consumo de gas; altos costos de mantenimiento; peligro al maniobrar calefones, ya que son sistemas inflamables; entre otros.

El problema se ve reflejado en el tiempo de dedicación a cada paciente al momento del aseo de los mismos, así como del personal que labora permanentemente en el hospital.



## **IMPACTO - BENEFICIO**

La Universidad Técnica de Ambato, en especial la carrera de Ingeniería Mecánica, en su afán de contribuir con la sociedad, ha visto la necesidad de implementar sistemas de calentamiento de agua, por energía solar. El hospital consume gran cantidad de energía, consumo que es constante a lo largo del año. La energía solar puede ayudar a producir esa energía durante todo ese periodo.

En la actualidad, una instalación de energía solar, puede cubrir hasta el 80% del total de la demanda de agua caliente sanitaria de un hospital o centro médico y hasta el 60% en la climatización del edificio. Ecuador reúne todos los requisitos que favorecen un uso óptimo de la energía solar, gracias a su situación geográfica y climatología apropiado.

En contra de lo que pueda parecer, una instalación solar se puede ubicar en cualquier punto de Ecuador, consiguiendo un ahorro económico y energético rentable respecto la inversión realizada.

La población beneficiaria son todos los que conforman el personal del hospital, así como los pacientes a ser atendidos en la casa de salud, estimados en promedio 60 pacientes al día, 22 camas para hospitalización y 42 personas entre personal médico, residentes, personal de limpieza y practicantes, dando un total máximo diario de 124 personas diarias.

## OBJETIVOS

### Objetivo general:

- Elaborar un estudio sobre un sistema fotovoltaico para el eficiente calentamiento de agua.

### Objetivos específicos:

- Estudiar el estado actual del sistema de distribución de agua.
- Evaluar los sistemas a gas y electricidad utilizados para el calentamiento del agua.
- Diseñar un sistema de calentamiento por energía fotovoltaica, a fin de permitir el calentamiento de agua de forma segura.
- Elaborar el presupuesto necesario para la implantación del sistema de calentamiento.

## RECURSOS

### PREPUESTO POR CONCEPTO DEL PROYECTO.

CONCEPTO	APORTE RECURSOS PROPIOS (USD)	APORTE COMUNIDAD (USD)	TOTAL USD. (USD)
Personal	200	50	250
Equipos	0	50	50
Materiales y Suministros	50	0	50
Pasajes	0	50	50
Servicios (refrigerios, fotocopias, etc.)	50	50	100
<b>Total USD</b>	<b>300</b>	<b>200</b>	<b>500</b>

**PRESUPUESTO ESTIMADO DE UNA INSTALACIÓN CON COLECTORES SOLARES PLANOS:**

<b>Costo estimado instalación para el área de hospitalización</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Equipo</b>	<b>Modelo</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
2	Acumuladores	DSPSolar [1000 litros]	2515.00	5030.00
12	Colectores planos	DSP S2.0	847.70	10172.40
12	Kit de anclaje	DSPSolar tornillos perforantes	79.47	953.64
12	Kit de montaje	DSPSolar montaje de baterías	151.00	1812.00
10	tubería cobre	1 pulgada	15.00	150.00
1	Aislante		300.00	300.00
2	Soportes colectores		80.00	160.00
			<b>total</b>	<b>18578.04</b>
<b>Costo estimado instalación para el área de cocina</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Equipo</b>	<b>Modelo</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
2	Acumuladores	DSPSolar [1000 litros]	2120.00	4240.00
5	Colectores planos	DSP S2.0	847.70	4238.50
5	Kit de anclaje	DSPSolar tornillos perforantes	79.47	397.35
5	Kit de montaje	DSPSolar montaje de baterías	151.00	755.00
10	Tubería cobre	1 pulgada	15.00	150.00
1	Aislante		300.00	30.00
1	Soportes colectores		80.00	80.00
			<b>total</b>	<b>10160.85</b>

**CRONOGRAMA:**

El presente proyecto se lo desarrolló en el espacio del 1 de Marzo de 2011 al 31 de Agosto de 2011, en el cual se detalla todas las fechas de las actividades realizadas.

## **RESULTADOS DEL PROYECTO:**

El estudio realizado ha llegado a la selección del sistema más rentable, de alta eficiencia y el que tendrá una vida útil de 25 años. El mismo logrará el calentamiento de agua del hospital de la fundación Alli Causai.

Este sistema de calentamiento de agua se lo instalará junto al ya existente de calefones a gas, mismos que servirán como apoyo para aquellos días en los que la demanda de agua caliente no pueda ser cubierta por los colectores.

Los colectores se los instalarán en dos grupos. El primero irá colocado sobre el área de hospitalización y cubrirá la demanda de agua para el aseo de pacientes; el segundo grupo irá colocado sobre el área de cocina para cubrir la demanda de agua en las actividades de la preparación de alimentos, además del aseo de los estudiantes pasantes que allí se hospedan.

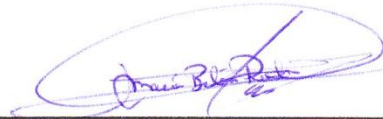
## **CONCLUSIONES:**

- El sistema más apto para el calentamiento de agua por energía solar en el hospital es el de colectores planos por termosifón. El mismo que representa una inversión inicial alta pero que se recupera en los primeros años debido al ahorro en consumo de combustible.
- Los sistemas de energía solar necesitan equipos de apoyo como de energía eléctrica o diesel.
- El sistema de energía solar contribuye con la disminución de contaminación del medio ambiente.
- La producción de energía por medio de paneles fotovoltaicos es rentable a nivel residencial y esta no es comercial debido a que los paneles generan baja potencia y se necesitaría que el sistema sea muy grande lo cual sería costoso para satisfacer la energía que requiere el hospital.

### RECOMENDACIONES:

- Elaborar un plan de mantenimiento para los equipos instalados en el hospital de la fundación Alli Causai.
- La instalación de los colectores debe ser en la terraza de la fundación para lograr una mayor captación de energía.
- La instalación de las tuberías se debe realizar sin olvidar de recubrirlas con aislamiento térmico, sin que exista modificación, ya que esto haría que exista pérdidas de calor y no se lograría las temperaturas deseadas por el consumidor.
- Tanto la estructura del tanque de almacenamiento como los paneles deben estar sujetos correctamente con el fin de que el sistema se empotre evitando posibles caídas de los colectores y acumuladores.
- Limpiar la cubierta de los colectores cada trimestre para evitar acumulación de polvo que disminuya la capacidad de captación de energía.

Atentamente:



---

Ing. María Belén Ruales  
DOCENTE COORDINADOR – PROPONENTE