

PROPUESTA PARA EL CALENTAMIENTO DE AGUA A PARTIR DE LA APLICACIÓN
DE LA ENERGÍA SOLAR TÉRMICA EN LA LAVANDERÍA SANTA HELENITA DE LA
LOCALIDAD DE ENGATIVÁ DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ.

ROBERT CORTES SARMIENTO
JUAN CAMILO LÓPEZ BRICEÑO
JAIRO ANDRÉS RAMÍREZ ESQUIVEL

Informe final de Seminario para optar al título de tecnólogo en gestión de procesos
industriales.

Asesores:

Esp. ALFONSO ELIECER ARRIETA
Ing. ANDRÉS FELIPE MARTÍNEZ
Ing. JUAN HERNANI RODRÍGUEZ
Ms. YOLANDA PARRA GUACANEME

ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA TECNOLOGÍA EN GESTIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES
BOGOTÁ DC
2011

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

BOGOTÁ DC
3 de Agosto de 2011

CONTENIDO

	Pág.
0. INTRODUCCIÓN	8
1. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO	9
1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	9
1.2. JUSTIFICACIÓN	9
1.3. OBJETIVO GENERAL	10
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
1.5. MARCO REFERENCIAL	10
1.5.1. Estado Actual	10
1.5.2. Marco Teórico	11
1.5.3. Marco Legal	12
1.5.4. Marco Histórico	15
1.6. DISEÑO METODOLÓGICO	18
1.6.1. Preparación	18
1.6.2. Recolección de la Información	19
1.6.3. Análisis	20
2. EXPRESIÓN GRAFICA	21
3. TECNOLOGÍAS AMBIENTALES	22
3.1. ANÁLISIS DE IMPACTOS AMBIENTALES	22
3.2. MEDIDAS PREVENTIVAS	25
3.3. MEDIDAS CORRECTIVAS	26
3.4. PARÁMETROS DE TRATAMIENTO DE EMISIONES DE CO2	27
4. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	28
4.1. APLICACIÓN DE LA TEORÍA MODERNA DEL MANTENIMIENTO	28
4.1.1. Fijación de objetivos en el mantenimiento	28
4.1.2. Planeación del mantenimiento	29

4.1.3.	Ejecución del mantenimiento	29
4.1.4.	Evaluación del mantenimiento	30
4.2.	RUTINAS DE MANTENIMIENTO	30
5.	RESULTADOS	31
6.	CONCLUSIONES	35
7.	BIBLIOGRAFÍA	36
8.	ANEXOS	37

LISTAS DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1 Pintura mural de Giulio Parigi, 1599.....	15
Ilustración 2 Instalación Solar de Gaviotas para agua caliente en la Urbanización Nueva Villa de Aburrá-Medellín	16
Ilustración 3 Instalación Solar de Gaviotas para agua caliente en Ciudad Tunal - Bogotá	16
Ilustración 4 Instalación Solar de Gaviotas para agua caliente en la Clínica San Pedro Claver en Bogotá	17
Ilustración 5 Hervidores de agua Gaviotas.....	17
Ilustración 6 Representación esquemática de los elementos que componen el método analítico	20
Ilustración 7 Tipos de tratamiento que se realiza a las Aguas residuales durante o después del proceso productivo.	23
Ilustración 8 Combustibles utilizados en las calderas	24
Ilustración 9 Filtro de Tela.....	26
Ilustración 10 Proceso de limpieza con aire a la inversa	27
Ilustración 11 Planeación del mantenimiento	29
Ilustración 12 Consumo de Agua total	31
Ilustración 13 Consumo de agua Caliente (30%)	31
Ilustración 14 Temperatura requerida del agua Aprox. °C.....	32
Ilustración 15 Costo total de agua mensual en pesos	32
Ilustración 16 Costo total de combustible mensual en pesos	33

LISTAS DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Normatividad ambiental de la calidad del aire	12
Tabla 2 Matriz Priorización de sub - programas sectoriales prioritarios.....	14
Tabla 3 Diseño Metodológico de la propuesta	18
Tabla 4 Matriz de identificación de posible impactos ambientales en una lavandería ..	22
Tabla 5 Consumo de Combustible en Calderas.....	25
Tabla 6 Tabulación de los resultados de la encuesta.....	31

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Encuesta de apoyo para el trabajo de campo	37
ANEXO B. Rutina de mantenimiento diaria	38
ANEXO C. Rutina de mantenimiento semestral	39
ANEXO D. Cotización sistema solar térmico	41
ANEXO E. Ficha técnica del sistema solar térmico	42

INTRODUCCIÓN

A partir del siglo XIX, el calentamiento global forma parte de las problemáticas mundiales porque a raíz de los grandes avances tecnológicos a nivel científico e industrial, el ser humano se ha concentrado en la competitividad y la evolución dejando a un lado el futuro del planeta. En un porcentaje considerable, cada avance tecnológico genera paralelamente un daño al ecosistema, creando así una problemática creciente, que hasta el momento sólo se ha logrado detener.

Las emisiones de CO₂ hacen parte fundamental del calentamiento global, porque las emisiones de este generan el conocido efecto invernadero provocando un acelerado deterioro del ambiente. Los procesos industriales son los principales generadores de CO₂ y por ende el desarrollo de este fenómeno.

El incremento en Colombia del área industrial para el desarrollo del comercio del país ha generado que ésta área forme parte fundamental de la contaminación a nivel nacional. Las pequeñas industrias no se escapan de esta problemática, atribuyendo a sus procesos un mal tratamiento de residuos, sólidos, líquidos o gaseosos, que a nivel mundial podría ser pequeño el factor contaminante pero a nivel local o regional, se convierten en grandes medios contaminantes.

Un ejemplo de lo anterior se encuentra en las lavanderías, especialmente las convencionales, que dentro de su proceso de lavado, el planchado es una actividad que genera altos índices de vapor de agua, el lavado en frío es una actividad que produce un alto índice de aguas residuales y que en la mayoría de los establecimientos no es tratada. Por esta razón esta propuesta pretende plantear un sistema de calentamiento de agua a partir de energía solar térmica en la lavandería Santa Helenita específicamente ubicada en la localidad de Engativá, buscando sustituir la quema de combustible ACPM y/o Gas Natural en el día por agua caliente 100% natural-

Para la identificación de las actividades influyentes dentro del proceso de lavado de la lavandería se realiza un trabajo de campo el cual busca obtener además de la identificación del proceso, datos específicos acerca del consumo de agua y de gas mensualmente.

1. IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente en Colombia el alto consumo de combustible ACPM y/o gas natural para el desarrollo de procesos productivos contribuye en gran medida a los altos índices de emisiones de CO₂.¹

Las empresas dedicadas al lavado de prendas de vestir no son indiferentes a dicha problemática ya que dentro de su proceso de lavado se requiere del calentamiento de agua para retirar grasas, impurezas y agentes limpiadores como detergentes, suavizantes, soluciones solventes.²

De continuar con este consumo desmedido de combustibles fósiles aumentarían las emisiones de CO₂ convirtiéndose así en un agente contaminante en el efecto invernadero, generando consecuentemente un impacto ambiental negativo.

Mediante el uso de energías renovables, se puede implementar sistemas para calentar el agua a través del aprovechamiento de sistemas solares térmicos que sustituirían el uso de combustibles o energías no renovables logrando una disminución significativa en las emisiones de CO₂. Esta energía emplea la radiación solar concentrada en cuerpos sensibles a la temperatura logrando incrementos de temperatura desde 30°C a 100°C y así genera el funcionamiento del sistema a plantear en esta propuesta.

1.2. JUSTIFICACIÓN

La propuesta a plantear pretende implementar un sistema de calentamiento de agua a partir de energía solar térmica en una lavandería, puesto que dentro de su proceso de lavado se evidencia el constante consumo de combustible ACPM y o gas natural y por ende el impacto ambiental en las emisiones de CO₂ por el uso de energías no renovables. Por lo anterior, se implementará el sistema ya mencionado que aprovecha la radiación solar para la transformación térmica y posteriormente su respectivo uso dentro del proceso de lavado.

¹ RODRÍGUEZ, Humberto M. Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas. Bogotá. Consultor Independiente. 2008

²Resolución 619 de 1997. Ministerio de Medio Ambiente. 2011

1.3. OBJETIVO GENERAL

Proponer un sistema para el calentamiento de agua a partir de la aplicación de la energía solar térmica en la lavandería Santa Helenita de la localidad de Engativá de la ciudad de Bogotá.

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar el proceso general de lavado de prendas en la lavandería Santa Helenita de la ciudad de Bogotá.
- Dimensionar el sistema para el calentamiento de agua a partir de energía solar térmica en el proceso de lavado en la lavandería Santa Helenita de la ciudad de Bogotá.
- Redactar la propuesta del sistema para el calentamiento de agua a partir de energía solar térmica en la lavandería Santa Helenita de la ciudad de Bogotá.

1.5. MARCO REFERENCIAL

1.5.1. Estado Actual

Actualmente en Colombia el campo de las energías renovables ha sufrido un estancamiento, debido a la aparición del Gas Natural en 1996, cuya instalación y precios de consumo eran inferiores a la implementación de algún sistema que aprovechara las fuentes energéticas de la naturaleza. Para ser más específico, las aplicaciones de la energía solar térmica fueron dejadas de lado, como por ejemplo: los calentadores solares térmicos de agua ubicados en la antiguamente conocida Clínica San Pedro Claver, los hoteles de Santa Marta, y otros lugares que alguna vez contaron con estos sistemas, los cuales se mencionarán posteriormente en la reseña histórica.³

³ RODRÍGUEZ, Felipe. Censo, caracterización y grado de satisfacción de los sistemas solares térmicos instalados en Colombia. RUECOLOR L.T.D.A., 1996. P. 14

1.5.2. Marco Teórico

Energía Solar Térmica / Captación Térmica

Transformación térmica de la energía radiante solar en calor. Esta se encarga de calentar el agua por medio de los rayos de sol, la temperatura alcanzada llega a ser aproximadamente de 40 a 50 °C. La posterior utilización de esta agua varía entre usos industriales, usos sanitarios, calentamiento de piscinas, entre otros.

Radiación Solar

Cuando se habla de radiación se hace referencia al flujo de energía que emite el sol en forma de ondas electromagnéticas de diversas frecuencias tales como: luz ultravioleta, luz infrarrojo y luz visible.⁴

Irradiancia

Es la magnitud que describe la potencia incidente por unidad de superficie de todo tipo de radiación. Se mide en W/m².⁵

Colectores de vacío

Están compuestos de una doble cubierta envolvente, herméticamente cerrada, en la cual se ha hecho el vacío. De esta forma las pérdidas por convección se reducen considerablemente. El problema de estos colectores es el precio elevado y la pérdida de vacío con el tiempo.

“Gas Natural: Conjunto de gases procedentes del petróleo compuesto principalmente por metano y que se utiliza como combustible.”⁶

Equipos requeridos para el sistema de calentamiento

- **Captador:** Dispositivo que capta la radiación solar incidente para convertirla en energía térmica y transferirla a un fluido portador de calor.⁷
- **Acumulador:** Dispositivo destinado para calentar el agua contenida en un recipiente para luego alcanzar la temperatura requerida.⁸

⁴IDEAM, Glosario. 2011 Disponible en <http://institucional.ideam.gov.co/jsp/loader.jsf?IServicio=Glosario&ITipo=user&IFuncion=main&> >[Con acceso el 10-7-11]

⁵Ibid.

⁶ Energía Solar Limpia, Glosario. 2010 Disponible en <http://www.cleanergysolar.com/2011/06/04/definiciones-%E2%80%93-glosario-solar-termica/> >[Con acceso el 10-7-11]

⁷Ibid.

⁸Ibid.

Herramientas utilizadas para la implementación del SST⁹

- **Carta Solar:** Herramienta que permite seguir y proyectar la trayectoria solar de diversas ubicaciones terrestres. (Países, Continentes, Ciudades)
- **Ángulo de Inclinación:** Ángulo con el cual incide la radiación solar con la superficie terrestre.
- **Dimensionamiento:** Herramienta utilizada para conocer la capacidad instalada y las medidas del sistema solar térmico a implementar.

1.5.3. Marco Legal

No existe una normatividad que regule el uso de combustible y las emisiones de CO en el sector de las lavanderías, sin embargo se establece el marco legal que rige la protección del medio ambiente en el control y prevención de la calidad del aire a nivel distrital y nacional.

Tabla 1 Normatividad ambiental de la calidad del aire

NORMA	OBJETO
Decreto 948 de 1995	Por el cual se establece el reglamento de protección y control de la calidad del aire en todo el territorio nacional.
Decreto 2107 de 1995	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 948 de 1995.
Resolución 005 de 1996	Por el cual se establece el reglamento de los niveles permitidos de emisión de contaminantes producidos por fuentes móviles a gasolina o diesel además de definir equipos y procedimientos de medición de las emisiones.
Decreto 1697 de 1997	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 948 de 1995.
Resolución 619 de 1997	Por el cual se establecen parcialmente los factores a partir de los cuales se requiere permiso de emisión atmosférica para fuentes fijas.
Resolución 058 de 2002	Por el cual se establecen normas y límites máximos permisibles de emisión para incineradoras y hornos crematorios de residuos sólidos y líquidos.
Resolución 886 de 2004	Por el cual se modifica parcialmente la resolución 058 de 2002 y se dictan otras disposiciones.
Resolución 003500 de 2005	Por el cual se establecen condiciones mínimas que deben cumplir los Centros de Diagnóstico para realizar las revisiones técnico mecánica de gases de los vehículos automotores que transiten por el territorio nacional.

Fuente: Autores

⁹ Sistema Solar Térmico

Tabla 1 (Continuación)

Resolución 0601 de 2006	Por el cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia.
Resolución 0653 de 2006	Por el cual se adopta el procedimiento para la expedición de la certificación en materia de revisión de gases, a que hace referencia e literal e) del artículo 6° de la Resolución 003500 de 2005.
Resolución 0775 del 18 de Abril de 2000	Por la cual deroga la Resolución No. 509 del 8 de marzo del 2000 del DAMA y se adopta el sistema de clasificación empresarial por el impacto sobre el componente atmosférico, denominado Unidades de Contaminación Atmosférica -UCA- para la jurisdicción del DAMA
Resolución 898 de 1995 DAMA	Por lo cual se regulan criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y calderas de uso comercial en el distrito capital.
Resolución 391 de 2000 DAMA	Por lo cual se establecen técnicas y estándares ambientales para la prevención y control de la contaminación atmosférica, y la protección de la calidad del aire en el per
Decreto 174 del 30 de Mayo de 2006 DAMA	Por medio del cual se adoptan medidas para reducir la contaminación y mejorar la calidad del Aire en el Distrito Capital
Decreto 98 de 2011 DAMA	Por el cual se adopta el Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá.

El Ministerio de Minas y Energía crea la resolución 18-0919 de 2010 por la cual adopta el plan de desarrollo nacional 2010-2015 para desarrollar el programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás formas de energías no convencionales (PROURE). Esta misma entidad será la responsable de promover, organizar, asegurar y hacer el correspondiente seguimiento del desarrollo de los programas de uso racional y eficiente de la energía.

La relación que existe entonces con el PROURE y el proceso productivo de las lavanderías en el uso de combustibles fósiles, se podrá interpretar en el informe final del programa de uso racional y Eficiente de la Energía y fuentes no convencionales emitido por el Ministerio de Minas y Energía el 19 de Abril de 2010 presentando el plan de acción 2010-2015, donde se establece unos subprogramas sectoriales y unas líneas de acción prioritarias así como los costos y actores del desarrollo del programa. A continuación se muestra una tabla donde se define las líneas de acción para los sub programas que tienen relación con la quema de combustibles del PROURE en el sector industrial.

Tabla 2 Matriz Priorización de sub - programas sectoriales prioritarios

Sector	Sub - Programa Prioritario	Líneas de Acción	Actores	Prioridad	Costos
Industrial	SI-2 Optimización del uso de calderas	SI-2a_ Desarrollo de normas específicas y el reglamento técnico en emisiones y eficiencia energética de calderas.	MME, UPME, MCIT, MPS, Universidades, SENA, industriales, Sector financiero, ICONTEC, MAVDT	Media	Se estima una inversión de US\$ 30 millones, incluye capacitación, investigación aplicada, desarrollo de normatividad y renovación tecnológica en algunas industrias
		SI-2b_ Inventario tecnológico existente y caracterizar los usos térmicos y el consumo de energéticos.			
		SI-2c_ Caracterización de tecnologías de producción de vapor en función de las fuentes disponibles y los usos productivos.			
		SI-2d_ Armonización y potencialización de incentivos tributarios.			
		SI-2e_ Auditorías energéticas para equipos térmicos y procesos.			
		SI-2f_ Educación y concientización sobre dimensionamiento, operación, mantenimiento, cambios de hábito control de calderas.			
		SI-2g_ Realización de acuerdos con la industria local para establecer estándares mínimos de eficiencia de calderas.			
	SI-7 Optimización de procesos de combustión	SI-7a_ Promover proyectos y programas nacionales de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en combustión.	MME, UPME, MAVDT, SENA, Universidades, UTO, Colciencias	Baja	Se estima una inversión de US\$ 500.000 dirigido a programas de capacitación e investigación aplicada
		SI-7b_ Consolidar capacidades académicas para la formación universitaria y técnica en optimización de la combustión			
		SI-7c_ Promover las buenas prácticas en los procesos productivos relacionados con la combustión.			
		SI-7d_ Realizar seguimiento y vigilancia tecnológica de las nuevas tecnologías, técnicas y métodos de optimización.			
		SI-7e_ Promover el aprovechamiento del calor residual generado en procesos de combustión.			

Fuente: Ministerio de Minas y Energía

1.5.4. Marco Histórico

Es importante aclarar que el desarrollo de las energías renovables no es una temática reciente, si no que a través de la historia es evidente el uso de este tipo de energías para diferentes aplicaciones. Por ejemplo Arquímedes(287-212 a.C.)¹⁰, a petición del rey Hierón II (306-215 a.C.)¹¹, creo un dispositivo, el cual estaba conformado por un conjunto de espejos ustorios consiguiendo hacer arder los barcos de la flota romana en defensa de Siracusa, su ciudad natal.

Ilustración 1 Pintura mural de Giulio Parigi, 1599



Fuente: Domino Público

Luego de esto, la intervención de energías provenientes de la naturaleza, haciéndolas así puras y casi inagotables, en el ámbito tecnológico y evolutivo de la humanidad tomo fuerza siendo participe de eventos importantes en la historia tales como: la revolución industrial donde la energía hidráulica impulsó a industrias textiles y de cuero, con la creación de máquinas a base de hidroelectricidad.¹² A comienzos de la primera guerra mundial, se crearon colectores térmicos para generar vapor y hacer funcionar las bombas de agua de las máquinas de riego para territorios afectados por el invierno.

Pero observando detalladamente, la implementación de este tipo de tecnologías ha sido siempre guiada por Europa especialmente en Alemania y Asia hasta épocas actuales, por eso no es ilógico decir que el tema de energía solar térmica para estos continentes es del pasado, puesto que ahora sus investigaciones están encaminadas hacia la utilización del hidrogeno como energía alternativa¹³

Colombia en los últimos 40 años ha intentado abordar las energías renovables, su primera aplicación fue en Santa Marta, en las casas de los empleados que trabajaban en las bananeras.

¹⁰"Arquímedes." Microsoft® Encarta® 2009 [DVD]. Microsoft Corporation, 2008.

¹¹"Hierón II." Op.cit, 2008.

¹² Sol y Clima;Energía Hidráulica <http://www.soloclima.org/energia_hidraulica.htm>[con acceso el 9-7-11]

¹³ PETRI, Luis. 2010; Creando el Programa Provincial del Hidrógeno 2010. Disponible en: <<http://www.luispetri.com.ar/proyectos/creando-el-programa-vincial-del-hidrogeno-a-fin-de-usarlo-como-combustible-y-energia-alternativa-no-contaminante/>>.[Con acceso el 9-7-11]

Más adelante el Instituto Ciencias Nucleares y Energías Alternativas – ENEA en conjunto con la Universidad Nacional de Colombia, la Universidad de los Andes, la Universidad del Valle y la Fundación Centro Las Gaviotas realizaron el Programa Especial de Energía para la Costa Atlántica – PRESENCIA, para implementar calentadores de agua para uso en centros de servicios comunitarios como hospitales y cafeterías.¹⁴

Ilustración 2 Instalación Solar de Gaviotas para agua caliente en la Urbanización Nueva Villa de Aburrá-Medellín

Habiendo implementado esto ya en la parte norte del país, se logró establecer un nuevo sistema de calentadores convencionales que constaban de un tanque ya instalado con el colector solar. Este desarrollo llevo a que el Centro Las Gaviotas lograra una aplicación masiva de este sistema a mediados de los ochenta en urbanizaciones de Medellín (Nueva Villa de Aburra), en Bogotá (Ciudad Tunal y Ciudad Salitre) al igual que en el Palacio de Nariño y en la cadena de Hoteles Dan.



Fuente: www.centrolasgaviotas.org

Ilustración 3 Instalación Solar de Gaviotas para agua caliente en Ciudad Tunal - Bogotá



A comienzos de los noventa, el programa PRESENCIA (Programa Especial de Energía de la Costa Atlántica) tuvo nuevos colaboradores, entre ellos se encontraban: GHZ (Sociedad Alemana de Cooperación Técnica), CORELLA (Corporación de Energía Eléctrica de la Costa Atlántica), para luego crear el campo experimental en Turipaná (Córdoba) destinado a experimentos acerca de la eficiencia de este tipo de sistemas. PRESENCIA invirtió una gran suma de dinero para la creación del convenio SENA-UNIVERSIDAD NACIONAL, con el cual se buscó mostrar los beneficios de las energías renovables.¹⁵

Fuente: www.centrolasgaviotas.org

¹⁴ RODRÍGUEZ, Felipe. Censo, caracterización y grado de satisfacción de los sistemas solares térmicos instalados en Colombia. RUECOLOR L.T.D.A., 1996. P. 12

¹⁵ Ibíd., p. 13

Ilustración 4 Instalación Solar de Gaviotas para agua caliente en la Clínica San Pedro Claver en Bogotá

En cuanto a la divulgación, la Universidad Nacional de Colombia fue líder en la creación de talleres, seminarios y cursos encaminados a los interesados en la energía solar y sus aplicaciones.

La Clínica San Pedro Claver (Hospital Universitario Méderi, actualmente) implementó este sistema solar térmico para el calentamiento de agua con el fin de apoyarse en las labores matutinas con los pacientes entre ellas está el agua para bañarlos, para poder cocinar, y así evitar tener que calentarla por sus propios medios.

Fuente: www.centrolasgaviotas.org



Fuente: www.centrolasgaviotas.org

Ilustración 5 Hervidores de agua Gaviotas



Entre los años ochenta y noventa los calentadores solares para una familia integrada por 4 personas costaban alrededor de \$ 3'000.000 por sistema (tanque de 120 lt, 2 m² de colectores solares) y dado a su alto costo inicial el Banco Central Hipotecario fue el que comercializo a los usuarios de este sistema, para luego ser desplazado por el gas natural que generaba menores costos y más practicidad, el cual ha sido utilizado hasta la actualidad.¹⁶

¹⁶ RODRÍGUEZ, HUMBERTO M. Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas. Bogotá. Consultor Independiente. 2008

1.6. DISEÑO METODOLÓGICO

Tabla 3 Diseño Metodológico de la propuesta



Fuente: Autores

“Después de elegir y especificar el tema, se inicia la investigación. Con el fin de llevar a cabo esto último, se sigue un proceso para reunir y analizar los datos que dan la base del conocimiento científico. Por tanto, como ya se señaló, la investigación científica se puede considerar como la búsqueda de conocimientos o hechos que permitan describir, explicar, generalizar y predecir los fenómenos que se producen en la naturaleza y en la sociedad. A partir de ese momento el científico se plantea un interrogante, procede en forma continua y termina, en apariencia, con la presentación final de los resultados y conclusiones. Sin embargo, en realidad no termina, ya que los resultados están sujetos a constante reconsideración”¹⁷.

El proceso metodológico a plantear requiere necesariamente de la recolección y análisis de la información como fases para el planteamiento de la propuesta así como de una preparación para su desarrollo. A continuación se describe de manera cualitativa cada una de las tres fases del proceso metodológico utilizado para la propuesta.

1.6.1. Preparación

Después de adquirir un conocimiento más profundo en la realización del marco teórico, en donde se interpreta el principio y funcionamiento del sistema solar térmico y su diseño, se plantea realizar un trabajo de campo en la lavandería Santa Helenita para determinar su proceso de lavado y el consumo de agua caliente y combustible y sus respectivos costos mensuales, para ello se realizó un formato de encuesta (ver Anexo A) donde se incluyen preguntas que identifican estas variables. Posteriormente se le da el adecuado manejo a la información obtenida para luego analizar y sintetizar los datos obtenidos.

¹⁷ZORRILLA, Santiago. Metodología de la investigación. México: McGraw-Hill, 2000 p 93

1.6.2. Recolección de la Información

- Fuentes primarias: las fuentes primarias para el desarrollo de la propuesta son directamente los empleados de la lavandería, ya que suministran información acerca del proceso del lavado. Los recibos del gasto de combustible y de agua son fuentes primarias ya que nos brindan información acerca de los costos y la cantidad de consumo en determinado tiempo.
- Fuentes Secundarias: Las fuentes secundarias consultadas en la mayoría son planes de desarrollo nacional como el PROURE o el plan decenal nacional así como las normatividades referentes al medio ambiente y en específico a la calidad del aire que sirvieron en la realización del marco legal presentado de manera resumida. La investigación en internet se hace necesaria ya que las fuentes bibliográficas son escasas y sin mucha profundización en el país en cuanto a temas de energías renovables no convencionales.

La encuesta tenía preguntas cerradas y específicas ya que se busca primordialmente información cuantitativa para su tratamiento estadístico de costos y consumo mensual de agua y combustible utilizado. Ver Anexo A

- Estudio de Caso: La muestra está constituida por una organización en este caso es la lavandería Santa Helenita. Esto no impide que se requieran de fuentes primarias y/o secundarias.
- Trabajo de campo: A partir de este momento se define como recopilar, organizar y analizar la información obtenida.

Es necesario en este punto tener un manejo de las teorías y de los conceptos claros para la adecuada realización de la encuesta y de la conceptualización de la propuesta.

Recolección de Información Secundaria: Las consultas realizadas en internet acerca de los sistemas solares térmicos fue indispensable por su alto contenido informativo pero la información consultada en libros no fue la mejor a nivel informativo, mas sin embargo fue de guía para el desarrollo del marco legal y el marco teórico.

Recolección de Información Primaria: la entrevista con el personal de la lavandería permitió el acceso de la información necesaria para determinar el consumo de agua y de combustible mensual y su respectivo costo. De esta forma se puede hacer un análisis de los datos obtenidos en un diagrama de tortas realizado en Microsoft Excel.

El procesamiento de texto se realizó en Microsoft Word, tablas y gráficos en Microsoft Excel.

1.6.3. Análisis

Para desarrollar la propuesta se hizo necesario seguir los pasos del método analítico.

Ilustración 6 Representación esquemática de los elementos que componen el método analítico

PASOS DEL
MÉTODO
ANALITICO

1. OBSERVACIÓN

2. DESCRIPCIÓN

3. EXAMEN CRÍTICO

4. DESCOMPOSICIÓN DEL FENÓMENO

5. ENUMERACIÓN DE LAS PARTES

6. ORDENAMIENTO

7. CLASIFICACIÓN

Fuente: Metodología de la Investigación McGraw-Hill. 1997

2. EXPRESIÓN GRÁFICA

En este módulo se pretende ilustrar el Sistema Solar Térmico mediante el uso de herramientas obtenidas en el transcurso del seminario, como por ejemplo el uso de CAD¹⁸.

Se dimensionará el SST ilustrando un modelo a escala en el cual se evidenciarán sus vistas, sus cortes, su ubicación en planta, sus medidas, y demás elementos propios del dibujo técnico.

Debido a que en el dimensionamiento se evidenció la necesidad de plantear la implementación de dos sistemas solares térmicos, consecuente a que la cantidad de agua caliente necesaria para la lavandería, supera la capacidad del tanque de almacenamiento, se ilustró dicha implementación sobre el techo de la lavandería para demostrar que los dos sistemas implementados no superan la capacidad de planta de la lavandería.

La herramienta utilizada para el diseño del SST y la ilustración de sus respectivas vistas, secciones, cortes, fue Autocad 2010.¹⁹

¹⁸ Diseño Asistido por Computador

¹⁹ Autocad 2010, AutoDesk 2010 DVD. 2010

3. TECNOLOGÍAS AMBIENTALES

3.1. ANÁLISIS DE IMPACTOS AMBIENTALES

Tabla 4 Matriz de identificación de posible impactos ambientales en una lavandería

		ACTIVIDADES QUE GENERAN IMPACTO								
MEDIO	COMPONENTE AMBIENTAL	INDICADOR AMBIENTAL	Recepción y Marcado de Ropa	Lavada en Seco	Lavado en Frío	Secado	Desmanchado	Planchado	Acople y Almacenamiento	Entrega de Ropa
MEDIO FÍSICO	AIRE	Emisión de Gases								
		Material Particulado								
		Generación de Olores								
		Generación de Ruido								
	AGUA	Vertimientos con Solventes								
		Aportes de DBO (Materia orgánica)								
		Consumo								
	RESIDUOS SÓLIDOS	Material Vegetal								
		Residuos Especiales								
		Residuos Inorgánicos								
		Residuos Domésticos								
		Lodos								
	ENERGÍA	Escombros								
		Consumo de Energía Eléctrica								
		Consumo de Hidrocarburos								

Fuente: Autores

Las lavanderías son una industria que generan en gran parte de su proceso de lavado generan un alto impacto ambiental por parte de sus emisiones de vapor de agua y emisiones de Co2 al momento de quemar combustibles fósiles. De acuerdo con la matriz realizada (ver Tabla 4) las actividades más contaminantes dentro del proceso de lavado son el Planchado y el Lavado en Frío.

Los aspectos ambientales a tener en cuenta hacen parte de los componentes ambientales incluidos dentro de la Tabla 4 y dentro del proceso de lavado en una lavandería son:

Emisiones de Gases, Generación de Olores, Generación de Ruido, Vertimientos con solventes (Detergentes, suavizantes, blanqueadores, etc.) y Residuos Inorgánicos.

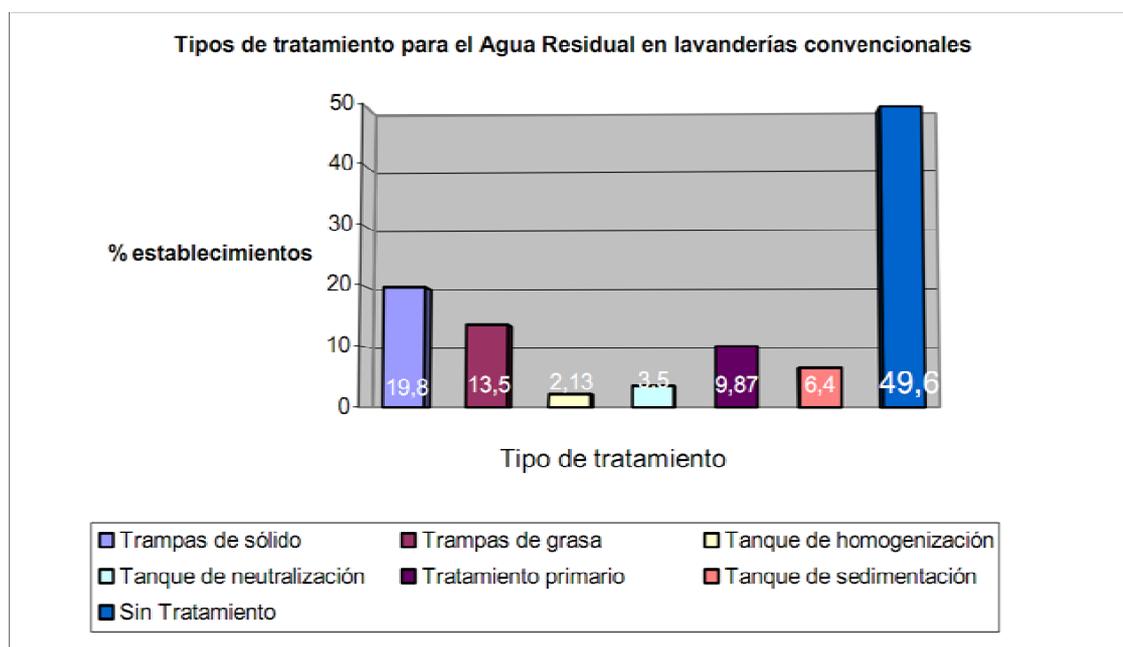
Basando la investigación de esta propuesta en el tratamiento de Emisiones de Gases específicamente CO2.

Una emisión atmosférica es la descarga de una sustancia o elemento al aire, en estado sólido, líquido o gaseoso, o en alguna combinación de éstos, proveniente de una fuente fija o móvil²⁰ que alteran la calidad del aire de la zona donde se encuentre esta. Durante el desarrollo de las actividades industriales, las emisiones de Compuestos orgánicos volátiles –COV's-²¹ y material particulado se generan al momento de utilizar solventes como el percloroetileno que pueden perjudicar la salud humana debido a su elevada toxicidad y capacidad cancerígena.

Dentro del proceso productivo del lavado de prendas de vestir según la tabla 1. Se puede apreciar que los procesos que generan un alto impacto ambiental dentro de las diferentes actividades que los generan son: Lavado en Frio y Planchado. A continuación se presentará una breve descripción del impacto generado por estos dos procesos.

Lavado En Frio: Dentro de este, las aguas residuales contienen tenso activos a causa del uso de detergentes o solventes. Estas aguas son vertidas directamente al sistema de alcantarillado sin haber sido sometidas a algún tratamiento primario o preliminar.

Ilustración 7 Tipos de tratamiento que se realiza a las Aguas residuales durante o después del proceso productivo.



Fuente: Departamento técnico Administrativo del Medio Ambiente DAMA

²⁰ Decreto 948 de 5 de junio de 1995. Ministerio de Medio Ambiente.

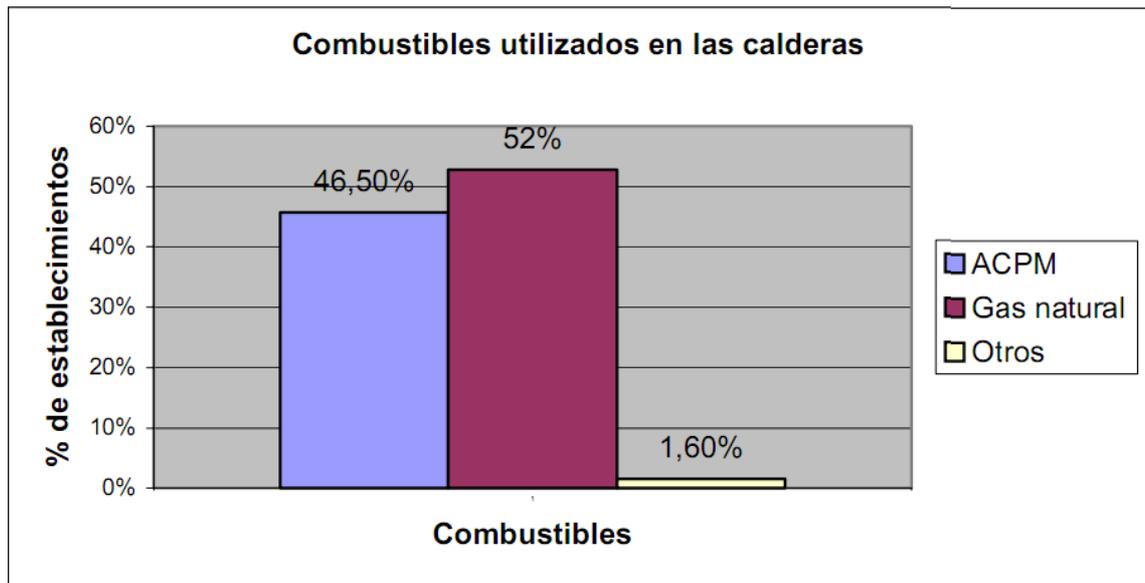
²¹ Resolución DAMA 391 de 2001

Planchado: Dentro de este proceso las emisiones de CO2 no solo superan lo estipulado por el DAMA así que no requiere permiso de emisiones atmosféricas.²²

No obstante se debe tener en cuenta que dentro de la actividad de planchado existe un alto consumo de vapor de agua, siendo este un contaminante influyente dentro del fenómeno de Calentamiento Global, pero que dentro de esta propuesta se dispondrá a tratar el CO2 generado por las calderas para el calentamiento de agua.

Siendo así el objetivo principal de este SST, se realizó una investigación para conocer el consumo de combustible en las calderas de las lavanderías convencionales representada en la ilustración 8.

Ilustración 8 Combustibles utilizados en las calderas



Fuente: Departamento técnico Administrativo del Medio Ambiente DAMA

En lavanderías convencionales el consumo de combustible ACPM y/o Gas Natural se genera a partir de calderas, las cuales para disminuir el impacto producido por las emisiones atmosféricas cuentan con unas chimeneas que deben someterse al Decreto 948 de 1995 del Ministerio del Medio Ambiente teniendo como factores a evaluar:

- Altura
- Calidad de Aire
- Tiempo de Funcionamiento

²²Resolución 619 de 1997. Ministerio de Medio Ambiente. 2011

Tabla 5 Consumo de Combustible en Calderas

Consumo de Combustible en Calderas		
Tipo de Establecimiento	ACPM	Gas Natural
Lavanderías Convencionales	112,8 Gls / mes	2414,43 m3 / mes
Lavanderías Industriales	—————	5488,36 m3/ mes

Fuente: Departamento técnico Administrativo del Medio Ambiente DAMA

3.2. MEDIDAS PREVENTIVAS

El sistema solar térmico básicamente consta de 2 elementos (ver Capítulo 2 - Expresión Gráfica):

- Tanque Almacenador
- Tubos al Vacío

Cuando el agua (Fría) del tanque empieza a fluir de manera descendente hacia los tubos y se acumula allí, ésta al ser expuesta a la irradiancia generada por el sol tiende a aumentar su temperatura y a causa de la diferencia de densidades respecto al agua fría que se encuentra almacenada en el tanque produciendo así un tránsito constante y permitiendo el calentamiento de la totalidad del agua en el sistema. La temperatura que puede alcanzar el agua a través del sistema solar térmico es de aproximadamente de 70 °C.

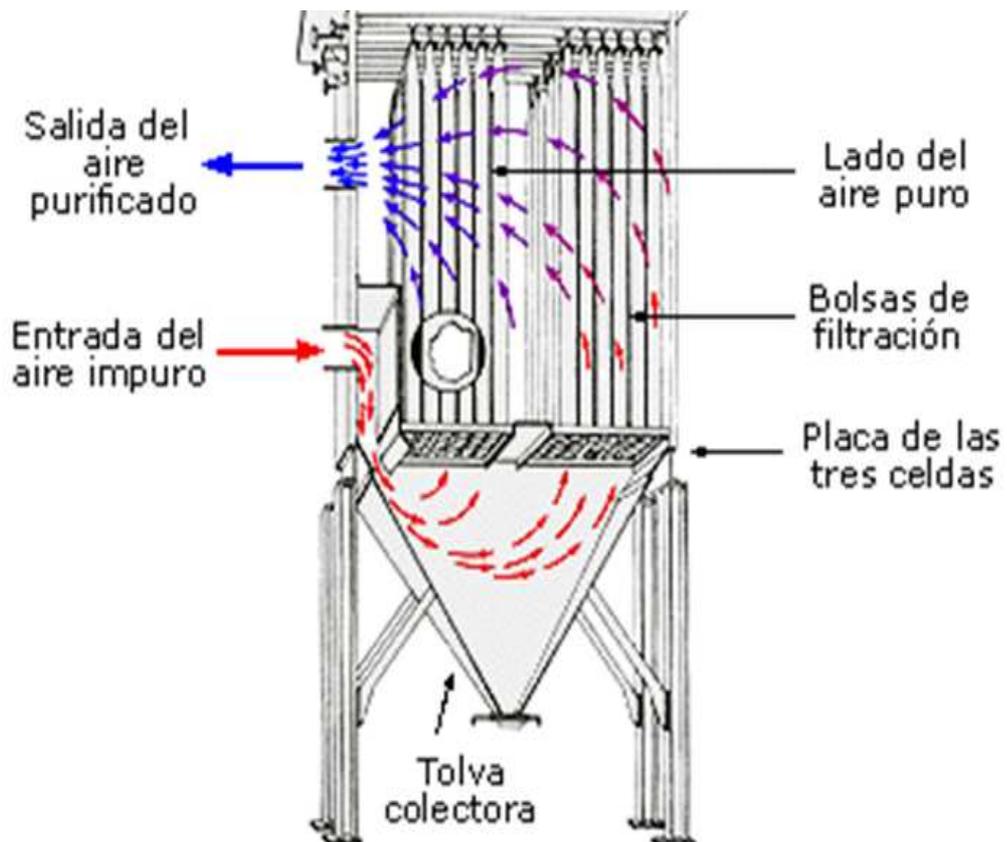
Luego de haber implementado el sistema solar térmico para el calentamiento del agua dentro del proceso de lavado, no habrá necesidad de calentar agua con algún combustible fósil así que las medidas preventivas harán parte del Plan de Seguridad Industrial estipulado por el establecimiento.

- A pesar del bajo nivel de olor que presentan las lavanderías en Bogotá, más del 90% de los establecimientos no utilizan los Elementos de Protección Personal (tapabocas, guantes, etc.) especialmente en el momento de utilizar solventes, que en su mayoría son volátiles, en el proceso de lavado en seco.
- El vapor es indispensable en la limpieza adecuada de la prendas, pero expone al empleado durante 8 horas al aumento de su temperatura corporal. Para esto se debe generar un Plan de Salud Ocupacional.

3.3. MEDIDAS CORRECTIVAS

Para disminuir las emisiones de CO₂ generadas por las calderas, ya contraladas por el Decreto 948 de 1995 del Ministerio del Medio Ambiente, se implementarían una serie de filtros de tela en las bocas de las chimeneas cuyo funcionamiento será como lo demuestra la ilustración 9.

Ilustración 9 Filtro de Tela



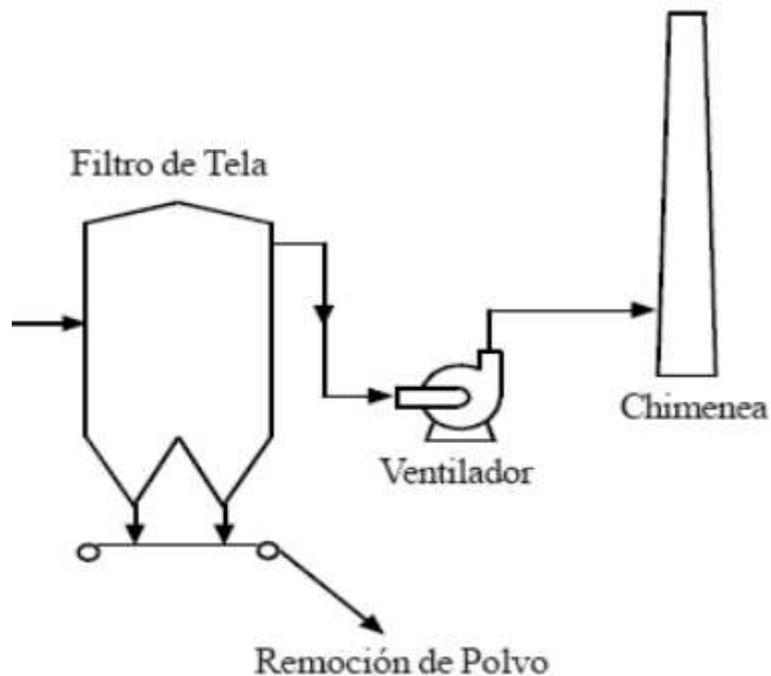
Fuente: www.miliarium.com

3.4. PARÁMETROS DE TRATAMIENTO DE EMISIONES DE CO2

El proceso de tratamiento de las emisiones generadas por las calderas se rige bajo un sistema que consta de 2 elementos básicamente²³: Filtro de tela, ventilador.

Donde el aire impuro cargado de CO₂ ingresa al filtro de tela generando una limpieza con aire a la inversa ayudado por un ventilador que generará un flujo de aire puro directo para la expulsión en la chimenea.

Ilustración 10 Proceso de limpieza con aire a la inversa



Fuente: www.miliarium.com

²³ AUREUM, Miliarium; Filtros de Tela
<http://www.miliarium.com/prontuario/MedioAmbiente/Atmosfera/FiltrosTela.htm> [Con acceso el 10-7-11]. 2004

4. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

4.1. APLICACIÓN DE LA TEORÍA MODERNA DEL MANTENIMIENTO

El mantenimiento resulta ser un conjunto de acciones encaminadas para asegurar e impedir el mal funcionamiento y deterioro de equipos, edificios, piezas, accesorios entre otros.

Para ello se requiere de recursos tanto físicos como humanos para que el mantenimiento sea eficaz y de esta manera garantizar la disponibilidad de equipos, edificios, piezas, accesorios y demás.

La implementación del este sistema solar térmico como cualquier otro equipo mecánico y eléctrico necesita de un mantenimiento preventivo para su buen funcionamiento y alargar su vida útil con el fin de reducir costos en mantenimiento correctivo y tal vez de la compra de un nuevo sistema.

La ficha técnica del sistema se puede ver en el anexo E.

4.1.1. FIJACIÓN DE OBJETIVOS EN EL MANTENIMIENTO

Objetivo General:

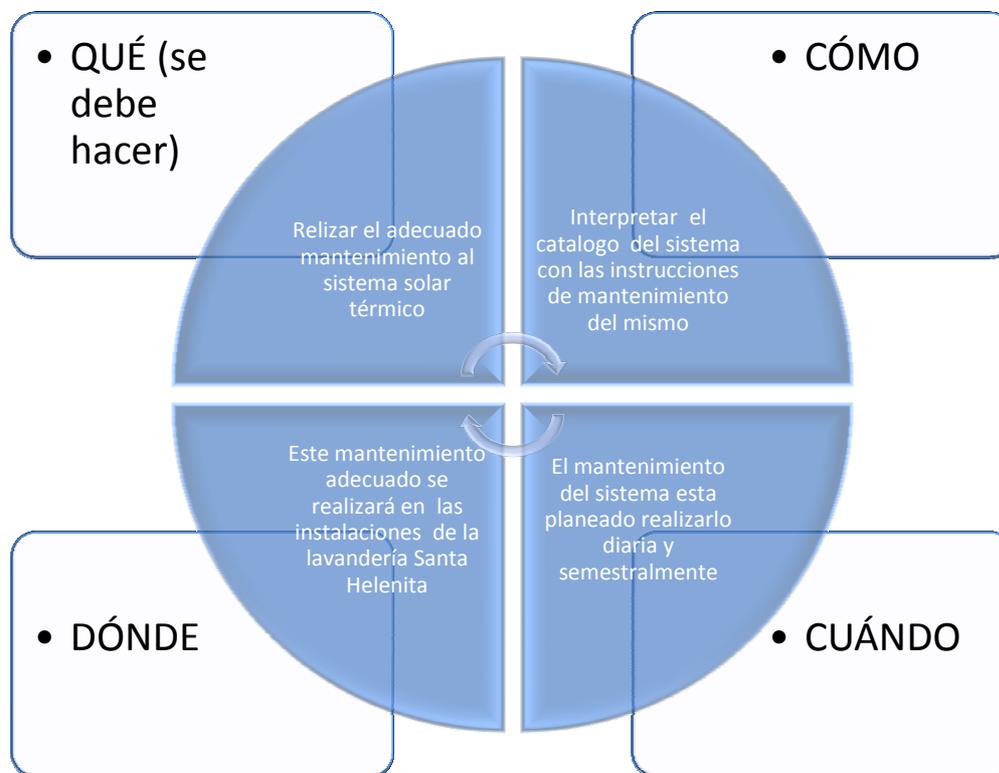
Establecer un mantenimiento adecuado al sistema solar térmico de la lavandería Santa Helenita.

Objetivos Específicos:

- Definir la ficha técnica del sistema solar térmico de la lavandería Santa Helenita.
- Crear una rutina de mantenimiento mecánica diaria y otra semestral.
- Garantizar la seguridad de los equipos.

4.1.2. PLANEACIÓN DEL MANTENIMIENTO

Ilustración 11 Planeación del mantenimiento



Fuente: Autores

4.1.3. EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO

La ejecución del mantenimiento planeado estará definida por las rutinas de mantenimiento preventivo diarias y semestrales. Ver Anexo B y C.

De esta manera se ofrece una buena alternativa de duración del sistema, inspeccionando, supervisando y verificando la condición de la unidad, además de detectar tempranamente la necesidad de una reparación, a lo cual hay tiempo para planear su ejecución.

4.1.4. EVALUACIÓN DEL MANTENIMIENTO

Para la evaluación del mantenimiento se deberán establecer herramientas como formatos de inspección y de gestión documental y su posterior análisis, así como la medición de indicadores universales de la gestión de mantenimiento. Estos son:

- TMEF: Tiempo medio entre fallas
- TMPR: Tiempo medio para la reparación
- TMPF: Tiempo medio para la falla
- CMPT: Costo de Mantenimiento por Facturación
- CMRP: Costo de Mantenimiento por Valor de Reposición

4.2. RUTINAS DE MANTENIMIENTO

Mecánicas: Ver anexo B y C

Eléctricas: Las rutinas de mantenimiento preventivo de instalaciones eléctricas en el sistema solar térmico no aplican pues de ninguna manera el sistema está en conexión eléctrica y por tanto no se requiere de esta rutina.

5. RESULTADOS

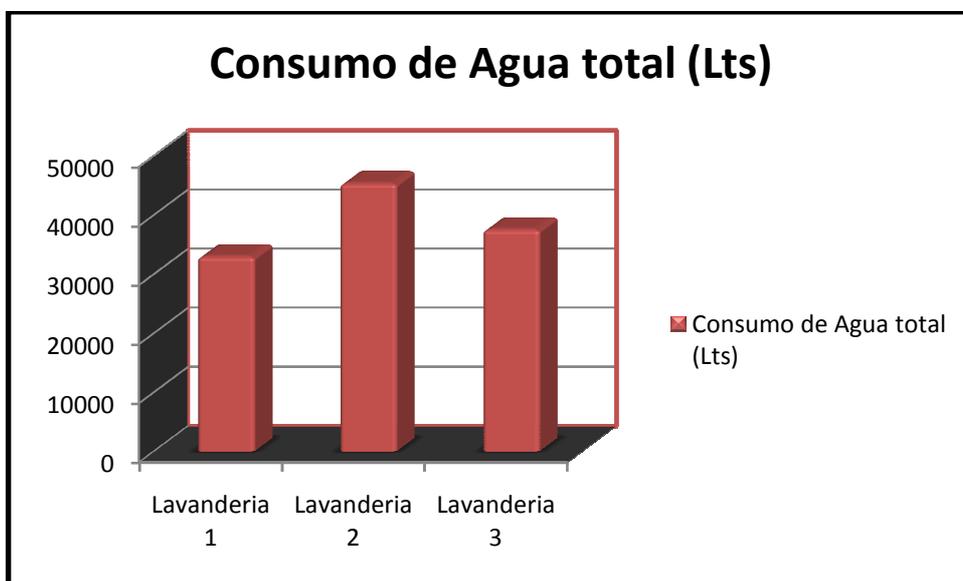
Tabla 6 Tabulación de los resultados de la encuesta

Encuesta realizada 3 lavanderías del barrio Santa Helenita

	Consumo de Agua total (Lts)	Consumo de agua Caliente (30%)	Temperatura requerida (Apróx)	Costo Total de agua mensual	Costo total de combustible
Lavandería 1	32930	9879	50	\$ 75.000,00	\$ 300.000,00
Lavandería 2	45320	13596	43	\$ 103.207,24	\$ 324.000,00
Lavandería 3	37513	11553,9	50	\$ 58.363,80	\$ 317.000,00
PROMEDIOS	38587,67	11676,30	47,67	\$ 78.857,01	\$ 313.666,67

Fuente: Autores

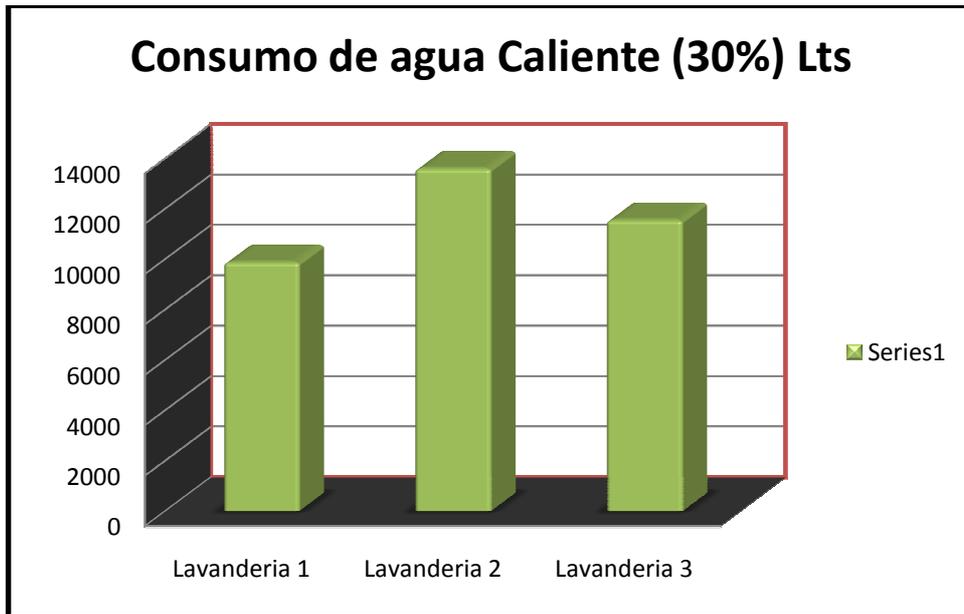
Ilustración 12 Consumo de Agua total



Fuente: Autores

El consumo de agua observado en las lavanderías donde se realizó el trabajo de campo, resulta ser similar; lo que indica que en las lavanderías convencionales se manejan los mismos procesos, y por ende se tienen consumos homogéneos.

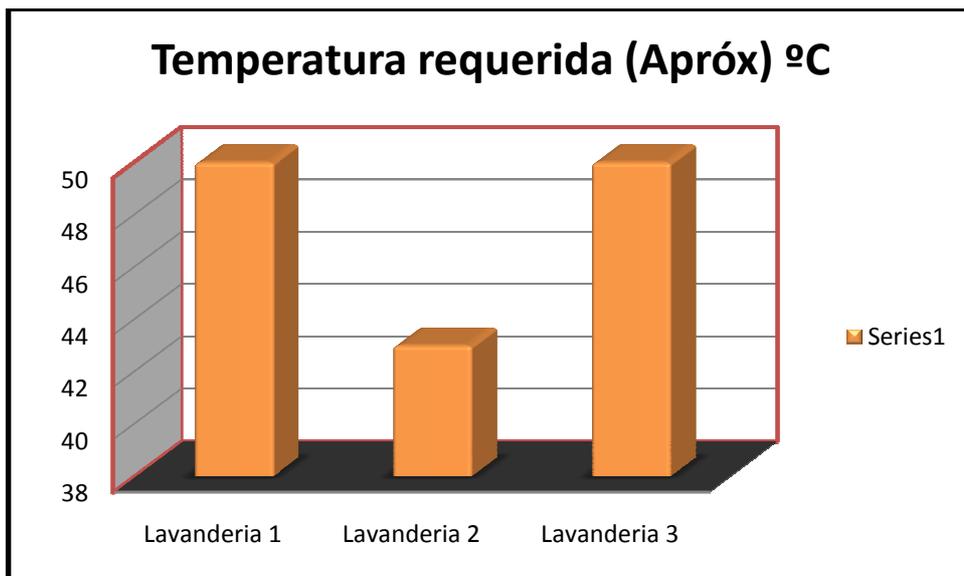
Ilustración 13 Consumo de agua Caliente (30%)



Fuente: Autores

En el proceso de lavado es necesario el consumo de agua caliente en la actividad concerniente al Planchado, ya que esta se realiza utilizando grandes cantidades de vapor de agua, el cual se obtiene mediante calderas a base de ACPM y/o GAS natural, es aquí donde se observa la necesidad de implementar nuevas alternativas para el calentamiento de agua, que permitan disminuir el consumo de combustibles fósiles y la generación de emisiones.

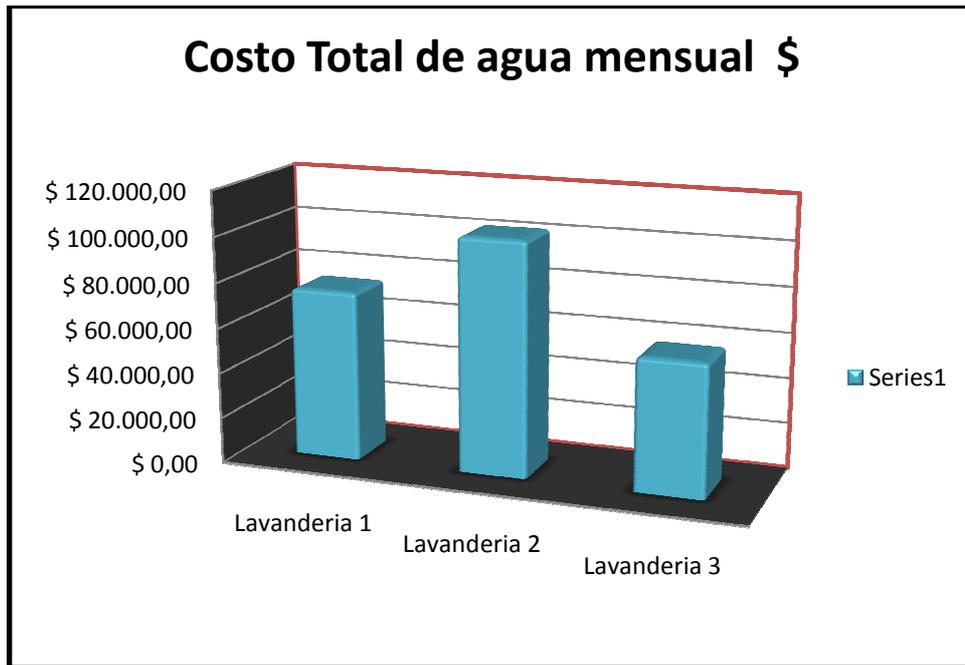
Ilustración 14 Temperatura requerida del agua Aprox. °C



Fuente: Autores

Se observa claramente una diferencia entre las lavanderías 1 y 3 con respecto a la 2, pero esta es bastante pequeña ya que oscila en un rango entre 40°C y 50°C, lo cuales dependen de la capacidad instalada, ya que mientras mejor sea el estado de las máquinas, menor temperatura requieres para el lavado.

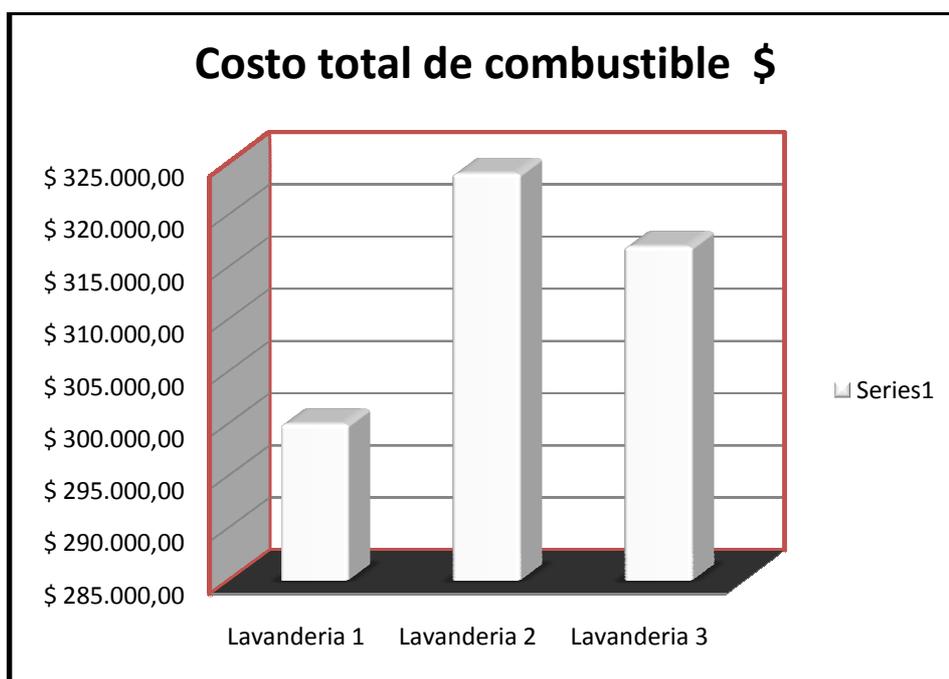
Ilustración 15 Costo total de agua mensual en pesos



Fuente: Autores

Los costos en el consumo de agua indican que una gran parte del ingreso se destina al pago del servicio de agua, lo cual es una buena razón para la implementación de un sistema que permita calentar el agua y de paso ayude a amortiguar los costos de operación (Combustible).

Ilustración 16 Costo total de combustible mensual en pesos



Fuente: Autores

Luego de realizar el trabajo de campo se observó que el consumo en cuanto a: agua, y combustible es similar en todas las lavanderías de convencional, aunque cabe resaltar que en algunos casos

6. CONCLUSIONES

- Al analizar los datos obtenidos con el trabajo de campo se afirmó que la actividad más contaminante dentro del proceso de lavado es el Planchado, ya que esta afecta cada uno de los componentes ambientales identificados dentro de la matriz de impacto ambiental.
- En el dimensionamiento se evidenció la necesidad de plantear la implementación de dos sistemas solares térmicos, debido a que la cantidad de agua caliente necesaria para la lavandería, supera la capacidad del tanque de almacenamiento.
- Para el planteamiento de la implementación del sistema solar térmico se buscó crear un método alternativo para el calentamiento de agua, es decir, el uso del sistema solar térmico en el día y la quema de combustible ACPM y/o Gas Natural en la noche, evidenciando que se genera una reducción considerable en el consumo del combustible y por ende una reducción de costos variables de producción.
- A pesar del planteamiento para la implementación del sistema solar térmico y el beneficio que otorga este, como la reducción de emisiones de CO₂. Cuando la lavandería inicie sus labores nocturnas (si las emplea) habría consumo de ACPM y/o Gas Natural, implicando así la propuesta de implementación de tratamiento de emisiones utilizando un sistema de Filtro de telas para reducir el impacto ambiental.

7. BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZGARCÍA, Jose. El proceso de Investigación para un Anteproyecto. Bogotá: 2001. 7 p. ISBN: 958-96803-9-9

ARIAS ÁVILA, Nelson. Diseño y Construcción de un Generador Prototipo de Energía Mediante Páneles Solares – Hidrógeno Celda de Combustible. Bogotá: Gente Nueva, 2000. 51 p.

Energía Solar Limpia, Glosario. 2010 Disponible en <http://www.cleanergysolar.com/2011/06/04/definiciones-%E2%80%93-glosario-solar-termica/> [Con acceso el 10-7-11]

FERNÁNDEZ HERMANA, Luis. Uso de la Energía Solar. España: Serbal, 1981. 122 p. ISBN: 84-85800-12-5.

IDEAM, Glosario. 2011 Disponible en <http://institucional.ideam.gov.co/jsp/loader.jsf?lServicio=Glosario&lTipo=user&lFuncion=main&> [Con acceso el 10-7-11]

Microsoft® Encarta® 2009 [DVD]. Microsoft Corporation, 2008. Requisitos del sistema: 1 Gb RAM, 2 Gb de espacio en disco duro, Actualizaciones disponibles en internet. www.microsoft.com

PETRI, Luis. 2010; Creando el Programa Provincial del Hidrógeno 2010. Disponible en: <http://www.luispetri.com.ar/proyectos/creando-el-programa-provincial-del-hidrogeno-a-fin-de-usarlo-como-combustible-y-energia-alternativa-no-contaminante/>.> [Con acceso el 9-7-11]

RODRÍGUEZ, Felipe P. Censo, caracterización y grado de satisfacción de los sistemas solares térmicos instalados en Colombia. RUECOLOR L.T.D.A., 1996. P. 12

RODRÍGUEZ, HUMBERTO M. Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas. Bogotá. Consultor Independiente. 2008

ZORRILLA ARENA, Santiago. Metodología de la Investigación. México: McGraw Hill, 1992. 16 p. ISBN: 970-10-0139-7

8. ANEXOS

ANEXO A. Encuesta de apoyo para el trabajo de campo

	ENCUESTA DE APOYO PARA EL TRABAJO DE CAMPO	TECNOLOGÍA EN GESTIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES
---	--	--

1. En promedio cual es el consumo mensual de agua en m³ de la lavandería
Caliente: _____ Fría: _____
2. Que combustible usa actualmente la lavandería para el calentamiento de agua

Que cantidad de combustible requiere mensualmente para el desarrollo del proceso de lavado
3. _____
4. A que temperatura requiere estar el agua en el proceso de lavado

5. En promedio, cual es el costo mensual de agua

6. En promedio, cual es el costo mensual de combustible

7. La lavandería usa algún tratamiento de aguas residuales

Fuente: Autores

ANEXO B. Rutina de mantenimiento diario

	RUTINA DE MANTENIMIENTO MECÁNICA DIARIA DEL COLECTOR SOLAR TÉRMICO	CÓDIGO: RMD-01-01	
		REVISIÓN No:	
		FECHA DE REVISIÓN:	
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO			
NOMBRE	Sistema Solar Térmico no Forzado		
MODELO	58-18-150		
CAPACIDAD DEL ESTANQUE	150 Litros		
UBICACIÓN	Techos y Terraza		
ESPECIFICACIONES DEL COLECTOR (Diámetro x No. De tubos x Largo)	58mm x 18 x 1800mm		
TAREAS ESTÁNDARES			
	TAREA	PARÁMETROS DE COMPARACIÓN	TIEMPO
1.	Limpieza de Cristal		10 Minutos
2.	Revisión temperatura	Temperatura (30°-50°)	30 Segundos
3.	Revisión de fugas de agua en los tubos colectores		5 Minutos
4.	Comprobación de la ausencia de Humedad		1 Minuto
	TAREA	HERRAMIENTAS	
1.		Valle tilla, Limpia Vidrios, Toalla Absorbente	
2.		Pistola infrarroja de temperatura	
3.			
4.			
NORMAS DE SEGURIDAD			
Es indispensable el uso de gafas protectoras, guantes protectores, tapabocas y zapatos antideslizantes. El operario que realiza el mantenimiento tendrá que estar sujeto por un arnés por una estructura firme.			
ELABORÓ:		REVISÓ:	APROBÓ:

Fuente: Autores

ANEXOC. Rutina de mantenimiento semestral

		RUTINA DE MANTENIMIENTO MECÁNICA SEMESTRAL DEL COLECTOR SOLAR TÉRMICO		CÓDIGO: RMD-01-01	
				REVISIÓN No:	
				FECHA DE REVISIÓN:	
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO					
NOMBRE		Sistema Solar Térmico no Forzado			
MODELO		58-18-150			
CAPACIDAD DEL ESTANQUE		150 Litros			
UBICACIÓN		Techos y Terraza			
ESPECIFICACIONES DEL COLECTOR (Diámetro x No. De tubos x Largo)		58mm x 18 x 1800mm			
TAREAS ESTÁNDARES					
TAREA		PARÁMETROS DE COMPARACIÓN		TIEMPO	
1.	Revisión la acumulación de lodos de la parte inferior del estanque			25 Minutos	
2.	Verificar si existe taponamiento parcial del campo de tubos captadores			30 Minutos	
3.	comprobación de desgaste de SST			10 Minutos	
4.	Comprobación del buen funcionamiento			40 Minutos	
4.	Purgado del Sistema			50 Minutos	
TAREA		HERRAMIENTAS			
1.		Llaves, Espátulas			
2.		Llaves, Espátulas, Sonda			
3.		Inspección visual			

	RUTINA DE MANTENIMIENTO MECÁNICA SEMESTRAL DEL COLECTOR SOLAR TÉRMICO	CÓDIGO: RMD-01-01
		REVISIÓN No:
		FECHA DE REVISIÓN:
4.	Inspección visual, sistema solar térmico no forzado	
NORMAS DE SEGURIDAD		
Es indispensable el uso de gafas protectoras, guantes protectores, tapabocas y zapatos antideslizantes. El operario que realiza el mantenimiento tendrá que estar sujeto por un arnés por una estructura firme.		
ELABORÓ:	REVISÓ:	APROBÓ:

Fuente: Autores

ANEXO D. Cotización sistema solar térmico

		Avemar Energy			
COTIZACIÓN No.		001			
Dirección Cra 22 # 75-86 Ciudad Bogotá Teléfono 2126430 Nombre: Alfonso Rodriguez Perez		Email bobbyalfonso@hotmail.com			
		Fecha Solicitud	06-07-11		
		Número de Cliente	001		
Solicitado por:	Juan Camilo López Briceño				
Producto	Cantidad	Descripción	Unidades	Precio / unidad	Precio
1	2	SST (Sistema Solar Térmico)		\$ 4.000.000	\$ 8.000.000
2	1	Paquete de Tuberías y accesorios		\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
3		Montaje		\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
4					
5					
6					
7					
8					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
<i>Si tiene alguna duda sobre este presupuesto</i>			Subtotal		\$ 10.000.000
			16% IVA		\$ 1.600.000
			Costes de Envío Seguro		
			Total		\$ 11.600.000

Fuente: Autores

ANEXO E. Ficha técnica del sistema solar térmico

FICHA TÉCNICA DEL SISTEMA SOLAR TÉRMICO	
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO	
NOMBRE	Sistema Solar Térmico no Forzado
MODELO	58-18-150
CAPACIDAD DEL ESTANQUE	150 Litros
UBICACIÓN	Techos y Terraza
ESPECIFICACIONES DEL COLECTOR (Diámetro x No. De tubos x Largo)	58mm x 18 x 1800mm
	

FUENTE: Autores