



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"ZARAGOZA"



INGENIERÍA QUÍMICA
.....

"DESARROLLO DE UNA MEZCLA COLABLE AISLANTE TÉRMICA, A PARTIR DE CENIZAS DE BIOMASA VEGETAL PARA UTILIZARSE EN COLECTORES TÉRMICOS SOLARES DE PLACA PLANA"

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO QUÍMICO

PRESENTA:

JACINTO HERNÁNDEZ ELIZABETH

MEDINA FLORES DIANA

DIRECTOR DE TESIS:

DR. ALEJANDRO ROGEL RAMÍREZ

MÉXICO, D.F., 2012.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



AGRADECIMIENTOS:

Hoy, al ver casi por concluir una de las más importantes metas en mi vida y ver el resultado de grandes sacrificios, agradezco a todas aquellas personas que han estado conmigo y que me apoyaron, siendo este hecho muy significativo para mí.

Gracias Dios: Por permitirme vivir con unos padres admirables, unos hermanos únicos, haber permitido que encontrara el amor, prestarme una angelita hermosa y rodearme de personas buenas.

A mis padres, Felipe y Cristina: Gracias por haberme dado la vida, por haberme formado con amor, esfuerzo, constancia, valor y dedicación, por tantos regaños y correcciones, siendo estos necesarios para regresar al buen camino, por aún seguir al pendiente y estar dispuestos a ayudar en lo que fuese necesario, ¡¡los quiero!!.

A mis hermanos Felipe, Héctor, Gerardo y Angélica: Por tantos momentos juntos, por tantas alegrías y tristezas y sobretodo por estar conmigo; Gerardo, gracias por compartirme tu conocimiento y apoyarme en todo lo que estuviese a tu alcance; Angie, gracias por ayudarme a cuidar a Andy.

A mi esposo Cesar: Gracias por todo tu amor, por tu comprensión y tu apoyo, este es uno de mis sueños y tu lo hiciste tuyo para poder realizarlo, tantos desvelos, aprietos, apuraciones hoy se ven reflejados, eres una gran persona que da todo sin pedir a cambio, eres admirable por ese espíritu de nobleza que tienes. Aún tenemos tantos proyectos juntos por lograr y una vida por recorrer, y eso me hace muy feliz, Te amo.

A mi hija, Andrea Elizabeth: A ti mi princesita te agradezco infinitamente el hecho de haber llegado a mi vida, con tanta fuerza y valor me has enseñado a luchar por la vida, gracias por existir, eres y serás mi más grande inspiración y motivo para seguir luchando.

A mi asesor de Tesis, Dr. Alejandro Rogel Ramírez: Gracias por brindarme todo el apoyo necesario para llevar acabo este proyecto, por su disposición para aclarar cualquier cuestión y por su comprensión cuando me era imposible seguir trabajando.

A todos mis profesores, por sus enseñanzas y paciencia; a **mis familiares,** por estar al pendiente de lo que se ofrezca y darme ánimos cuando veía esto algo tan difícil de lograr; y a **mis amigos** porque en algún momento de nuestras vidas compartimos tantas preocupaciones, enojos, alegrías y logros.

Gracias a todos ustedes que han hecho de esto una realidad, me siento orgullosa de haber estado o estar con ustedes y me honra que hayan dedicado en algún momento un pensamiento para mí.

ELIZABETH JACINTO HERNÁNDEZ



Gracias a la vida por haberme dado unos padres tan maravillosos que me han apoyado en todo, en cada paso que doy, triunfo o fracaso, mis padres **DAVID y MARIA ELENA** que me han dado todo lo que a su alcance han tenido, nunca me han negado nada, siempre con una sonrisa un beso o un abrazo me han dado todo su apoyo sin importarles nada son mas que mis padres son mis compañeros, son mis amigos, los quiero mucho porque todo lo que soy se los debo a ustedes a su sacrificio diario, pero sobre todo a ese amor que siempre me han dado, se que sus ilusiones están en mí, espero nunca defraudarlos, los quiero mucho.

A dos pilares que hoy ya no están aquí, pero sé que donde quiera que se encuentren están muy orgullosas, mis abuelitas **PIME**, quien compartió conmigo muchos momentos especiales, mi abue **ELENA** quien sin pensar siempre me apoyo en todo, nunca me negó nada, siempre busco la manera de ayudarme, guiarme y apoyarme en todo... Aun duelen sus partidas.

MARIANO Y ANDY, mis hermanos que siempre han compartido conmigo los mejores momentos de la vida, son mis cómplices de aventuras, **ANDY** tu sabes bien lo que esto significa este logro por el que tanto luche, tu sabes que cuentas conmigo siempre... **LOS QUIERO**

BRITANY, la pequeña que con una sonrisa me alegra el día, tu llegada fue motivante, espero algún día ser tu motivación, también espero que tu llegues aun más lejos que yo, eres una pequeña muy especial e importante, te quiero..

MIGUEL mi novio, amigo y compañero a quien quiero de una forma especial, quien no me ha negado nunca nada y sin pensar comparte todo lo que tiene conmigo, me ayuda, me comprende y me entiende, y siempre me da un abrazo un beso mucho cariño te quiero gracias.

ELY mi compañera de risas, tareas, criticas, hoy eres parte de este logro y porque nada sería lo mismo, tu mejor que nadie sabe que esto no fue nada fácil, pero lo logramos.

Dr. ALEJANDRO ROGEL quien me permitió ser parte de uno de sus proyectos, con quien aprendí muchas cosas, y porque cada platica con él es muy motivante, y lo seguirá siendo. Le agradezco todo lo que compartió conmigo. **GRACIAS DE CORAZON.**

Todos y cada uno han sido, y serán parte de este logro, se los agradezco, porque nada sería igual, los quiero mucho, también les agradezco a los que no mencione pero saben que son parte de este gran logro en mi vida, como mi tío **ELOY**, mi tío **FRANCISCO** y mi tía **FRANCISCA**. Los quiero mucho... son muy importantes y especiales.

DIANA MEDINA FLORES



Contenido

Resumen ¡Error! Marcador no definido.

Introducción ¡Error! Marcador no definido.

CAPÍTULO 1

1. Generalidades	4
1.1. Historia de las energías renovables	¡Error! Marcador no definido.
1.2. Panorama mundial de las energías renovables	5
1.2.1. Energía solar	6
1.2.2. Energía eoloéctrica	8
1.2.3. Energía eólica marina	8
1.2.4. Energía solar fotovoltaica	8
1.2.5. Energía geotérmica	11
1.2.7. Energía eólica	11
1.2.8. Energía de biomasa	¡Error! Marcador no definido.
1.2.9. Energía hidroeléctrica	¡Error! Marcador no definido.
1.2.10. Energía del océano	¡Error! Marcador no definido.
1.3. Concentradores solares	¡Error! Marcador no definido.
1.4. Capacidad eléctrica de las energías renovables	¡Error! Marcador no definido.
1.5. Concentración de energía solar térmica	¡Error! Marcador no definido.
1.6. Mercado de calentamiento y enfriamiento	¡Error! Marcador no definido.
1.7. Calefacción por biomasa	¡Error! Marcador no definido.
1.8. Calefacción y refrigeración solar	¡Error! Marcador no definido.
1.9. Mercado de combustible para transporte	18
1.9.1. Etanol	18
1.9.2. Biodiesel	19
1.10. Situación de energías renovables en nuestro país	19
1.10.1. Planeación sector eléctrico	¡Error! Marcador no definido.
1.10.2. Situación actual en el país	24



1.10.3. Sustentabilidad de la energía	28
1.11. Organismos a nivel mundial que intervienen en las energías renovables.....	28
1.12. Proyectos o apoyos para energías renovables	¡Error! Marcador no definido.
1.12.1. SENER	30
1.12.2. CRE	30
1.12.3. FIRCO	31
1.12.4. CFE.....	31
1.12.5. PSE.....	31
1.12.6. CONAE	31
1.12.7. IIE	31
1.12.8. SEMARNAT	31
1.12.9. SEDESOL	31
1.12.10. Ejemplos de proyectos	32
1.13. Normatividad de energías renovables	34
1.13.1. Constitución	34
1.13.2. Ley de aprovechamiento de las energías renovables y el financiamiento de la transición energética (LAERFTE).....	34
1.13.3. Ley de promoción y desarrollo de bioenergéticos.....	¡Error! Marcador no definido.
1.13.4. Ley para el aprovechamiento sustentable de la energía (LASE).....	¡Error! Marcador no definido.
1.13.5. Normas y especificaciones técnicas	¡Error! Marcador no definido.
1.13.6. Normas para calentadores solares de agua.....	¡Error! Marcador no definido.

CAPÍTULO 2

2. Colectores solares.....	¡Error! Marcador no definido.
2.1. Colectores estacionarios.....	¡Error! Marcador no definido.
2.1.1. Colectores solares placa plana	39
2.1.2. Colectores parabólicos compuestos estacionarios.....	42
2.1.3. Colectores de tubo.....	43
2.2. Colectores de concentración de seguimiento solar.....	44

CAPÍTULO 3



3. Aislantes	46
3.1. Tipos y funciones del aislamiento	46
3.1.1. Aislamiento acústico.....	46
3.1.2. Aislamiento higrométrico.....	47
3.1.3. Aislamiento de protección contra incendio.....	¡Error! Marcador no definido.
3.1.3. Aislamiento térmico.....	¡Error! Marcador no definido.
3.1.3.1 Poliestireno extruido.....	48
3.1.3.2 Lanás minerales.....	48
3.1.3.3 Fibras de poliéster.....	48
3.1.3.4 Aglomerados de fibras vegetales.....	48
3.2. Selección del material aislante.....	48
3.3. Requisitos de los termoaislantes.....	49
3.4. Normas que deben cumplir los materiales aislantes.....	50
3.5. Normas técnicas que deben cumplir los materiales aislantes.....	51
3.6. Clasificación y usos actuales de la ceniza.....	52

CAPÍTULO 4

4. Parte experimental	55
4.1. Material o recursos.....	55
4.2. Métodos.....	55
4.3. Resultados.....	57
4.4. Análisis de resultados.....	88
Conclusiones y Recomendaciones	89
Anexo	90
Bibliografía	94



Relación de Figuras

FIGURA 1. 1.- Distintos tipos de energía proporcionada por el sol	Error! Marcador no definido.
FIGURA 1. 2.- Tasa de crecimiento promedio anual de capacidad de energías renovables en 2004- 2009	7
FIGURA 1. 3.-Capacidad de energía renovable: El mundo en desarrollo, Estados Unidos y los primeros seis países 2009	7
FIGURA 1. 4.-Capacidad de energía eólica, los diez principales países en 2009	8
FIGURA 1. 5.-Energía solar fotovoltaica capacidad mundial actual 1995 - 2010	9
FIGURA 1. 6.-Energía solar fotovoltaica, principales países en 2010	9
FIGURA 1. 7.-Capacidad de energía solar fotovoltaica del mundo actual 1995 - 2009	10
FIGURA 1. 8.-Energía solar fotovoltaica, principales seis países del 2009	10
FIGURA 1. 9.-Capacidad de energía eólica mundial en el periodo 1996 - 2010	12
FIGURA 1. 10.-Capacidad de energía eólica, diez principales países en 2010	12
FIGURA 1. 11.- crecimiento proyectado de energías renovables	13
FIGURA 1. 12.- Capacidad mundial instalada por tipo de energía renovable	14
FIGURA 1. 13.-Costo de producción de electricidad de energías renovables	14
FIGURA 1. 14.-tasa de crecimiento promedio anual de capacidad de energías renovables	15
FIGURA 1. 15.- participación de energías renovables de producción de electricidad mundial en 2010	16
FIGURA 1. 16.- Capacidad de energía renovable del mundo en desarrollo de los Estados Unidos y los cinco principales países, en 2010	16
FIGURA 1. 17.- Calentamiento solar agregado los principales doce países en 2009	18
FIGURA 1. 18.- Producción de etanol y bioetanol 2000 - 2010	18
FIGURA 1. 19.- Evolución de la participación de fuentes de energía en la generación de electricidad en México 1933 – 2017 (incluye la generación para servicio público y de particulares)	20
FIGURA 1. 20.- Energía eólica en México	22
FIGURA 1. 21.-Planeación del sector eléctrico	25
FIGURA 1. 22.- Evolución de la capacidad del Sistema Eléctrico Nacional	Error! Marcador no definido.
FIGURA 1. 23.-Nueva infraestructura de generación 2007 - 2017	26
FIGURA 1. 24.- Tendencias de emisiones	27
FIGURA 1. 25.- Tendencias de emisiones de CO2	27
FIGURA 2. 1.- Circulación de agua dentro de un colector solar de placa plana	40
FIGURA 2. 2.- Diagrama esquemático de un colector parabólico compuesto	43
FIGURA 2. 3.- Diagrama esquemático de un colector de tubos de vacío	43



FIGURA 3. 1.-Temperaturas de operación de algunos materiales aislantes.....	51
FIGURA 4. 1.- Esquema del dispositivo a microescala del termotanque.....	56
FIGURA 4. 2.- Termo tanque aislado termicamente con una mezcla de ceniza.	85
FIGURA 4. 3.- Termo tanque aislado termicamente con una mezcla de ceniza.	85
FIGURA 4. 4.- Termo tanque aislado termicamente con una mezcla de ceniza.	86
FIGURA 4. 5.- Termo tanque aislado termicamente con una mezcla de ceniza y unicol.	86
FIGURA 4. 6.- Termo tanque aislado termicamente con una mezcla de ceniza y unicol	86
FIGURA 4. 7.- Termo tanque aislado termicamente con una mezcla de ceniza y unicol	87
FIGURA 4. 8.- Termo tanque aislado termicamente con una mezcla de ceniza (en menor proporción) y unicol	87
FIGURA 4. 9.- Termo tanque aislado termicamente con una mezcla de ceniza (en menor proporción) y unicol.....	87
FIGURA 4. 10.- Termo tanque aislado termicamente con una mezcla de ceniza (en menor proporción) y unicol.....	88

Relación de Tablas

TABLA 1. 1.-producción de la central La Venta II en 2007.....	22
TABLA 1. 2.-Capacidad MW en 2006 - 2016.....	24
TABLA 3. 1.- Algunas conductividades de materiales.	49
TABLA 4. 1.- Calentamiento de aceite 20 – 80 °C.....	57
TABLA 4. 2.- Enfriamiento 85 – 30 °C.....	58
TABLA 4. 3.- Temperatura a 3 cm de distancia del centro (calentamiento)	59
TABLA 4. 4.- Temperatura a 6 cm de distancia del centro (calentamiento)	60
TABLA 4. 5.- Temperatura a diferentes distancias.....	60
TABLA 4. 6.- Datos de termo tanque y envolvente.....	61
TABLA 4. 7.- Propiedades del agua	61
TABLA 4. 8.- Datos correspondientes al 11 DE MAYO CENIZA.....	64
TABLA 4. 9.- Datos correspondientes al 17 DE MAYO CENIZA	65
TABLA 4. 10.-Datos correspondientes al 14 DE JUNIO CENIZA.....	66
TABLA 4. 11.- Datos correspondientes al 16 DE JUNIO CENIZA.....	67
TABLA 4. 12.- Datos correspondientes al 25 DE JULIO CENIZA.....	68
TABLA 4. 13.- Datos correspondientes al 26 DE JULIO CENIZA.....	69
TABLA 4. 14.- Datos correspondientes al 28 DE JULIO CENIZA	70
TABLA 4. 15.-Datos correspondientes al 11 DE AGOSTO CENIZA.....	71
TABLA 4. 16.-Datos correspondientes al 17 DE AGOSTO CENIZA.....	73
TABLA 4. 17.- Datos correspondientes al 18 DE AGOSTO CENIZA	74



TABLA 4. 18.-Datos correspondientes al 23 DE AGOSTO CENIZA	75
TABLA 4. 19.-Datos correspondientes al 24 DE AGOSTO CENIZA	76
TABLA 4. 20.- Datos correspondientes al 31 DE AGOSTO CENIZA	77
TABLA 4. 21.- Datos correspondientes al 01 DE SEPTIEMBRE CENIZA Y UNCEL.....	78
TABLA 4. 22.- Datos correspondientes al 06 DE SEPTIEMBRE CENIZA Y UNCEL.....	79
TABLA 4. 23.- Datos correspondientes al 07 DE SEPTIEMBRE BOLSA.....	80
TABLA 4. 24.- Datos correspondientes al 08 DE SEPTIEMBRE CENIZA Y UNCEL.....	81
TABLA 4. 25.- Datos correspondientes al 13 DE SEPTIEMBRE ESPUMA DE POLIURETANO	82
TABLA 4. 26.- Datos correspondientes al 22 DE SEPTIEMBRE ESPUMA DE POLIURETANO	83
TABLA 4. 27.- Datos correspondientes al 17 DE SEPTIEMBRE ESPUMA DE POLIURETANO	84



Resumen:

El presente trabajo muestra una nueva alternativa para el aislamiento térmico: la ceniza. En la actualidad, la ceniza es considerada un desecho, inservible, necesitamos encontrar un nuevo uso para los diferentes desechos que generamos y así poder contribuir al medio ambiente un poco todo el daño que se le ha generado.

La contaminación ambiental es hoy en día un tema de sumo interés para la humanidad, el uso de energías renovables cada día toma mayor fuerza, poder sustituir a los combustibles tradicionales por medio de energías que no generan daños es un objetivo primordial.

Este trabajo esta enfocado a los sistemas de captación solar para calentamiento de agua para uso domestico, específicamente en el aislamiento del termo – tanque, esto con la finalidad de poder utilizar el agua que ha sido calentada por el sol al día siguiente o en un día nublado.

El primer capitulo da un panorama general de las energías renovables a nivel mundial, describe cada tipo y su situación actual en cuanto a desarrollo. Así como también menciona que está pasando en México y cuales son los proyectos con los que se está trabajando.

El segundo capitulo detalla los tipos de colectores solares, haciendo énfasis en los colectores solares de placa plana así como en sus componentes.

El tercer capitulo recopila la información actual de los aislantes comerciales existentes y da una idea general sobre la ceniza.

En el cuarto y último capitulo se describe la parte experimental, se hicieron diferente pruebas con un termo - tanque fabricado a escala con una capacidad de 2.3 litros, dicho termo – tanque se aisló con diferentes mezclas de materiales de desecho (ceniza principalmente, Unicel y bolsas de plástico), en diferentes proporciones y se calculó la conductividad térmica de tales mezclas.

Finalmente se muestra las conclusiones y recomendaciones para mejorar la eficiencia del aislamiento y poder usarlo para los fines que se pensó.



Introducción

El sol es una esfera de materia gaseosa de calor intenso, con un diámetro de 1.39×10^9 m. Sólo una pequeña fracción de 1.7×10^{14} kW de la radiación total emitida es interceptada por la tierra. Sin embargo, incluso con esta pequeña fracción se estima que con 30 minutos de la radiación solar que cae sobre la tierra se abastecería la demanda mundial de energía durante un año.

Básicamente, todas las formas de energía en el mundo son de origen solar: petróleo, carbón, gas natural y los bosques. Estos fueron producidos originalmente por los procesos fotosintéticos, seguido por reacciones químicas complejas en las que fue sometida la vegetación en descomposición a temperaturas y presiones muy altas durante un largo período de tiempo.

La contaminación depende del consumo de energía. En la actualidad el consumo mundial diario de petróleo es de 76 millones de barriles. A pesar de las consecuencias bien conocidas de la combustión de combustibles fósiles sobre el medio ambiente, se espera que aumente a 123 millones de barriles diarios para el año 2025. Hay un gran número de factores que son importantes en la determinación del nivel futuro del consumo de energía y la producción. Estos factores incluyen el crecimiento de la población, el desempeño económico, los gustos del consumidor y los desarrollos tecnológicos.

Los beneficios derivados de la instalación y operación de sistemas de energía renovable se pueden distinguir en tres categorías: ahorro de energía, generación de nuevos puestos de trabajo y la disminución de la contaminación ambiental.

El beneficio de ahorro de energía se deriva de la reducción en el consumo de la electricidad y/o diesel que se utilizan convencionalmente para proporcionar energía. Este beneficio se puede traducir directamente en unidades monetarias de acuerdo a la producción correspondiente o evitando los gastos de capital para la compra de combustibles fósiles importados. Otro factor que es de gran importancia en muchos países es la capacidad de las tecnologías de energía renovable para generar puestos de trabajo. La penetración de una nueva tecnología conduce al desarrollo de nuevas actividades productivas que contribuyen a la distribución de la producción de mercado y el funcionamiento de los equipos pertinentes. Específicamente en el caso de la creación de empleos para la energía solar se refiere principalmente a la construcción e instalación de los colectores.

Las energías renovables son aquellas cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable por la humanidad, y que se regeneran naturalmente, por lo que se encuentran disponibles de forma continua. Las fuentes renovables de energía perdurarán por miles de años. Las energías renovables se pueden clasificar de distintas formas: por su origen primario de la energía, por el nivel de desarrollo de las tecnologías y por las aplicaciones de las energías.



Ahora bien, el calentamiento solar del agua para consumo doméstico, es una alternativa para sustituir los calentadores tradicionales (eléctricos, de gas, etc.), es una opción atractiva, si se toma en cuenta las bajas temperaturas a las que se requiere (40°C a 60°C), además, desde el punto de vista de ahorro energético es la opción más favorable, ya que en estos sistemas, la fuente de calor es la radiación solar, que sustituye los combustibles fósiles ó la electricidad.

El presente trabajo muestra una alternativa como aislante térmico, la selección fue la ceniza esto debido a que se tienen en abundancia materiales de desecho, por algunas características generales se consideran potenciales aislantes térmicos de bajo costo, que no se han investigado desde esta perspectiva. Aparece entonces el interés por determinar la conductividad térmica de diversos materiales sólidos a las temperaturas de trabajo para su evaluación como aislantes.

Se escogió para este estudio, un desecho industrial: las cenizas de carbón. Esto debido a que las tecnologías más usadas en México son los fogones tradicionales de leña, utilizados para cocción y para calefacción en viviendas rurales y de pequeñas ciudades. La biomasa se utiliza además en varias aplicaciones industriales: la energía contenida en productos de biomasa o derivados de la biomasa tales como el bagazo de caña, el licor negro, el biogás y distintos residuos agrícolas y agroindustriales que son utilizados en industrias.

Hipótesis

Se puede construir un captador térmico solar de placa plana con aislantes térmicos desarrollados a partir de desechos de biomasa vegetal volatilizada que tenga una eficiencia global técnica y un costo competitivo con los colectores térmicos solares disponibles en el mercado nacional, aprovechando el potencial de irradiación disponible en nuestro territorio nacional.

Objetivo

El presente trabajo tiene la finalidad de crear las bases necesarias para un nuevo aislante térmico colable, a partir de lo que muchos consideran un desecho en este caso la ceniza de biomasa, esto será cumpliendo varias características demandadas por la sociedad como por ejemplo bajo costo, innovador, eficiente pero sobre todo estará al alcance de cualquier persona que lo desee.



CAPITULO I

1. Generalidades

1.1 Historia

La idea de utilizar colectores de energía solar para aprovechar la energía del sol se registra desde los tiempos prehistóricos.

Las primeras aplicaciones de la energía solar inician con el uso de colectores de concentración, que por su naturaleza (la construcción de forma precisa) y su función en seguir el sol, son más "difíciles". Durante el siglo XVIII, se construían hornos solares con hierro fundido, cobre y otros metales con los que se fabricaban lentes de vidrio y espejos. Los hornos estaban en uso en toda Europa y el Medio Oriente. Un horno diseñado por el científico francés Antoine Lavoisier, alcanzó la temperatura notable de 1750 °C.

Durante el siglo XIX los intentos de convertir la energía solar en otras formas, por ejemplo la generación de vapor a baja presión para operar las máquinas de vapor.

En 1875, Mouchot realizó un avance notable en el diseño del colector solar, haciendo uno en forma de un reflector de cono truncado. El colector de Mouchot consistía en planchas de metal plateadas y tenía un diámetro de 5,4 metros y un área colectora de 18.6 m². Las partes móviles pesaban 1.400 kg.

En 1904 un sacerdote portugués, el Padre Himalaya, construye un horno solar de gran tamaño. Este fue exhibido en la feria de St. Louis del mundo.

Durante los últimos 50 años fueron diseñadas muchas variaciones y se construyeron diversos colectores centrándose como medio de calefacción la transferencia por el fluido de trabajo. Las dos principales tecnologías solares que se usan son los receptores centrales y los receptores distribuidos empleando varios puntos de enfoque de línea a concentrar la luz solar.

Otra área de interés, es el agua caliente y calefacción de la casa, que apareció a mediados de 1930, pero ha ganado interés en la segunda mitad de los años 40. Hasta entonces, millones de casas se calentaban con calderas que quemaban carbón. La idea era calentar el agua y se alimentaba al sistema del radiador que ya estaba instalado. La fabricación de calentadores de agua solar (SWH) comenzó en los años 60. La industria de calentadores solares de agua se extendió muy rápidamente en muchos países del mundo. SWH típica en muchos casos son del tipo termosifón y constan de dos colectores de placa plana solares con una superficie absorbente de entre 3 y 4 m², un tanque de almacenamiento con una capacidad de entre 150 y 180 l, y un tanque de almacenamiento de agua fría, todos instalados en un marco adecuado.

El uso de concentradores solares en la destilación solar fue reportado por Pasteur (1928), que utilizó un concentrador para enfocar los rayos solares.



Los Destiladores solares son uno de los tipos de equipos más simples de desalinización que utiliza el efecto invernadero para evaporar el agua salada. Los destiladores solares fueron los primeros en ser utilizados en la producción a gran escala de agua destilada. La planta de destilación de agua se construyó en Las Salinas, Chile, en 1874.

Otra de las aplicaciones de la energía solar es el secado al sol. Secadores solares han sido utilizados principalmente por la industria agrícola. El objetivo en el secado de un producto agrícola es el de reducir su contenido de humedad a fin de impedir el deterioro dentro de un período de tiempo considerado como el período de almacenamiento seguro. El secado es un doble proceso de transferencia de calor, transferencia de masa por la humedad del interior del producto a la superficie y desde la superficie hacia el aire circundante.

1.2 Panorama mundial de las energías renovables.

En 2004, el consumo total de energía de fuentes primarias se estimó en 10 224 Millones de toneladas de petróleo equivalente. De este total, los combustibles fósiles en 2009 contribuyeron con el 81%.

Se estima que pueden durar 40 y 65 años las reservas probadas totales de crudo y gas natural, respectivamente. De todas las reservas de petróleo crudo, el 81% se concentra en ocho países, con casi el 61% en el Medio Oriente y 22% en Arabia Saudita solamente. De las reservas mundiales de gas natural, el 70% se encuentra en seis países, con cerca del 41% en el Medio Oriente y 36% en Europa y Eurasia. Aunque los depósitos de carbón están más distribuidos, el 89% de todas las reservas de carbón se encuentran en ocho países. Más de la mitad de los países de Asia, África y Latinoamérica, importan alrededor del 50% de su demanda energética primaria.

Las energías renovables y alternas, se convertirán en las fuentes de energía principales del mundo. En la actualidad, las energías renovables contribuyen solamente con el 19% de la energía primaria mundial. Sin embargo, se espera que el 60% de toda la energía demandada mundialmente vendrá de las fuentes de energía renovables para el año 2070.

Las energías renovables contribuyen a:

- Diversificación energética.
- Desarrollo sustentable.
- Impulso al desarrollo regional.
- Contribución a la seguridad en el abasto de energía.
- Compatibilidad con actividades productivas del campo.
- Impacto ambiental relativamente bajo y mitigable.
- Reducción de Emisiones netas de GEI.
- Utilización de Desechos Biomásicos de la Agricultura, Forestales y Desechos Municipales.

- Producción de Hidrógeno y Captura de CO₂.
- Abastecimiento de EE a Comunidades Rurales.

Las energías renovables suministran el 19% del consumo mundial de energía, considerando las tecnologías que usan biomasa, hidroeléctrica y renovables nuevas como hidroeléctricas, modernas plantas basadas en geotérmicas y biocombustibles. De este 19% el uso tradicional de biomasa para cocinar y calentamiento representa el 13% y su crecimiento es negativo en algunas regiones donde se implementan procesos más eficientes o es reemplazada por formas alternas de energía. La energía hidroeléctrica representa el 3.2 % y está creciendo moderadamente aunque a gran escala. Las otras energías renovables son el 2.6% y están creciendo muy rápidamente en los países desarrollados o en algunas naciones en desarrollo.

Las energías renovables reemplazan a los combustibles convencionales en cuatro diferentes mercados:

- Generación de Electricidad
- Calentamiento de agua y aire acondicionado
- Combustibles para transporte
- Servicios Rurales de Energía

1.2.1 Energía solar

Figura 1.1: Distintos tipos de energía, proporcionada por el sol.

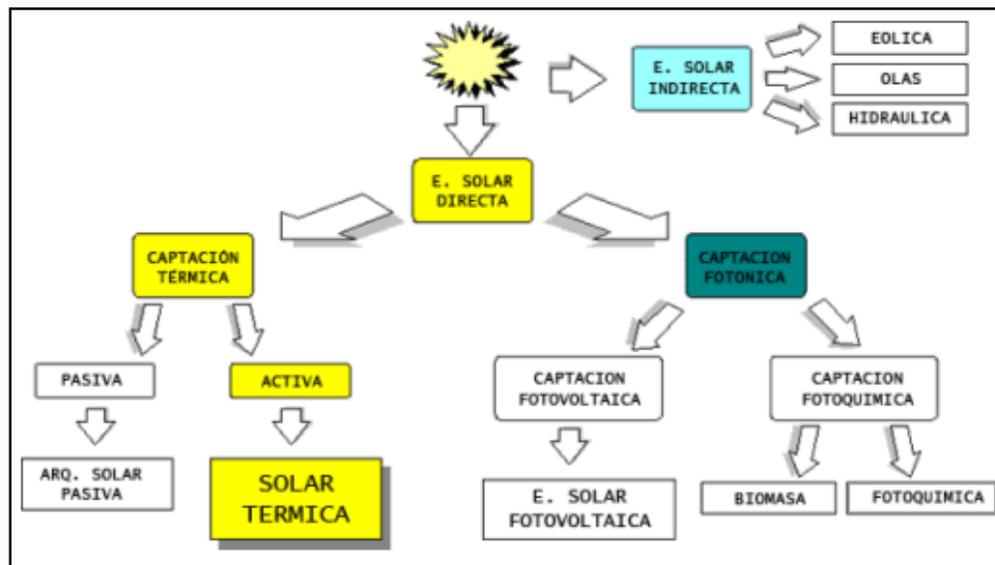
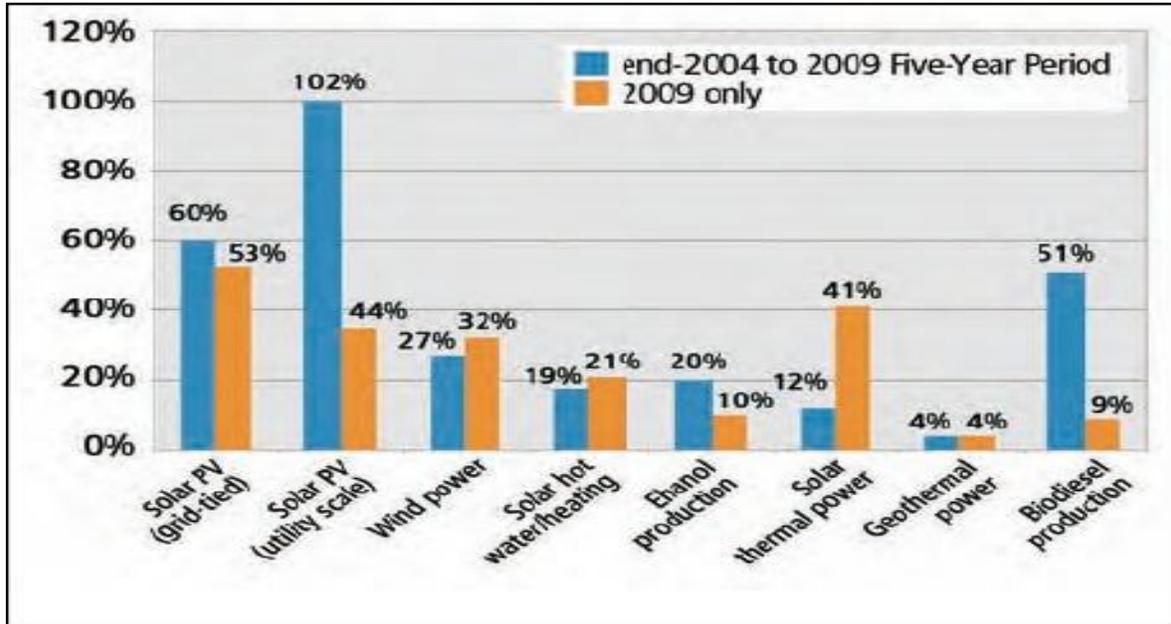
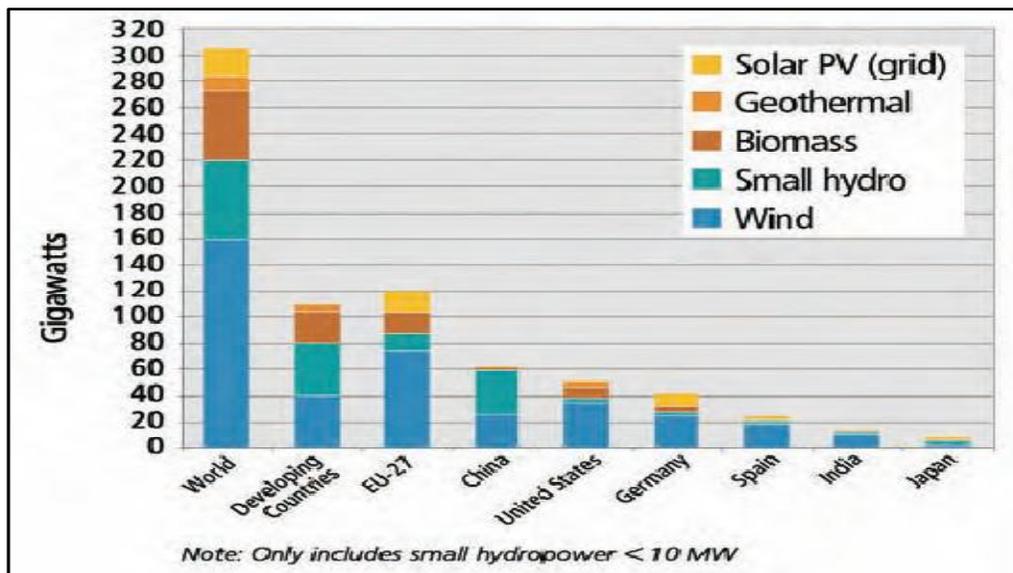


Figura 1.2: Tasa de crecimiento promedio anual de capacidad de energías renovables en 2004 - 2009



En la siguiente grafica se muestra La Capacidad Mundial Instalada en 2009, 1 230 GW, 7% más que en 2008. La energía renovable representa una cuarta parte en 2009 (4 800 GW), 800 GW WP 30 GW, SPV 7 GW, en 2009.

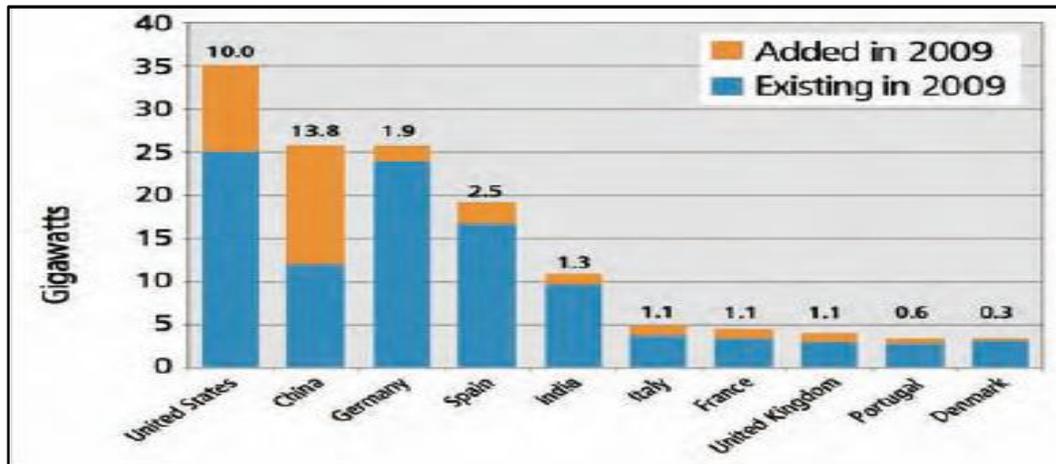
Figura 1.3: Capacidadde energía renovable: El mundo en desarrollo, Estados Unidos y los seis primeros países 2009.



1.2.2 Energía Eoloelectrica

A pesar de la crisis económica global, en 2009 se instalaron 38 GW, lo que representa un 41 % respecto de 2008 y alcanzó la capacidad total de 159 GW. Los países líderes en este rubro se muestran en la siguiente figura.

Figura 1.4: Capacidad de energía eólica, los diez principales países en el 2009.



1.2.3 Energía Eólica marina

A 20 km de las costas de Dinamarca, se halla *HornsRev*, el mayor parque eólico marino del mundo. Cuenta con 80 torres que se elevan a 110 m. de altura y generan un total de 160 MW de energía, por encima de la producción de los parques en tierra.

1.2.4 Energía solar fotovoltaica

Se añadieron más de 100 países a la capacidad de energía solar fotovoltaica, se estima que durante 2010 creció en 17 GW, por lo tanto creció en 75% en comparación con 2009. En Europa se encabeza la utilización de la energía solar por Alemania e Italia.

Figura 1.5: Energía solar fotovoltaica, capacidad mundial actual 1995 – 2010

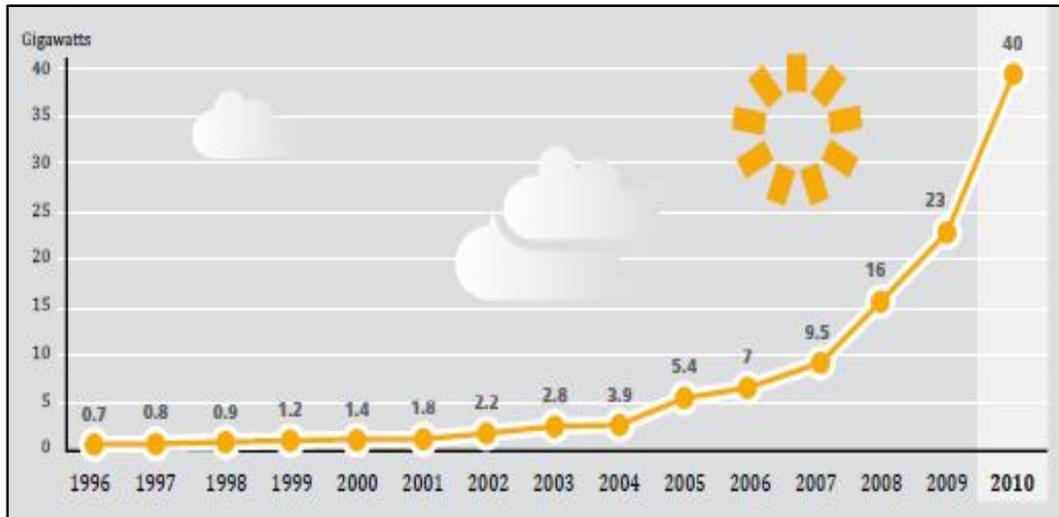
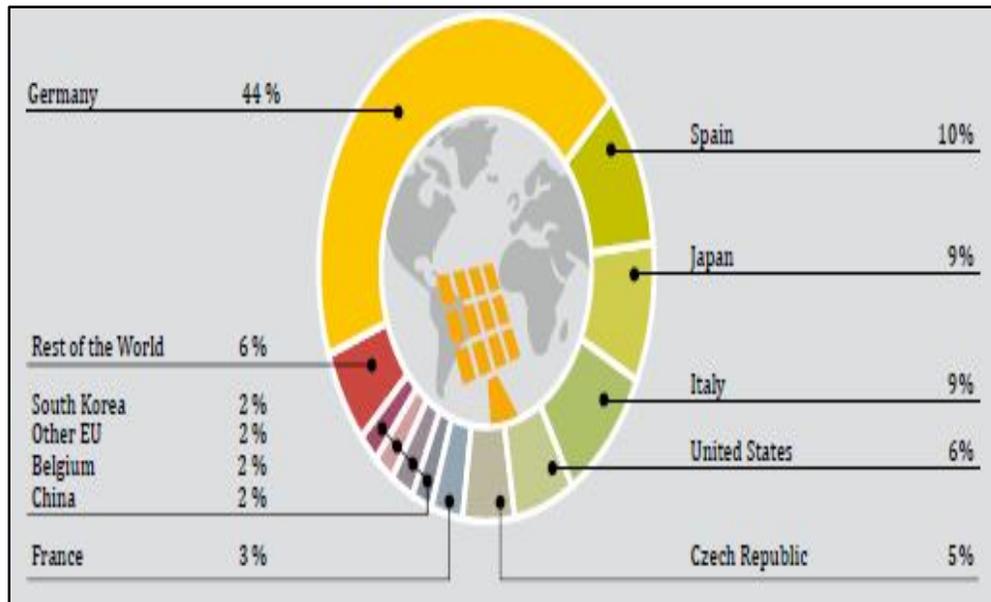


Figura 1.6: Energía solar fotovoltaica, principales diez países en el 2010.



Se utiliza en alrededor de 100 países y representó el 16% en la Comunidad Europea de la capacidad total reciente instalada en 2009.

Figura 1.7: Capacidad de energía solar fotovoltaica del mundo actual 1995 – 2009.

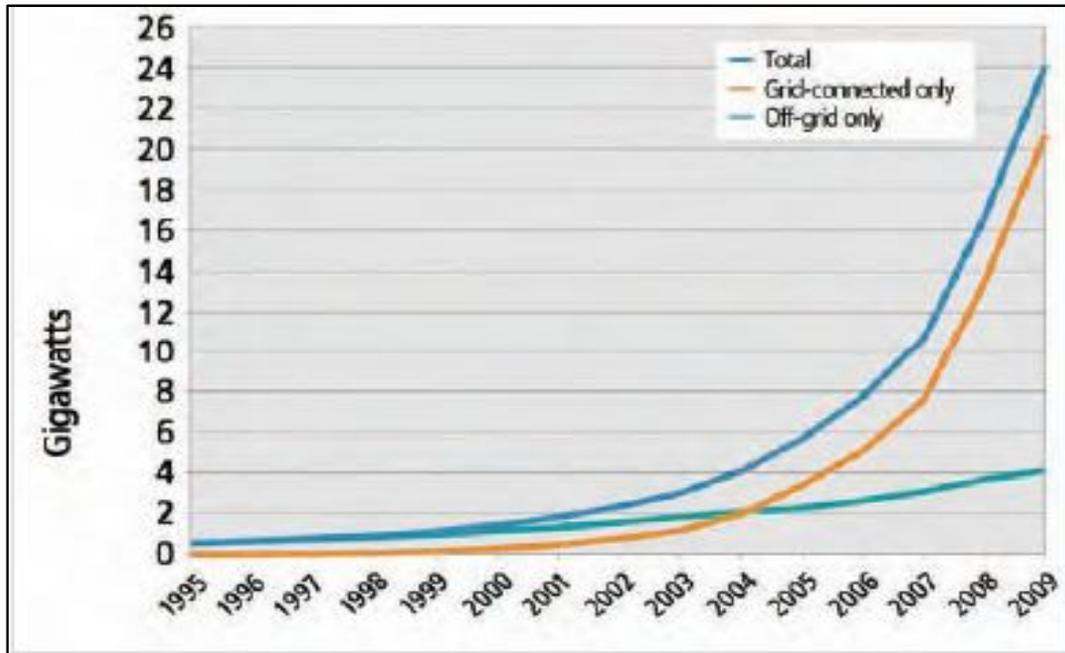
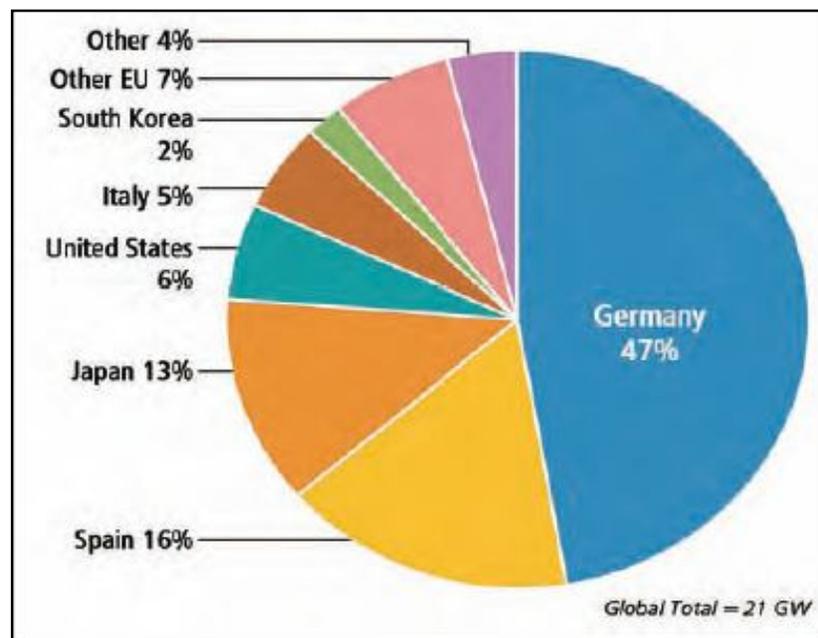


Figura 1.8: Energía solar fotovoltaica, capacidad existente, principales seis países, del 2009.



Dentro de las Fotoeléctricas se tiene a La Central Fotoeléctrica de Moura, Portugal la cual tiene:

- Capacidad de 64 MW.
- 350,000 módulos



- 114 hectáreas
- 250 MDE.
- Entra en operación en 2009.

1.2.5 Energía Geotérmica

Los recursos geotérmicos proporcionan energía en forma de calor directo, desde el año 2005, una importante acumulación de capacidad eléctrica se ha producido en Islandia, Indonesia, Nueva Zelanda, Estados Unidos y Turquía, y la producción de electricidad de energía geotérmica se ha incrementado en más del 20%.

A finales de 2009, operaban plantas geotérmicas en 24 países, con una capacidad total instalada de 10.7 GW, generando más de 67 TWh de electricidad anualmente. Cerca del 88% de esta capacidad está localizada en 7 países: USA (3 150 MW), Filipinas (2, 030 MW), Indonesia (1 200 MW), México (960 MW), Italia (840 MW), Nueva Zelanda (630 MW) e Islandia (580 MW), Islandia genera el 18 % de su energía con esta tecnología y Filipinas el 18 %.

1.2.6 Energía Oceanomotriz

Es la menos madura de las tecnologías de energías renovables, pero su interés esta creciente. La tecnología oceanomotriz para generar electricidad incluye olas, trepidaciones y sistemas de conversión de energía térmica oceánica (OTEC). En la costa francesa se instaló una planta de este tipo en 1966. Actualmente hay proyectos en la costa de Irlanda a Australia. En las costas europeas de Dinamarca, Italia, Suiza, noruega, España y reino unido, se encuentran instaladas plantas de 6 MW. Con proyectos similares en las costas de Canadá, India, Japón, Corea del Sur y USA. Al menos 25 países están involucrados en proyectos de este tipo.

1.2.7 Energía Eólica

La energía eólica ha crecido en los últimos años y es la energía que más ha avanzado en comparación con los demás energías renovables. China representa aproximadamente el 50% de la capacidad instalada mundial de energía eólica.

Figura 1.9: Capacidad de energía eólica mundial en el periodo 1996 - 2010

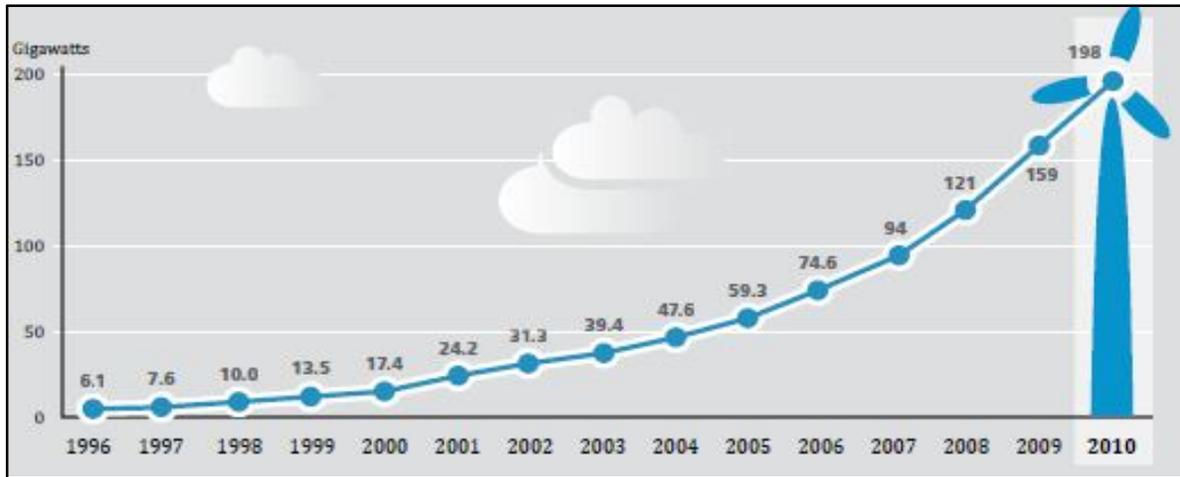
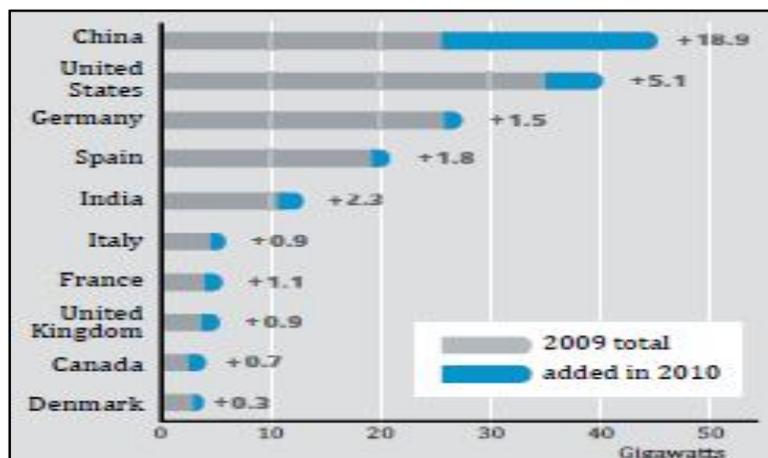


Figura 1.10: Capacidad eólica de energía, los diez principales países, en el 2010.



1.2.8 Energía de Biomasa

La biomasa es comúnmente utilizada para producir energía y/o calor y una parte se transforma en biocombustible para transporte. A nivel mundial se estima una capacidad de energía de biomasa de 62GW, a finales de 2010. Estados Unidos continúa liderando el mundo en la generación de energía de biomasa. Otros importantes productores incluidos de la UE, son encabezados por Alemania, Suecia, Reino Unido, Brasil, China y Japón.

1.2.9 Energía Hidroeléctrica

Actualmente se usa la energía hidroeléctrica en más de 150 países. Los principales países de la capacidad hidráulica son China, Brasil, Estados Unidos, Canadá y Rusia, que representan el 52% de la capacidad total instalada.

1.2.10 Energía del Océano

Es la energía menos utilizada en los países, sin embargo también está tomando importancia para la generación de electricidad a partir de las olas. Suecia, Italia y Noruega son de los países más interesados en el desarrollo de estas tecnologías.

1.3 Concentradores solares

La capacidad global instalada, en toda USA y España, se incrementó en más del 70 % entre 2005 y 2009, de 354MW (toda en el estado de California) a 610 MW, y se duplicó a marzo de 2010 a 662 MW. Aunque USA todavía tiene el 65 % de la capacidad total a principios de 2010, en España se adicionaron 220 MW de 2009 a 2010, para un total de 231 MW en operación, mientras que USA tiene 431 MW.

Pequeñas plantas y proyectos de investigación se realizarán en Francia, Alemania e Italia pudiera tener una capacidad instalada de 200 MW para 2012.

Las plantas instaladas son en su mayoría de canales parabólicos. Pero se instalaron 2 plantas de torre de poder en España de 20 MW. Casi la mitad de las plantas en construcción o a contrato usan concentradores Fresnel lineales y de disco. Las plantas Andosol I y II tienen calor almacenado para siete horas de operación sin luz solar.

Figura 1.11: Crecimiento proyectado de energías renovables

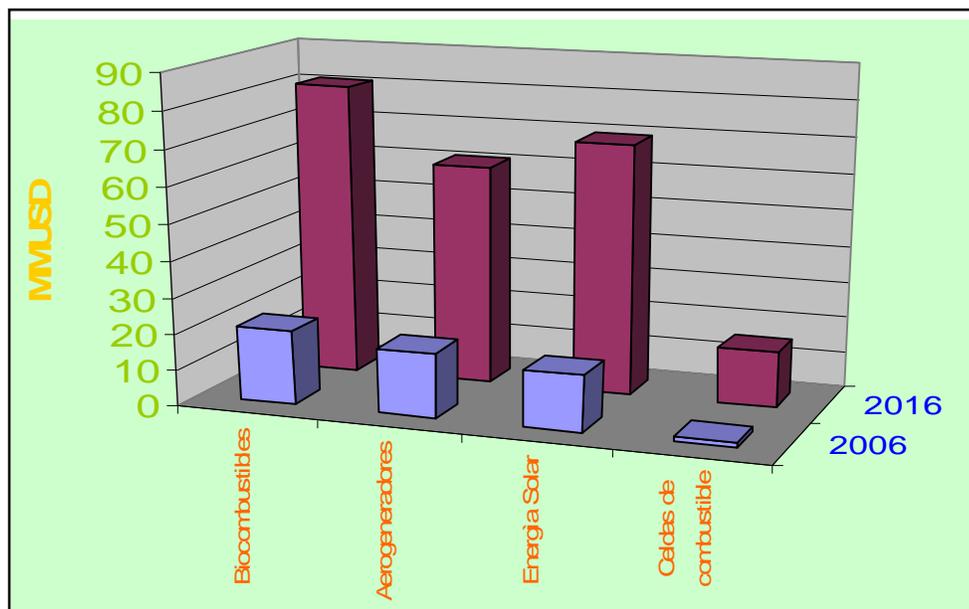


Figura 1.12: Capacidad mundial instalada por tipo de energía renovable

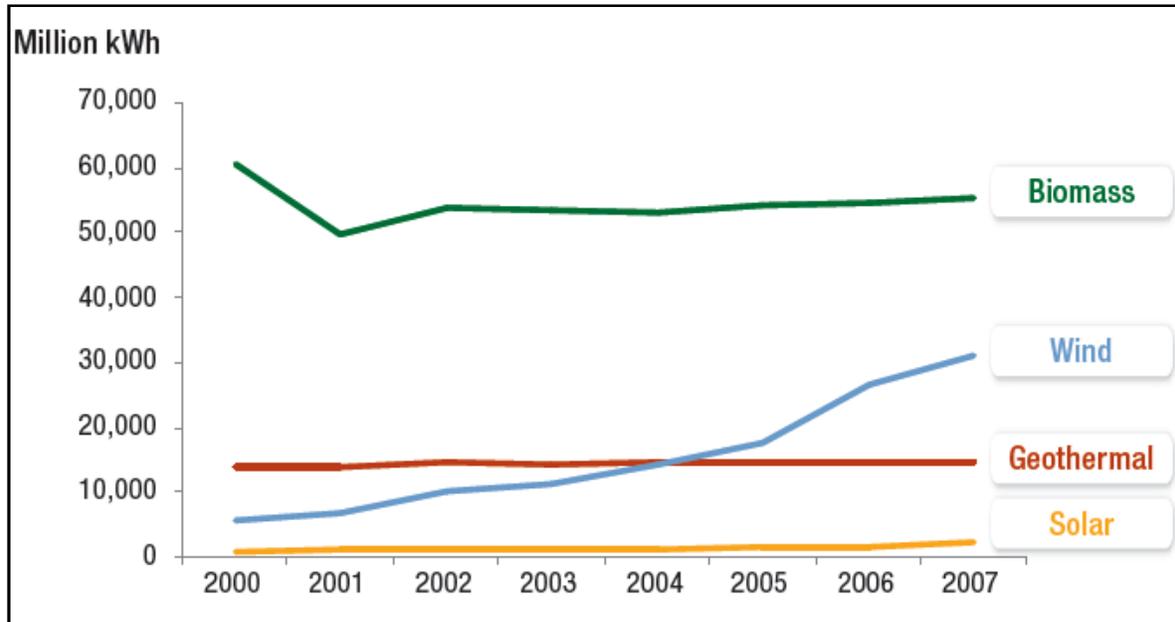
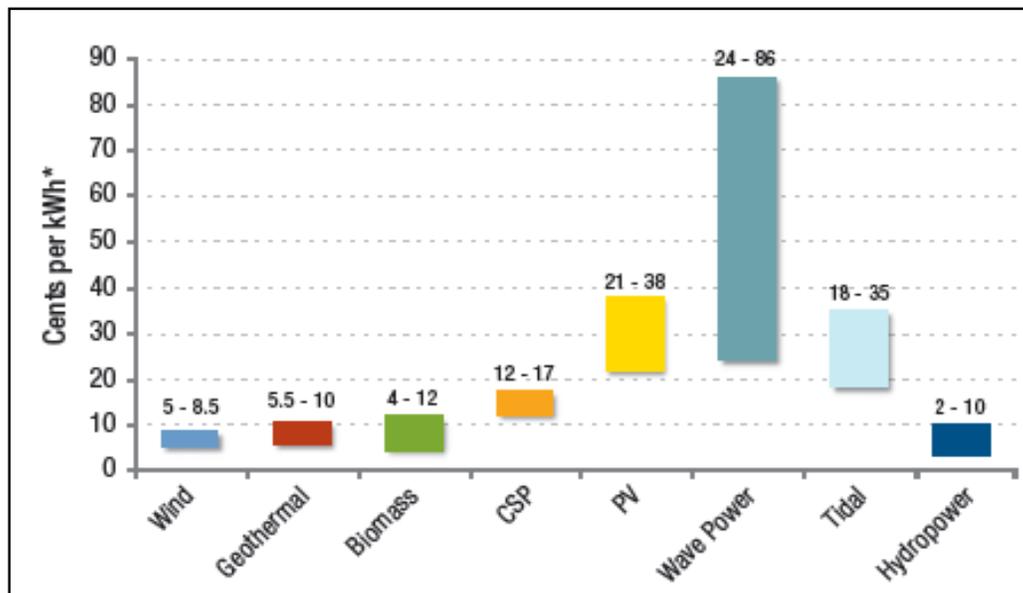


Figura 1.13: Costo de producción de electricidad de energías renovables



En 2009, los gobiernos intensificaron esfuerzos para enviar a sus países de recesión la transformación de las industrias y la creación de puestos de trabajo. Esto dio un impulso a las energías renovables. A principios de 2010, más de 100 países tuvieron algún tipo de objetivo de la promoción relacionada con las energías renovables, lo que se compara con 55 países a principios de 2005. La energía eólica y solar fotovoltaica alcanzó un récord durante el año 2009,

y en Europa y los Estados Unidos, las energías renovables representaron más de la mitad de la capacidad de las nuevas potencias instaladas en 2009.

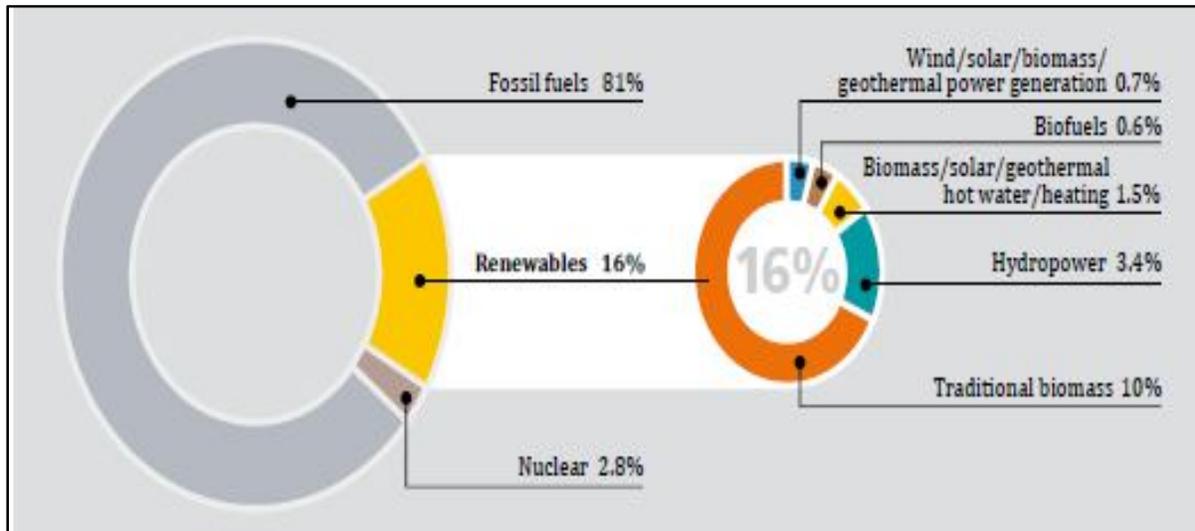
Muchas tendencias reflejan la creciente importancia de las energías renovables en relación con las fuentes de energía convencionales (carbón, gas, petróleo y nuclear). Para el año 2010, la energía renovable alcanzó un punto de inflexión claro en el contexto del suministro de energía global. Las energías renovables componen totalmente un cuarto de la capacidad de poder global de todas las fuentes y tienen el 18% del suministro mundial de electricidad (2009). En algunos países, las energías renovables representan una proporción cada vez mayor de la oferta total de energía incluyendo el calor y el transporte.

Las tendencias reflejan un fuerte crecimiento y la inversión en todos los sectores del mercado para la generación de energía, calefacción, refrigeración, y combustibles para el transporte. La red de energía solar fotovoltaica ha crecido en un promedio del 60% cada año durante la última década, aumenta 100 veces desde el año 2000.

Una de las fuerzas que impulsan el desarrollo de energías renovables es el potencial de crear nuevas industrias y generar millones de nuevos puestos de trabajo.

En el año 2009, se estima que las energías renovables ocuparon el 16% de la energía consumida mundialmente, las cuales son biomasa, energía hidroeléctrica, eólica, solar, geotérmica y biocombustibles.

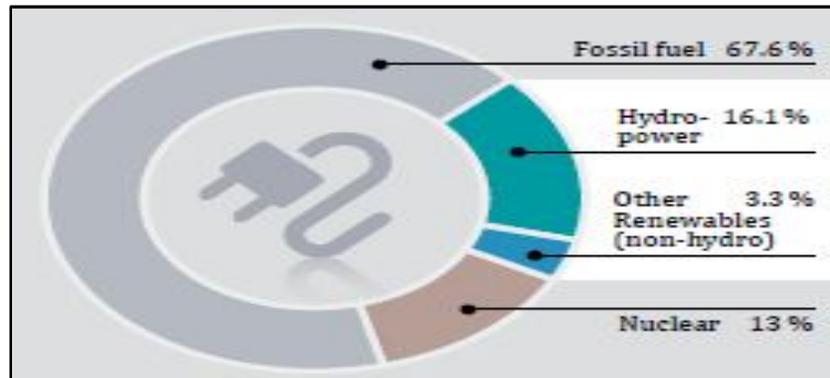
Figura 1.14: Tasa de crecimiento promedio anual de capacidad de energías renovables.



1.4 Capacidad Eléctrica de las energías renovables

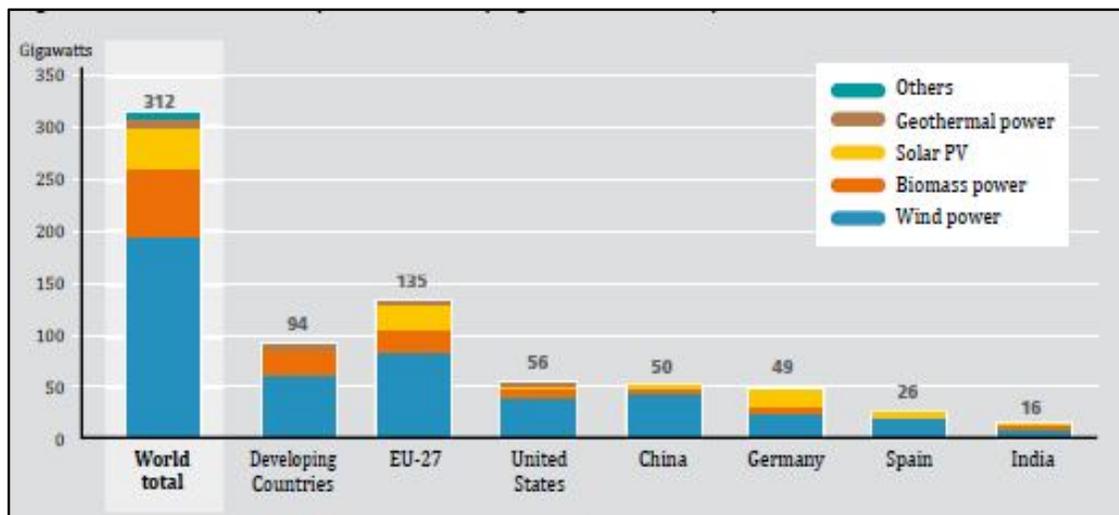
Las energías renovables representan aproximadamente la mitad de la nueva capacidad eléctrica instalada de 194 GWde electricidad en todo el mundo durante 2010.

Figura 1.15: Participación de las energías renovables de producción de electricidad mundial en el 2010.



Entre todas las energías renovables, la capacidad eólica mundial aumentó en 39 GW durante 2010, la capacidad de generación hidroeléctrica aumentó cerca de 30 GW, y la capacidad solar fotovoltaica aumentó en casi 17 GW. Los cinco primeros países con mayor capacidad instalada para energías renovables fueron Estados Unidos, China, Alemania, España y la India.

Figura 1.16: Capacidad de energía renovable del mundo en desarrollo de los Estados Unidos y los cinco principales países, en el 2010.





1.5 Concentración de energía solar térmica

Después de años de inactividad, la energía de concentración solar térmica (CSP) ha vuelto a la vida con cerca de 740 MW aumentados entre 2007 y finales 2010. Liderado por Estados Unidos aportando más de la mitad.

1.6 Mercado de calentamiento y enfriamiento

La moderna biomasa, la energía solar y la energía geotérmica en la actualidad suministran de agua caliente y calor a decenas de millones de edificios en todo el mundo. Colectores solares de agua caliente son utilizados por más de 70 millones de hogares (la mayoría en China), así como en muchas escuelas, hospitales, hoteles, el gobierno, y edificios comerciales. Hay también una creciente tendencia a utilizar los recursos solares para generar calor de proceso en la industria y el interés está aumentando en el uso de la energía solar para la refrigeración.

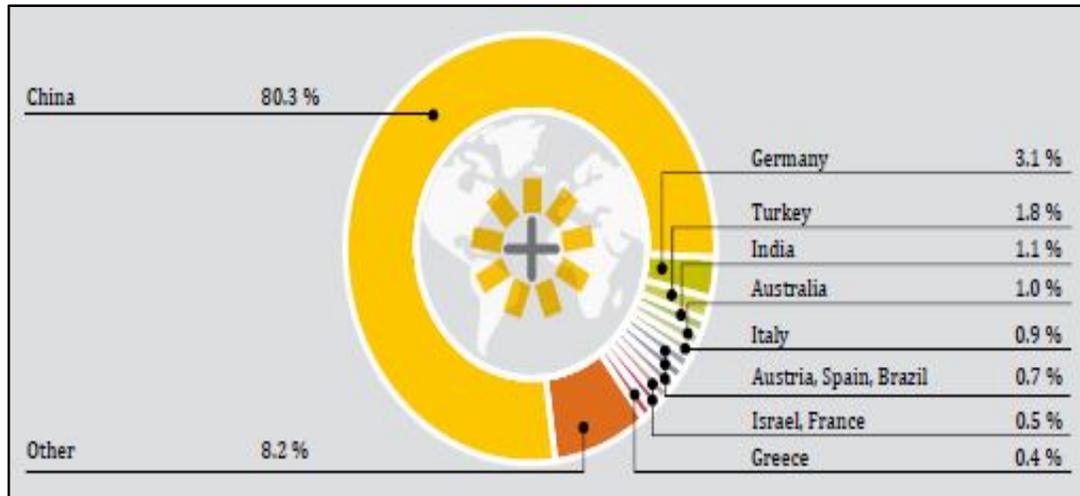
1.7 Calefacción por Biomasa

A nivel mundial, la biomasa moderna sigue proporcionando la mayoría de la calefacción producida con fuentes renovables. Esto incluye el calor derivado de la combustión de sólidos, líquidos y biomasa gaseosa con fines que van desde la cocina, calentamiento de agua, o calor de proceso. Las aplicaciones van desde individuales a escala residencial a las grandes unidades de calefacción sistemas urbanos, incluyendo la cogeneración de calor y de energía (CHP). El uso de la biomasa ha crecido a 11.600 petajulios (PJ) en 2008, el año más reciente con datos globales. Los mercados se están expandiendo de manera constante en Europa, con Hungría, Polonia y los Países Bajos. Suecia, Finlandia, Dinamarca y la Unión Europea tienen el mercado de calderas de biomasa, así como producción de casi el 70%.

1.8 Calefacción y refrigeración solar

Las tecnologías solares de calentamiento de agua se están extendiendo y contribuyen significativamente a la producción de agua caliente en varios países. China, Alemania, Turquía, India y Australia lideró el mercado de la nueva capacidad instalada durante el año 2009.

Figura 1.17: Calentamiento solar agregado, los principales 12 países, en el 2009.



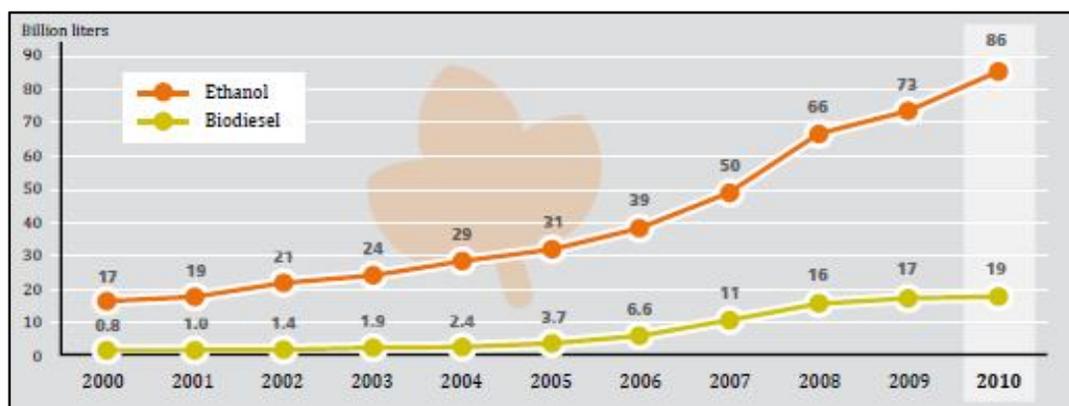
1.9 Mercado del combustible para transporte

En 2010, el biogás constituye el 11% (sobre una base energética) del total de 5.7% de biocombustibles participantes en combustibles de transporte. Los biocombustibles líquidos hacen una contribución pequeña pero creciente de combustible en todo el mundo, proporcionan alrededor del 2.7% del uso total mundial.

1.9.1 Etanol

En 2010, la producción mundial de etanol llegó a una cifra estimada de 86 millones de litros, un aumento del 17% en comparación con 2009. Estados Unidos y Brasil representaron el 88% de la producción de etanol en 2010, donde Estados Unidos produce el 57% del total. Los Estados Unidos representaron la mayor parte del aumento de producción con 8.4 mil millones de litros más en 2010 que en 2009.

Figura 1.18: Producción de Etanol y Biodiesel 2000 – 2010





1.9.2 Biodiesel

La producción de biodiesel a nivel mundial aumentó un 7,5% en 2010, a casi 19 mil millones de litros, dado en un promedio de cinco años (A finales de 2005 a 2010) de 38% de crecimiento. La producción de biodiesel es mucho menos concentrada que la de etanol, con 10 países que representan poco menos del 75% del total de la producción de 2010. La Unión Europea sigue siendo el centro de la producción de biodiesel, con más de 10 mil millones de litros y que representan casi el 53% de la producción total.

1.10 Situación de energías renovables en nuestro país.

México tiene que aprovechar su potencial energético proveniente del viento, el sol, el agua, y el calor de la tierra. Este potencial abre una gran oportunidad para contribuir a nuestra seguridad energética, a la vez, que nos sumamos al esfuerzo global del combate al cambio climático.

La Secretaría de Energía tiene el compromiso y la obligación de incorporar la sustentabilidad en el diseño e instrumentación de sus políticas públicas.

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2007-2012 establece al Desarrollo Humano Sustentable como su principio rector. El PND retoma los postulados del Informe Mundial sobre Desarrollo Humano (1994) del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, de acuerdo con los cuales “el propósito del desarrollo consiste en crear una atmósfera en que todos puedan aumentar su capacidad y las oportunidades puedan ampliarse para las generaciones presentes y futuras”.

El Programa Sectorial de Energía 2007-2012 retoma los objetivos y estrategias del PND propone, dentro de sus nueve objetivos, tres que están relacionados con el impulso a las energías renovables:

El primero de ellos es “equilibrar el portafolio de fuentes primarias de energía”, y tiene como indicador cuantitativo aumentar durante la presente administración pública federal la participación de las energías renovables en la capacidad de generación de energía eléctrica de 23 a 26%. Cabe mencionar que este indicador contempla proyectos hidroeléctricos de más de 30 MW debido a que no se contaba con criterios para descartarlos previo a la publicación de la Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética.

El segundo objetivo es “fomentar el aprovechamiento de fuentes renovables de energía y biocombustibles técnica, económica, ambiental y socialmente viables”, y retoma el indicador del objetivo anterior.

El tercer objetivo consiste en “mitigar el incremento en las emisiones de gases efecto invernadero”, y busca duplicar las emisiones evitadas de 14 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalentes en 2006 a 28 MtCO_{2e} en 2012. El detalle de la potencial reducción de

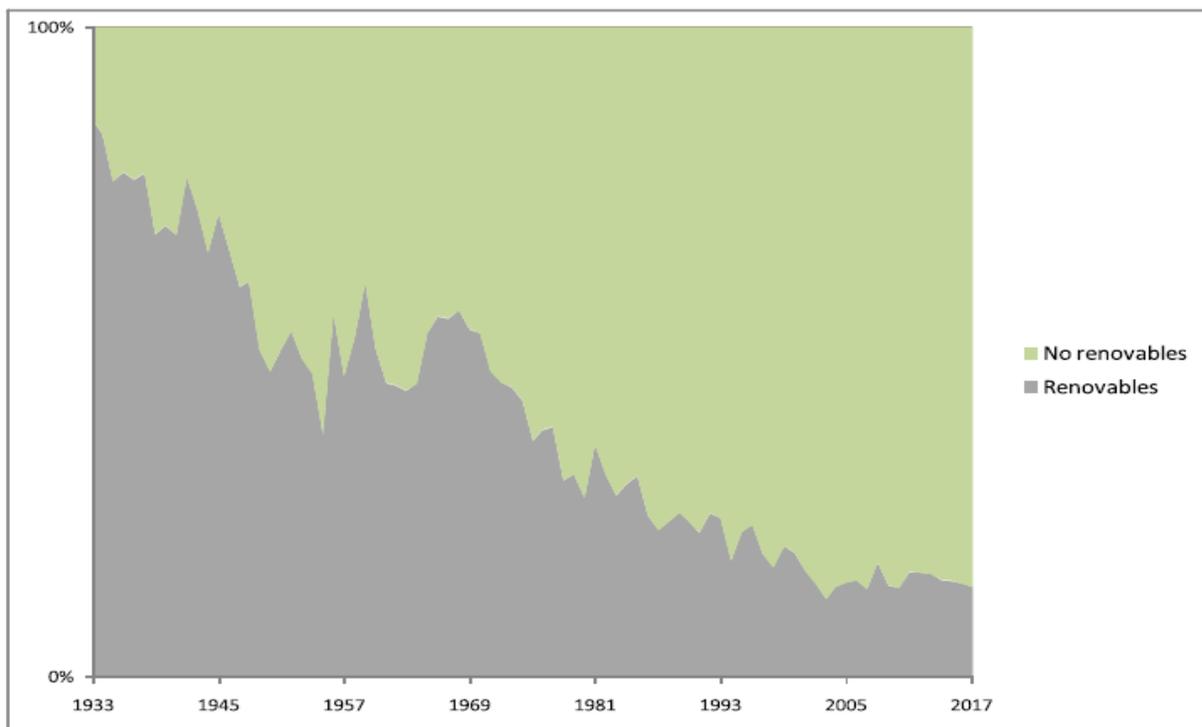


emisiones por el uso de fuentes renovables de energía está contenido en el Programa Especial de Cambio Climático.

Las energías renovables forman también parte importante de la política nacional de mitigación del cambio climático. Actualmente está en las etapas finales de preparación el Programa Especial de Cambio Climático, que incluirá entre sus objetivos y estrategias el desarrollo de las energías renovables.

Finalmente, las energías renovables cuentan hoy con un marco legal específico: la Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de noviembre del 2008, que establece, entre otras disposiciones, la obligación de la Secretaría de Energía de elaborar un Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovable, así como una Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento.

Figura 1.19: Evolución de la participación de fuentes de energía en la generación de electricidad en México 1933-2017 (incluye la generación para el servicio público y de particulares).



A iniciativa del Gobierno Federal, se lleva a cabo la formulación de políticas de acción climática, a los diferentes sectores:

El 25 de abril 2005 se creó la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC).



En noviembre 2006 la CICC publicó el documento “Hacia una Estrategia Nacional de Acción Climática”. Con base en el cual la CICC formuló la “Estrategia Nacional de Cambio Climático” (ENACC) que fue presentada por el Presidente de la República, Lic. Felipe Calderón, el 25 de mayo 2007. Ese día el Presidente ordenó la elaboración del Programa Especial de Cambio Climático (PECC), el cual se encuentra ahora en fase de consulta pública.

1.10.1 Planeación del sector eléctrico.

Con base en las estrategias en el Plan Nacional de Desarrollo 2007 – 2012, se establecen los siguientes lineamientos del plan de expansión del sistema de generación:

- Desarrollar fuentes de energía renovable, a fin de alcanzar una participación del 25 %.
- Mantener una participación del 40% para las tecnologías de generación a base de gas natural.
- Desarrollar la generación a base de carbón, manteniendo su participación en 15% como máximo.
- Reducir la participación de las tecnologías a base de combustibles fósiles y diesel al 12%.

En nuestro país se genera electricidad mediante fuentes renovables de energía:

Hidroeléctrica, que contribuye en 22,15% a la capacidad efectiva instalada de generación

Geotermoeléctrica 1,92%

Eololéctrica 0,17%

Energía solar en México

- En 2004 se tienen 6.5×10^5 m²
- Inversión $120 \text{ Mm}^2 * 3000 = 360$ mil millones de pesos = 114 M de barriles de petróleo.
- Oportunidades Energético pretende en 2012 contar con $1.4 \text{ M m}^2 =$ Laguna Verde.
- CONAVI (750 000 viviendas) 3 m² por vivienda
- Asociación Hipotecaria 11-12/ del PIB en créditos para vivienda en este año.

Básicamente, el sector eléctrico en México ha enfocado sus esfuerzos para reducir las emisiones contaminantes en 4 grandes líneas:

1. Incremento de la infraestructura de generación a base de energías renovables
2. Uso de combustibles menos contaminantes (gas natural).
3. Tecnología de punta en términos de incremento de eficiencia térmica
4. Medidas y Programas para reducir el consumo de energía eléctrica (FIDE, PAESE, CONAE)

Figura1.20: Energía eólica en México.



A partir de Enero del 2007, con la operación de la central eólica La Venta II de 83.3 MW, México ingresó a la lista de países que producen electricidad con el viento a escala comercial, ocupando con ello el 2º lugar en América Latina, estando a la cabeza Brasil con 256 MW instalados.

La producción anual de la central La Venta II se ha estimado en 307.7 GWh, cuya incorporación a la red eléctrica de CFE evitará emisiones de CO₂ a la atmósfera estimadas en más de 180,000 toneladas por año. México registró este proyecto en el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) en el marco del Protocolo de Kyoto para contribuir a la mitigación del cambio climático.

Tabla 1.1 Producción de la central eoloeleétrica la venta II, en 2007.

MES	G, Mwh	FP
ENERO	15, 306.60	24.7 %



FEBRERO	19, 153.43	34.2 %
MARZO	26, 437.29	42.6 %
ABRIL	21, 645.10	36.4 %
MAYO	19, 915.15	32.1 %
JUNIO	12, 768.28	21.3 %
JULIO	9, 784.42	15.8 %

Eoloeléctrica La Venta

- Corredor Eoloeléctrico del Istmo.
- 900 hectáreas
- La venta I (1994) 7 aerogeneradores, 225 kw, 1.5 MW.
- La Venta II (2007) 98 aerogeneradores, , 850 kW,1 00MW. (31.5 m de altura, 27 m de diámetro).

La Venta IV para producir 250 MW, con 167 aerogeneradores, (501 parcelas de 772 campesinos, 2 mil hectáreas para Cemex). 500 MMUSD.

- 33 200 MW instalables, solo en el Istmo 90%.
- Demanda Nacional es de 50, 309 MW.
- 13 compañías extranjeras y CFE.
- 2000 MW para 2010, generación del 10% del consumo con energías renovables.



Tabla 1.2 Capacidad de MW periodo 2006 -2016

Período 2006 – 2016

Proyecto	Tipo de Contrato	Capacidad rango por unidad (MW)	Capacidad total (MW)	Año
LA VENTA II	OPF	0.85	83	2006
LA VENTA III	IPP	0.85-2.5	99	2010
OAXACA I	IPP	0.85-2.5	99	2011
OAXACA II	IPP	0.85-2.5	99	2011
OAXACA III	IPP	0.85-2.5	99	2011
OAXACA IV	IPP	0.85-2.5	99	2011
TOTAL			578	

Este programa podrá incrementarse en el futuro, en particular en proyectos de autoabastecimiento.

Energía Geotérmica en México

México cuenta con más de 1400 sitios potenciales geotérmicos distribuidos en 27 estados del país principalmente en el eje neovolcánico, que cuenta con un potencial geotérmico estimado en más de 2000 MW.

Actualmente, con la capacidad efectiva instalada de 960 MW, ocupa el tercer lugar en capacidad geotérmica instalada en el mundo, con los proyectos:

- Cerro prieto Mexicali 720 MW
- Los Azufres CD. Hidalgo, Mic 195 MW
- Humeros, Puebla 35 MW
- Tres Virgenes, Mulege, BCS 10 MW

Los proyectos geotérmicos programados para entrar en operación comercial en el año 2010 son:

- Cerro Prieto V en Mexicali, BC 100 MW
- Los Humeros II en Puebla 446 MW

1.10.2 Situación actual en el país.

El sistema eléctrico nacional tiene 50 309, 34 MW de capacidad efectiva instalada, 416 MW pertenecen a CLyFC y 49 893,34 MW pertenece a CFE, incluyendo los PEE.



Comisión federal de electricidad.

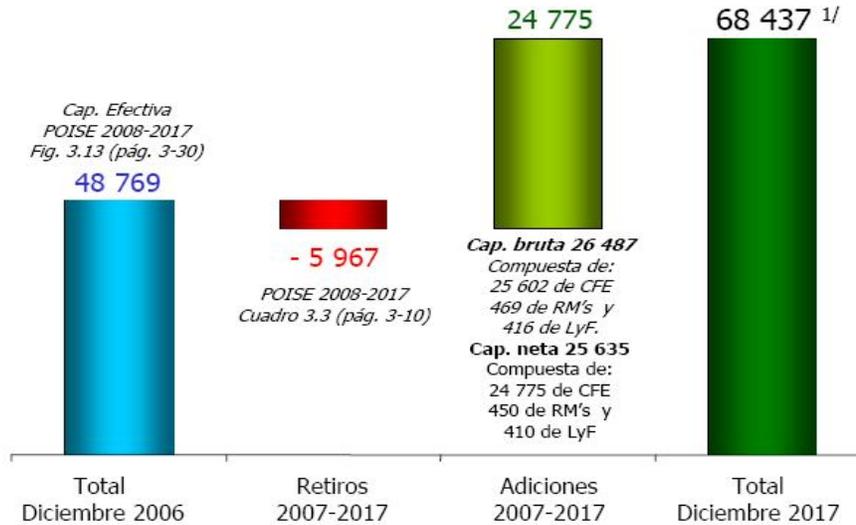
- 177 centrales generadoras, incluyendo 21 PEE´s
- 48 635 km Líneas de transmisión (230-400 kV)
- 141 766 MVA transmisión y Distribución
- 54, 67 TWh de generación
- 9 regiones operativas
- 13 divisiones de distribución
- Atiende a 25,6 millones de usuarios (80% de la población)
- 80 127 empleados activos

Figura 1.21: Planeación del sector eléctrico.



Figura 1.22: Evolución de la capacidad del Sistema Eléctrico Nacional

Sistema Eléctrico Nacional (Capacidad Efectiva, MW)



1) Incluye generación distribuida de LyFC (416 MW) e incrementos de Capacidad de RM's, Laguna Verde, La Villita e Infiernillo (469 MW).

Figura 1.23: Nueva infraestructura de generación 2007 – 2017.

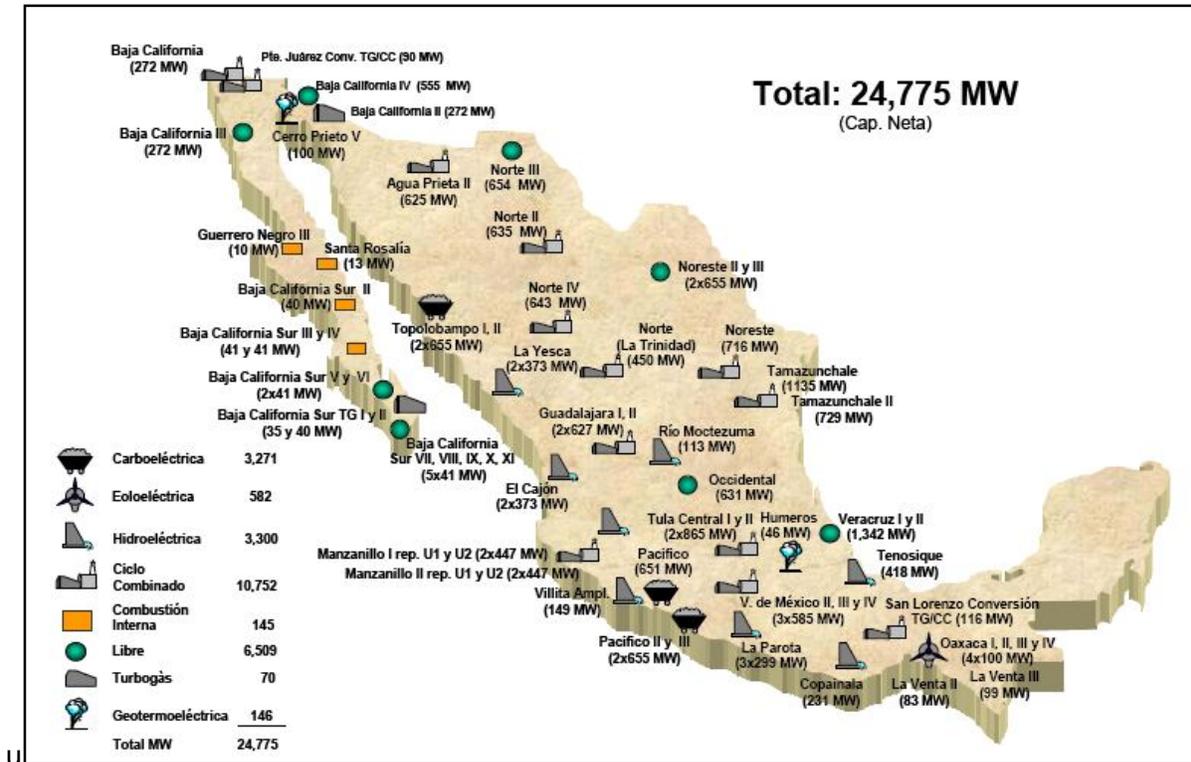




Figura 1.24: Tendencias de emisiones.

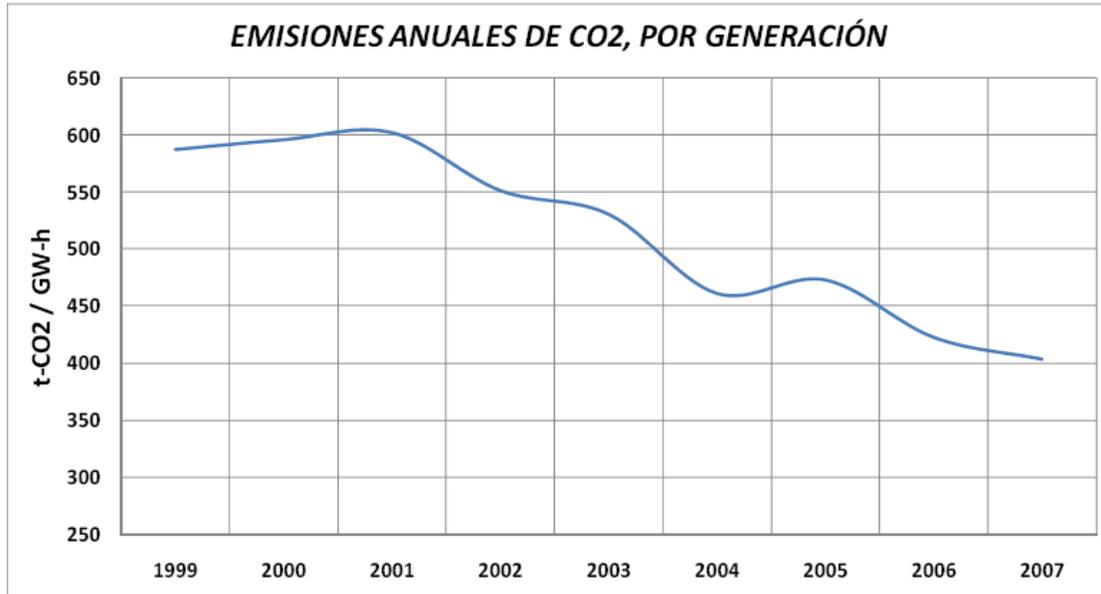
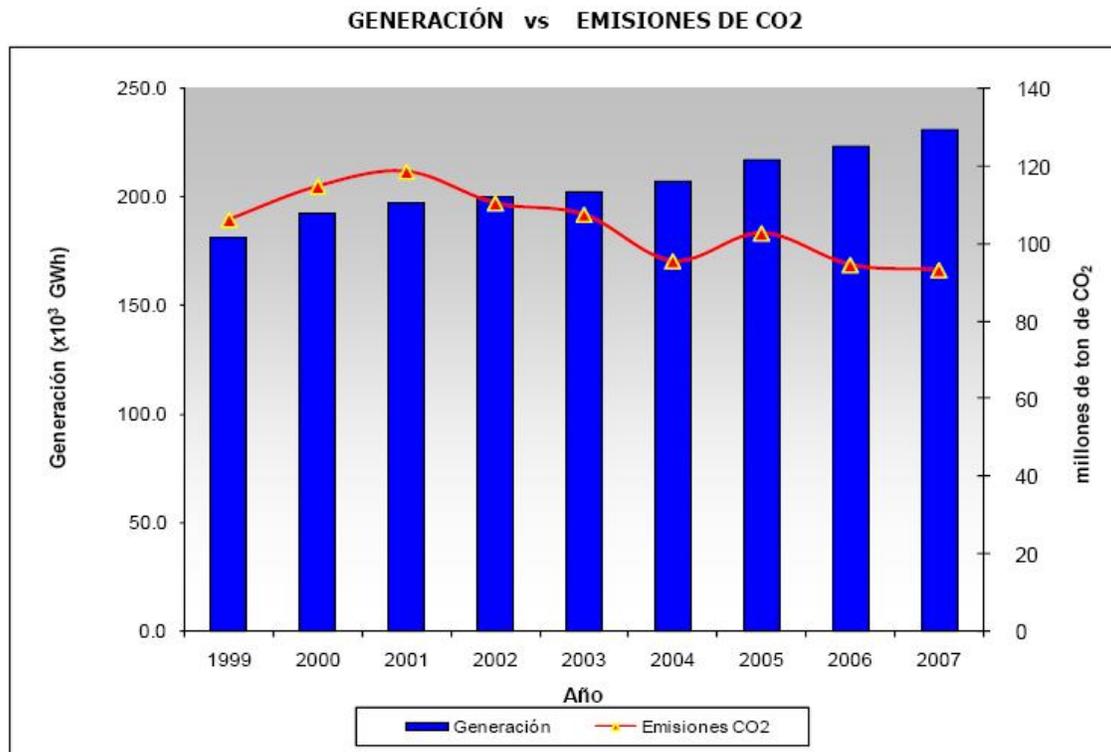


Figura 1.25: Tendencias de emisiones de CO₂





1.10.3 Sustentabilidad de la Energía.

El Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables incluye indicadores objetivos para la participación de fuentes renovables en la capacidad y generación en México. A diferencia del Programa Sectorial de Energía, los indicadores incluidos en este documento no incluyen los proyectos de hidroeléctricas de más de 30 MW de acuerdo con lo que marca la Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética. Los indicadores del Programa Especial indican que, para el 2012, se espera contar con una capacidad de 7.6% y una generación entre el 4.5 y 6.6% del total nacional a partir de fuentes renovables de energía.

Desde principios del siglo XIX, pero primordialmente a lo largo del siglo XX, la humanidad aumentó exponencialmente la disponibilidad de energía gracias a la explotación de estos recursos no renovables, lo que dio lugar a la sociedad industrializada y urbanizada de la actualidad. Las fuentes no renovables de energía proporcionan hoy en día el 87% de la oferta primaria de energía en el Mundo, mientras que en nuestro país este porcentaje es de 89%.

1.11 Organismos a nivel mundial que intervienen en las energías renovables.

La Asociación de Productores de Energías Renovables -APPA- agrupa cerca de quinientas empresas que operan en el sector de las energías renovables.

APPA, creada en 1987, es la única asociación del sector de ámbito estatal y en ella están representados socios de todas las comunidades autónomas. APPA la conforman sociedades de los sectores de los biocarburantes, biomasa, eólico, fotovoltaico, geotérmica de alta entalpía y geotérmica de baja entalpía, hidráulico, marino, minieólico y solar termoeléctrico.

APPA pretende contribuir a crear las condiciones favorables al desarrollo de las energías con fuentes renovables con su actuación en los siguientes ámbitos:

- APPA sensibiliza a la opinión pública sobre la necesidad de emplear en la producción de electricidad fuentes que garantizan un desarrollo sostenible y que respetan el medio ambiente como lo son las renovables.
- APPA dialoga con entidades públicas y privadas (organismos autónomos, organizaciones ecologistas, cámaras de comercios, sindicatos y cualquier colectivo interesado) sobre los diferentes aspectos que implica su actividad.

APPA coordina con entidades docentes de todos los niveles las tareas de divulgación e investigación sobre las energías renovables.

APPA pertenece a las siguientes asociaciones que le permiten defender sus intereses en Europa: AEBIOM (European Biomass Association), EBB (European Biodiesel Board),



EGEC(European Geothermal Energy Council), EPIA (European Photovoltaic Industry Association), ESHA (European Small Hydropower Association), EUFORES (European Forum for Renewable Energy Sources), EU-OEA (European Ocean Energy Association), EWEA (European Wind Energy Association) y GIA (Geothermal Implementing Agreement). También desarrolla actividades de representación ante las instituciones y los parlamentarios europeos.

En México la cooperación internacional es uno de los elementos de la política del Gobierno Federal en materia de promoción de las energías renovables. En este ámbito cabe mencionar:

La ratificación por parte de México de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y de su Protocolo de Kioto.

La participación de México en conferencias internacionales sobre energías renovables: Berlín 2004, Pekín 2006 y Washington 2008.

La cooperación con instituciones financieras multilaterales: El Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo.

El Programa Energía Sustentable en México de la Cooperación Técnica Alemana:

Desde el 2005 la GTZ (cooperación técnica alemana) está implementando actividades de cooperación técnica en el sector energía en México. Actualmente, se ejecuta el Programa de Energía Sustentable en México por encargo del Ministerio Federal Alemán de Cooperación

Económica y Desarrollo (BMZ). El Programa tiene como objetivo contribuir a mejorar las condiciones marco para aumentar la eficiencia energética y el uso de fuentes renovables de energía en México. Para lograr este objetivo hay una cooperación estrecha entre la GTZ y actores tanto del sector público (principalmente la SENER, CRE, CONUEE y CFE); como del sector privado. El Programa se enfoca, principalmente, en tres líneas de acción:

- Asesoría para mejorar el marco regulatorio y normativo
- Asesoría en el desarrollo e implementación de programas de promoción y difusión
- Capacitación y desarrollo organizacional en los sectores público y privado

Algunos otros organismos y programas Internacionales se encuentran en anexo 1.A continuación se presentan las instituciones integrantes del Consejo Consultivo para el Fomento de las Energías Renovables:

- Asociación Nacional de Energía Solar (ANES),
- Centro de Investigación en Energía de la UNAM (CIE),
- Cámara Nacional de Empresas de Consultoría (CNEC),
- Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos (CONCAMIN),
- Confederación Patronal de la República Mexicana (COPARMEX),
- Comisión Reguladora de Energía (CRE),



- Fuerza Eólica, S.A. de C.V.,
- Comisión Federal de Electricidad (CFE),
- Instituto de Ingeniería de la U.N.A.M. (II),
- Programa Universitario de Energía de la U.N.A.M. (PUE),
- Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE),
- Sociedad Mexicana de Hidrógeno (SMH),
- Tecnología de Sistemas y Aplicaciones (TSA),
- Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO),
- Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas (CANAME),
- Secretaría de Desarrollo Industrial y Comercial del Estado de Oaxaca (SEDIC),
- Asociación de Técnicos y Profesionales en Aplicación Energética, A.C. (ATPAE),
- Secretaría de Energía (SE),
- Banco Nacional de Obras y Servicios (BANOBRAS),
- Centro de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sostenible (CESPEDES),
- Nacional Financiera (NAFIN),
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT),
- Consultores Privados (diversos) y
- Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE).

1.12 Proyectos o apoyos para energías renovables

Los apoyos recibidos por instituciones y por Gobiernos internacionales, como es el caso de la cooperación entre México y Alemania, a través de la GTZ (Cooperación Técnica Alemana), han propiciado la participación de los distintos actores bajo las siguientes vertientes: cooperación y asistencia técnica, financiamiento, desarrollo tecnológico y desarrollo de mercados

1.12.1 SENER

La Secretaría de Energía (SENER) conduce la política energética del país, dentro del marco constitucional vigente, garantizando el suministro competitivo, suficiente, de alta calidad, económicamente viable y ambientalmente sustentable de energéticos para el desarrollo del país.

A través de SENER, se ha buscado el desarrollo y difusión de tecnologías energéticas alternativas. Se han dedicado esfuerzos a la creación de políticas energéticas con el criterio de sustentabilidad; desarrollando instrumentos y mecanismos financieros, fortaleciendo el marco regulatorio, con el fin de eliminar barreras y abrir ventanas de oportunidades para nuevos proyectos.

1.12.2 CRE

La Comisión Reguladores de Energía (CRE) regula a las industrias del gas natural y electricidad, otorga los permisos para la generación de energía, aprueba los contratos marco para la provisión de energía, y las metodologías para el cálculo de las tarifas para los proveedores privados de energía.



1.12.3 FIRCO

Es un fideicomiso de apoyo especializado en programas de desarrollo rural, entre los cuales se incluye el uso de Energías Renovables en actividades productivas agronómicas.

Desde finales de 1994 el Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) ha impulsado la adopción de sistemas de energía renovable en el sector agropecuario mexicano mediante la implementación de programas que tienen como objetivo la disminución de las barreras que impiden el uso de estas tecnologías en el sector

1.12.4 CFE

La Comisión Federal de Electricidad, ha iniciado las actividades preparatorias para la construcción del proyecto eólico, con capacidad instalada de 83,3 MW.

1.12.5 PSE

El Programa Sectorial de Energía (PSE) establece que para el 2006 se habrán incorporado por lo menos 1,000 MW adicionales a la capacidad instalada de generación de electricidad, a partir de fuentes renovables de energía

1.12.6 CONAE

La Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE) promueve el ahorro de energía, la eficiencia energética, y fomenta el uso de Energías Renovables.

1.12.7 IIE

El Instituto de Investigaciones Energéticas (IIE) tiene como función apoyar la investigación tecnológica en el sector eléctrico, incluyendo la vinculada a las Energías Renovables.

1.12.8 SEMARNAT

La Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) establece las políticas nacionales sobre protección ambiental, además de coordinar las acciones relativas a los compromisos de México suscritos en la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático, conjuntamente con los sectores de energía, transporte, industria y agricultura, entre otros.

1.12.9 SEDESOL

La Secretaría del Desarrollo Social (SEDESOL) promueve proyectos de desarrollo social, incluyendo el uso de las Energías Renovables, en particular el aprovechamiento de residuos sólidos en rellenos sanitarios.



1.12.10 EJEMPLOS DE PROYECTOS

- El Proyecto de Energías Renovables a Gran Escala (PERGE) cuenta con un donativo del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF), a través del Banco Mundial, por 25 millones de dólares. Su objetivo es impulsar las energías renovables en conexión a la red en México, y así contribuir a mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero y de otros contaminantes; aumentar la estabilidad de precios de la energía; aportar capacidad al Sistema Eléctrico Nacional, y cumplir con las necesidades de diversificación de fuentes de energía. EIPERGE destinara 20 millones de dólares a incentivos para la Venta III, un proyecto eólico de 101 MW que se encuentra actualmente en proceso de construcción, y los 5 restantes para actividades de asistencia técnica por parte de la Secretaria de Energía (SENER), la Comisión Reguladora de Energía (CRE) y la Comisión Federal de Electricidad (CFE). La CFE pagara sus costos evitados, y el PERGE otorgara a los productores, a través de un mecanismo financiero, un incentivo fijo por unidad de energía generada durante los primeros 5 años de operación del proyecto.
- Proyecto eólico GEF-PNUD-IIE: El “Plan de acción para eliminar barreras para el desarrollo de la generación Eolo eléctrica en México” es un proyecto de la Secretaria de Energía y del Instituto de Investigaciones Eléctricas, financiado con un donativo del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) a través del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. El proyecto busca, promover el desarrollo de capacidades, realizar mediciones y mapas de viento, evaluar tecnologías, adoptar mejores prácticas internacionales, revisar el marco normativo y promover proyectos de pequeña escala. Como parte de este proyecto se está planeando la construcción del Centro Regional de Tecnología Eólica (CERTE) en el Istmo de Tehuantepec y se ha instalado una red de anemómetros en los estados de Baja California Sur, Chihuahua, Sinaloa, Zacatecas, Nuevo León, Tamaulipas, Veracruz, Hidalgo, Puebla, Oaxaca, Chiapas y Yucatán. El IIE cuenta con los registros de las mediciones realizadas en estos puntos en el transcurso de los últimos años.
- Energía para Pequeñas Comunidades Rurales en el Sureste de México: La Secretaria de Energía mediante el Proyecto Servicios Integrales de Energía dotara de electricidad a 50,000 viviendas; la mayoría de origen indígena y dentro de los Municipios de menor índice de Desarrollo Humano en los Estados de Chiapas, Guerrero, Oaxaca y Veracruz, tanto para consumo doméstico como para detonar actividades productivas relacionadas con las vocaciones naturales de las comunidades, utilizando las tecnologías renovables más adecuadas y de mejor costo beneficio, asegurando la sustentabilidad de los proyectos en un periodo de ejecución de 5 años. El Proyecto requiere de la participación de diferentes organismos del Gobierno Federal (SEDESOL, CDI, FIRCO, IIE, CFE, NAFIN) y Estatal, así como Municipios.



- Especialistas del Centro de Investigación de Energía (CIE) de la UNAM impulsan para ahorrar energía, la utilización de métodos alternativos, un sistema fotovoltaico y vidrios laminados que reducen la carga térmica en los interiores de inmuebles.

Un plan novedoso de central fotovoltaica con celda de combustible, en el que utilizan hidrógeno para el suministro de electricidad. Este genera unos 10 kilowatts de electricidad por hora que es almacenada en el banco de baterías que incluye el sistema, y en el caso del instalado en el CIE, genera energía para unos nueve departamentos donde habitan familias de hasta 5 miembros.

También elaboran mediante un proceso químico, semiconductores controlados de radiación solar, que se pueden instalar sobre superficies como acetatos, vidrio, plástico o policarbonato. Con esto reducen la radiación solar en ventanas de edificios y techos. Y a través de esto, se evita el uso de aire acondicionado o ventiladores, lo cual evidentemente reduce costos, tanto en la compra de esos aparatos, como de uso de energía eléctrica.

- En febrero 2008 se publicó la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos, que en PEMEX abre la posibilidad de utilizar etanol anhidro como oxigenante de gasolinas, componente y combustible alterno.
- Proyecto de concentración solar Agua Prieta II: El proyecto contribuirá a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, mediante la instalación de un sistema solar integrado de ciclo combinado (ISCCS) con tecnología de canales parabólicos solares. La capacidad neta del campo solar es de 10 MWT, estando el campo solar al 100% de carga integrado al ciclo combinado. El proyecto, conocido como Agua Prieta II, está planeado para ubicarse en el Estado de Sonora y contará con un donativo del Fondo para el Medio Ambiente Mundial, a través del Banco Mundial.
- El Programa para la Promoción de Calentadores Solares de Agua en México: La Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE), en colaboración con la GTZ y la Asociación Nacional de Energía Solar, A.C. (ANES), ha tomado la iniciativa de diseñar e implementar el Programa para la Promoción de Calentadores Solares de Agua en México (PROCALSOL), orientado a apoyar las acciones que en México se están considerando y desarrollando, a fin de complementarlas, de manera que, en el plazo de la presente administración federal, se amplíe significativamente el mercado de calentamiento solar de agua en los sectores residencial, comercial, industrial y de agro negocios de México. El PROCALSOL busca, asimismo, garantizar el nivel de calidad en los productos y servicios, favorecer el desarrollo de la industria nacional, y promover la adopción de tecnologías desarrolladas por los centros de investigación nacionales. El Programa plantea como meta global tener instalados, para el año 2012, un millón ochocientos mil metros cuadrados adicionales de calentadores solares de agua, mediante cuatro Líneas de Acción: Regulación, Financiamiento e incentivos económicos, Información y Gestión.



- Programas de biocombustibles: Con el fin de promover la producción y utilización de biocombustibles en México, el Gobierno Federal está trabajando en la elaboración de una estrategia Intersecretarial de los Bioenergéticos, que se complementara con dos programas sectoriales: el Programa de Producción Sustentable de Insumos para Bioenergéticos y de Desarrollo Científico y Tecnológico de la SAGARPA, y el Programa de Introducción de Bioenergéticos de la Secretaría de Energía. Con la Estrategia y los Programas, “se establecerán las bases por las que la actividad agropecuaria se integrara a la actividad energética, coadyuvando a la diversificación energética y el desarrollo sustentable, sin poner en riesgo la seguridad alimentaria del país, además de contribuir a la reactivación del sector rural y la mejor calidad de vida para la población, en particular la de alta y muy alta marginalidad,” buscando alcanzar una meta de 300 mil hectáreas dedicadas a cultivos que sirvan de insumos para Bioenergéticos en el 2012, en particular bioetanol y biodiesel.

1.13 Normatividad de energías renovables

1.13.1 Constitución

El aprovechamiento de las energías renovables se sustenta en varios artículos constitucionales, entre los cuales:

- El artículo 4º, que establece el derecho a un medio ambiente adecuado.
- El artículo 25, que señala que corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional, para garantizar que este sea integral y sustentable y que fortalezca la Soberanía de la Nación.
- El artículo 27, otorga a la Nación el derecho de regular, en beneficio social, “el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación [incluyendo los energéticos No renovables], con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana.”
- El artículo 28, que establece la necesidad de asegurar la eficacia de la prestación de los servicios y la utilización social de los bienes.

1.13.2 La Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE) y su reglamento

El 28 de noviembre del 2008 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética.

La LAERFTE busca regular el aprovechamiento de las energías renovables para la generación de electricidad “con fines distintos a la prestación del servicio público”, y plantea esencialmente lo siguiente:



- La Secretaría de Energía (SENER) elaboró el Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables el cual fue publicado en el DOF el día 06 de agosto del 2009 y se evaluó los beneficios económicos netos potenciales del aprovechamiento de las energías renovables (artículo 12). Estos beneficios serán considerados en la evaluación económica de los proyectos de energías renovables que realicen las empresas públicas (artículo 13).
- La SENER elabora un Inventario Nacional de las Energías Renovables (artículo 6°, fracción VI).
- La SENER, con la opinión de la SHCP, de la SEMARNAT y de la SSA, elabora una metodología para valorar las externalidades asociadas con la generación de electricidad, basada en energías renovables (artículo 10).
- La Comisión Reguladora de Energía (CRE) expedirá las normas, directivas, metodologías y demás disposiciones de carácter administrativo que regulen la generación de electricidad a partir de energías renovables (artículo 7°, fracción I).
- La CRE definirá los pagos que harán las empresas públicas a los generadores privados, previa opinión de la SHCP y de la SENER (artículo 7°, fracción II).
- La CRE expedirá las metodologías para determinar la aportación de capacidad de las tecnologías de energías renovables (artículo 7°, fracción V). Los pagos de las empresas públicas a los generadores privados deberán incluir capacidad y energía, y podrán depender de la tecnología y de la ubicación geográfica de los proyectos (artículo 14).

El Reglamento correspondiente, que se publicó en el Diario Oficial el día 02 de Septiembre del 2009, desarrolla la LAERFTE de la siguiente manera:

- La Secretaría considerara para la determinación de beneficios económicos de la generación renovable, además de las externalidades y del aporte de capacidad, los riesgos y costos de los distintos portafolios energéticos y los beneficios de los mercados de carbono.
- La Secretaría realizara una prospectiva de energías renovables, que servirá de guía para la elaboración del Programa y que se sumara a las otras prospectivas que ya realiza.

1.13.3 La Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos

La Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos, publicada en el DOF el 1° de febrero del 2008, contempla, entre otros puntos, los siguientes:

- La creación de una Comisión Intersecretarial de Bioenergéticos, integrada por representantes de SENER, SAGARPA, SEMARNAT, SE y SHCP.
- La ejecución por parte de la SAGARPA de un Programa de producción sustentable de Insumos para Bioenergéticos y de Desarrollo Científico y Tecnológico, con el fin de crear



condiciones propicias para la producción de Bioenergéticos en México (principalmente bioetanol y biodiesel).

- La ejecución por parte de la SENER de un Programa de Introducción de Bioenergéticos, para implementaren el sector energía los cambios necesarios para la mezcla de biocombustibles con combustibles de origen fósil.

1.13.4 La Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (LASE)

La Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía transforma a la CONAE en CONUEE (Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía) y establece la ejecución de un Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía. La LASE está dirigida principalmente a la eficiencia energética pero incluye el aprovechamiento de las energías renovables para aplicaciones térmicas.

1.13.5 Normas y especificaciones técnicas

Las normas, tanto de carácter obligatorio (NOM) como voluntario (NMX), son un ingrediente fundamental para facilitar el desarrollo de las energías renovables, pues facilitan la toma de decisiones para consumidores, productores y para el gobierno en sus distintos niveles. En la actualidad existen o están en desarrollo las

Siguientes normas relacionadas con las energías renovables:

- La Norma Oficial Mexicana para la construcción, operación y abandono de instalaciones Eolo eléctricas en zonas agrícolas, ganaderas y eriales, que está desarrollando la SEMARNAT.
- Las normas voluntarias para métodos de prueba y etiquetado y requerimientos mínimos para la instalación de calentadores solares de agua, entre otras, desarrolladas por el Comité Técnico de Normalización Nacional para Energía Solar, “NESO 13”.
- La Norma Técnica de Competencia Laboral para la instalación de sistemas de calentamiento solar de agua, desarrollada por el Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales.
- La Norma ambiental para el Distrito Federal que establece las especificaciones técnicas para el aprovechamiento de la energía solar en el calentamiento de agua en albercas y otras aplicaciones

1.13.6 Normas para calentadores solares de agua

El Comité Técnico de Normalización Nacional para Energía Solar, “NESO 13”, ha elaborado y está elaborando varias normas voluntarias para métodos de prueba y etiquetado, y requerimientos mínimos para la instalación.



El Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales desarrollo una Norma Técnica de Competencia Laboral para la instalación de sistemas de calentamiento solar de agua, publicada en el DOF el 05 de Febrero del 2009.

El Gobierno del Distrito Federal expidió en 2006 una norma haciendo obligatoria la instalación de estos dispositivos en establecimientos medianos (51 a 100 empleados) y grandes (más de 100 empleados) y aquellos que efectúen remodelación total de sus instalaciones, que requieran agua caliente para realizar sus actividades. La capacidad mínima de operación del sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar tiene que proveer al menos 30% del consumo energético anual, por utilización de agua caliente para cada establecimiento. En Guadalajara y Monterey se está considerando el establecer normas similares. Actualmente, las Normas Mexicanas de Energía Solar expedidas son: NMX-ES-001-NORMEX-2005-Energía Solar-Rendimiento térmico y funcionalidad de colectores solares para calentamiento de agua-Métodos de Prueba y Etiquetado; NMX-ES-002-NORMEX-2007-Energía Solar-Definiciones y Terminología; NMX-ES-003-NORMEX-2007-Energía Solar-Requerimientos mínimos para la instalación de sistemas solares térmicos, para calentamiento de agua.

Existe un proyecto de Norma Mexicana de Energía Solar: PROY-NMX-ES-004-NORMEX-2009-Energía Solar-Evaluación térmica de sistemas solares para calentamiento de agua-Método de Prueba.



CAPITULO II

2. Colectores solares

Los colectores de energía solar son una especie de intercambiadores de calor que transforman la energía de radiación solar en energía interna del medio de transporte. El principal componente de cualquier sistema solar es el colector solar. Este es un dispositivo que absorbe la radiación solar, la convierte en calor, y lo transfiere a un fluido (generalmente aire, agua o aceite) que fluye a través del colector. La energía solar recogida se lleva a partir del fluido que circula, ya sea directamente en el agua caliente o en equipos de aire acondicionado, a un tanque de almacenamiento de energía térmica a partir de la cual se pueden extraer para su uso por la noche y / o los días nublados.

El sistema de calentamiento solar de agua está formado básicamente por cuatro elementos:

- Un dispositivo que convierte la radiación solar en calor (termo-conversor solar) conocido como captador solar.
- Un recipiente diseñado para el almacenamiento del agua caliente llamado termotanque. El mayor requerimiento técnico del tanque es su total aislamiento, con el fin de conservar la temperatura requerida en el agua. Debe cumplir con las siguientes especificaciones: Sellamiento, aislamiento y todas las precauciones de intemperismo, no deben ocurrir fugas de agua ni de vapor de agua.
- Un sistema para la circulación y distribución de la misma
- Un sistema de control para asegurar el buen funcionamiento.

El principal componente del sistema es el captador solar, el cual puede tener muy diversas formas y estar constituido de muy diferentes materiales. El más conocido es del tipo placa plana llamado calentador solar placa plana.

En muchos casos, su gama de presiones de operación están limitadas para operar a circulación natural (termosifón). La circulación de agua al interior del captador se puede efectuar de manera natural por medio de la gravedad, utilizando las diferencias de densidades debidas a los gradientes de temperaturas entre la zona fría y la zona caliente del sistema. Este fenómeno se denomina termo circulación natural o sistema termosifón.

Como la circulación es natural, esta depende de la intensidad de la radiación solar y de la disposición de los diferentes elementos en el sistema, con el propósito de vencer las fuerzas gravitacionales y así permitir la circulación natural del agua en interior del captador, sin necesidad de una bomba. En un sistema termosifónico, los flujos de agua son relativamente bajos y por este hecho se alcanzan temperaturas mas elevadas que en los sistemas de circulación forzada.

Normalmente el captador deberá tener dos entradas y dos salidas para facilitar las conexiones en paralelo y en serie.



Cuando se conectan los captadores en paralelo, funcionan de la misma manera, es decir, la temperatura a la salida será prácticamente la misma e independiente del número de captadores instalados.

Hay básicamente dos tipos de colectores solares: Colectores solares no concentrados o estacionarios y colectores solares de concentración.

- Un colector solar no concentrado tiene la misma área para interceptar y para la absorción de la radiación solar.
- Un colector solar de concentración o de colector solar de seguimiento solar por lo general tiene cóncavas las superficies reflectantes para interceptar y enfocar la radiación del rayo del sol a una zona de recepción pequeña, lo que aumenta el flujo de radiación.

2.1 Colectores estacionarios

Estos colectores de energía solar se distinguen por su movimiento, estos colectores están permanentemente en una posición fija. Hay tipos de colectores que entran en esta categoría:

1. Colectores de placa plana (FPC);
2. Colectores parabólicos compuestos estacionarios (CPC);
3. Colectores de tubo (ETC).

2.1.1 Colectores solares placa plana

Principio de funcionamiento

Cuando la radiación solar pasa a través de la cubierta transparente e incide en esta superficie de absorción ennegrecida de alta capacidad, una gran parte de esta energía es absorbida por la placa y transportada para su almacenamiento o uso.

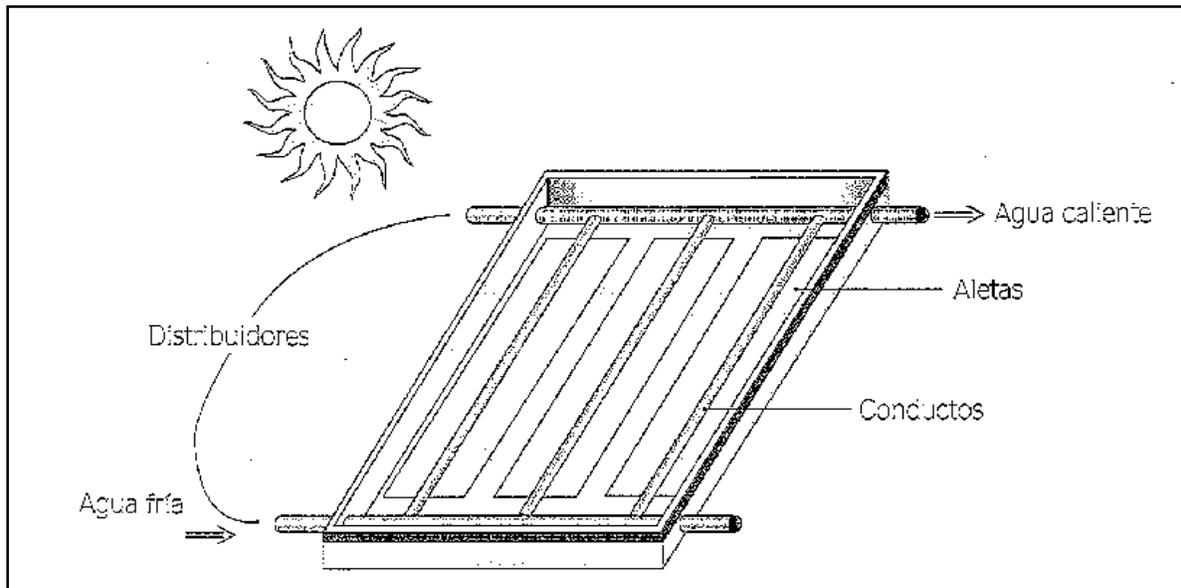
La parte inferior de la placa de absorción y el lado de la carcasa están bien aislados para reducir las pérdidas de conducción. Los tubos llenos de líquido pueden ser soldados a la placa absorbente, estos tubos están conectados en ambos extremos por tubos de mayor diámetro situados en la cabecera.

La cubierta transparente se usa para reducir las pérdidas de calor por convección gracias a la capa de aire estancado entre la placa de absorción y el vidrio. También reduce las pérdidas por radiación desde el colector, porque el vidrio es transparente, Este vidrio permite la entrada de algunos rayos solares (onda corta) que calientan el colector. Este, al calentarse, también emite calor (onda larga) pero esta vez el vidrio impide que se escape todo hacia el espacio y lo devuelve al colector. (Efecto invernadero).

Los colectores solares de placa plana (FPC) están generalmente en una posición fija y no requieren de seguimiento del sol. Los colectores deben estar orientados directamente hacia el

ecuador, hacia el sur en el hemisferio norte y hacia el norte en el sur. El ángulo de inclinación óptima del colector es igual a la latitud del lugar con las variaciones de ángulo de 10 a 158 más o menos dependiendo de la aplicación.

Figura 2.1: Circulación del agua dentro de un colector solar placa plana.



Principales componentes

Un colector solar de placa plana consta principalmente de los siguientes:

1. Cubierta de vidrio: Una o más hojas de vidrio, o cualquier otro material que transmita la radiación.
2. Tubos: Para llevar a cabo o dirigir la transferencia de calor en los fluidos, desde la entrada hasta la salida.
3. Placas de absorción. Placas planas, onduladas, o acanaladas, a las cuales los tubos, se unen. La placa de absorción puede estar integrada con los tubos.
4. Encabezados o colectores. Para recibir y/o drenar el fluido.
5. Aislamiento. Para reducir al mínimo la pérdida de calor desde la parte posterior y los lados del colector.
6. Recipiente o envoltura. Para rodear los componentes antes mencionados y mantenerlos libres de polvo, humedad, etc.

Su principal objetivo es recoger la energía solar tanto como sea posible con el costo total más bajo posible. El colector debe también tener una vida útil larga, a pesar de los efectos adversos de la radiación ultravioleta del sol, la corrosión y la obstrucción debido a la acidez, alcalinidad o la dureza del fluido de transferencia de calor, de congelación del agua, o la deposición de polvo



o humedad en el vidrio. La ruptura de los cristales debido a la expansión térmica, el granizo, vandalismo u otras causas. Estas causas pueden ser minimizadas si se usa vidrio templado.

El vidrio con bajo contenido en hierro tiene una absorción relativamente alta de radiación solar (aproximadamente 0.85 - 0.90 en incidencia normal) y su transmisión de la onda larga es esencialmente cero.

El efecto de la suciedad y el polvo en los cristales del colector es muy pequeño y el efecto de limpieza de una lluvia ocasional suele ser el adecuado para mantener la transmisión en 2.4% de su valor máximo.

La cubierta de vidrio debe admitir la irradiación solar tanto como sea posible y reducir la pérdida de calor hacia arriba. Aunque el vidrio es prácticamente opaco para la radiación de onda larga emitida por las placas colectoras, la absorción de la radiación provoca un aumento de la temperatura del vidrio y por tanto pérdida de calor a la atmósfera circundante por radiación y convección.

El colector de placas planas absorbe la mayor cantidad de radiación posible a través del cristal, mientras se minimiza la pérdida de calor hacia la atmósfera y hacia abajo por la parte trasera de la carcasa.

La absorción del colector de radiación de onda corta solar depende de la naturaleza, el color de la capa y del ángulo de incidencia de la superficie. Por lo general se utiliza en color negro, sin embargo, se han propuesto varias capas de color, principalmente por razones estéticas.

Un colector de energía solar eficiente es aquel que absorbe la radiación solar que incide en él, la convierte en energía térmica y entrega esta energía a un medio de transferencia de calor con un mínimo de pérdidas en cada paso.

Los requisitos para los absorbedores solares utilizados en aplicaciones de alta temperatura son deben tener baja emisividad y alta estabilidad a las temperaturas.

Un problema importante es obtener una buena adherencia térmica entre los tubos y las placas de absorción, sin incurrir en costos excesivos de mano de obra o materiales. El material más utilizado para las placas colectoras son: el cobre, aluminio y acero inoxidable. El plástico se utiliza para aplicaciones de baja temperatura.

Cuando se requiere un alto nivel de rendimiento. El requisito principal es una gran superficie de contacto entre la superficie de absorción y el aire.

Otra categoría de colectores son los colectores solares descubiertos o sin esmalte. Estos suelen ser de bajo costo y pueden ofrecer unidades rentables de energía solar térmica en aplicaciones tales como el agua de precalentamiento para el uso doméstico o industrial, calentamiento de piscinas, calefacción y calentamiento de aire para aplicaciones industriales o agrícolas.



Los colectores solares FPC son los más utilizados, se emplean normalmente para aplicaciones de baja temperatura hasta 100 °C, aunque algunos nuevos tipos de colectores que emplean el aislamiento al vacío pueden alcanzar valores ligeramente más altos. Si se usan recubrimientos altamente selectivos, un FPC estándar puede alcanzar temperaturas de más de 200 °C.

2.1.2 Colectores parabólicos compuestos estacionarios

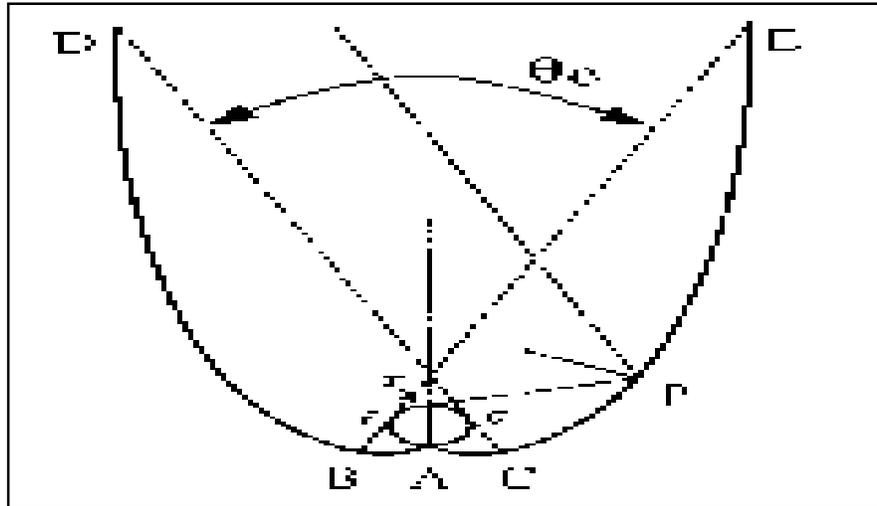
Estos tienen la capacidad de reflejar a la absorción de toda la radiación incidente dentro de los límites de ancho. Su potencial como colectores de energía solar fue señalado por Winston. La necesidad de mover el concentrador para dar cabida a la orientación solar cambiante puede reducirse mediante el uso de un canal con dos secciones de una parábola uno frente al otro. Puede ser cilíndrico o plano.

El ángulo de aceptación se define como el ángulo que es una fuente de luz se mueve y converge en el absorbedor. La orientación de un colector CPC está relacionada con su ángulo de aceptación. También dependiendo del ángulo de aceptación del colector, este puede ser fijo o de seguimiento. Un concentrador CPC puede ser orientado con su eje longitudinal a lo largo, ya sea de norte a sur o de este-oeste y su apertura se inclina directamente hacia el ecuador en un ángulo igual a la latitud local.

Cuando el colector está orientado en la dirección norte-sur, el colector sigue al sol girando en su eje a fin de seguirlo en forma continua. Cuando el concentrador está orientado con su eje longitudinal a lo largo de la dirección este-oeste, con un pequeño ajuste estacional en el ángulo de aceptación, el colector es capaz de atrapar los rayos del sol eficientemente. El ángulo mínimo de aceptación en este caso debe ser igual al ángulo de incidencia máxima proyectada en un plano vertical norte-sur.

Existen dos tipos básicos de colectores parabólicos que han sido diseñados, el simétrico y asimétrico. Estos suelen emplear dos tipos de amortiguadores, tipo aleta con el tubo y amortiguadores tubulares.

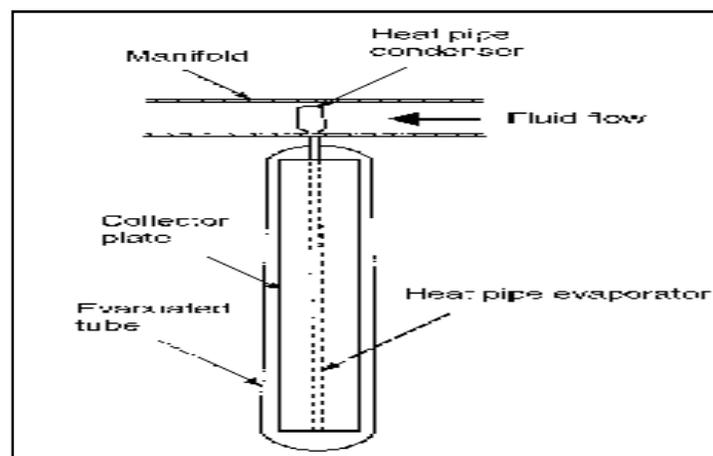
Figura 2.2: Diagrama esquemático de un colector parabólico compuesto



2.1.3 Colectores de tubo

Los colectores simples de placa plana solares fueron desarrollados para su uso en climas soleados y cálidos. Sin embargo, sus beneficios se reducen considerablemente cuando las condiciones se vuelven desfavorables durante los días de frío, nublados y ventosos. Por otra parte, a la intemperie las influencias tales como la condensación y la humedad causan el deterioro prematuro de los materiales internos dando como resultado una reducción del rendimiento y el fracaso del sistema. Colectores de tubo de calor solar (tubos) funcionan de manera diferente que los otros colectores del mercado. Estos colectores solares consisten en un tubo de calor dentro de un tubo al vacío.

Figura 2.3: Diagrama esquemático de un colector de tubos de vacío.





Estos colectores tienen un tubo de calor (un conductor térmico muy eficaz) colocado dentro de un tubo al vacío. El tubo, que es un tubo de cobre sellado, se fija a una aleta de cobre negro que llena el tubo (placa de absorción). Lo que sobresale de la parte superior de cada tubo es una punta de metal conectada a la tubería sellada (condensador). El tubo de calor contiene una pequeña cantidad de líquido (por ejemplo, metanol) que se somete a un ciclo de evaporación-condensación. En este ciclo, el calor del sol evapora el líquido y el vapor viaja a la región del disipador de calor donde se condensa y libera el calor latente. El líquido condensado vuelve al colector solar y el proceso se repite.

2.2 Colectores de concentración de seguimiento solar

Las temperaturas se pueden aumentar al disminuir el área en la cual se producen las pérdidas de calor. Se puede llegar a temperaturas muy superiores a las alcanzables en un colector de placa plana si una gran cantidad de radiación solar se concentra en un área relativamente pequeña. Esto se hace mediante la interposición de un dispositivo óptico entre la fuente de radiación y la superficie de absorción de energía.

Ventajas:

1. El fluido de trabajo puede alcanzar temperaturas más altas en un sistema de concentración, en comparación con un sistema de placa plana. Esto significa que se puede lograr una mayor eficiencia termodinámica.
2. La eficiencia térmica es mayor debido al área pequeña de pérdida de calor en relación con el área de recepción.
3. Superficies reflectantes requieren menos material y son estructuralmente más simple que el colector de placa plana. Para un colector concentrador el costo por unidad de área de la superficie de captación solar es menos que el de un colector placa plana.
4. Debido a la relativa pequeña área de receptor por unidad de recogida de energía solar, tratamiento de superficies selectivas y de aislamiento al vacío para reducir las pérdidas de calor y mejorar la eficiencia del colector son económicamente viables.

Desventajas:

1. Recogen poca la radiación difusa dependiendo de la tasa de concentración.
2. Algún tipo de sistema de seguimiento es necesario a fin de que el colector siga al sol.
3. Las superficies solares reflectantes pueden perder su reflexión con el tiempo y pueden requerir una limpieza periódica y la renovación.

Los colectores pueden ser reflectores o refractores, pueden ser cilíndricos o parabólicos y pueden ser continuos o segmentados. Los receptores pueden ser convexos, planos, cilíndricos o cóncavos y se pueden cubrir con el glaseado o descubierto.

Debido al movimiento aparente del sol en el cielo, los colectores convencionales de concentración deben seguir el movimiento diario del sol. Hay dos métodos por los cuales se



puede seguir el movimiento del sol fácilmente. El primero es el método altacimutal que requiere de un dispositivo de rastreo y el azimut, cuando se realiza correctamente, este método permite que el concentrador siga exactamente al sol. Los colectores parabólicos solares utilizan este sistema. El segundo es el seguimiento en un eje en el que el colector sigue al sol en una sola dirección ya sea de este a oeste o de norte a sur. Colectores cilindro-parabólicos (PTC) en general, utilizan este sistema. Estos sistemas requieren de un ajuste continuo y preciso para compensar los cambios en la orientación del sol.

Otro tipo de colector es según el ángulo de aceptación, puede ser fijo o de seguimiento. Cuando se utiliza el de seguimiento es muy intermitente y su coeficiente de concentración es generalmente pequeño y la radiación es absorbida y concentrada por uno o más reflejos en las superficies parabólicas.

La concentración se puede obtener mediante la reflexión o la refracción de la radiación solar, mediante el uso de espejos o lentes. La refracción de la luz puede ser reflejada o concentrada en una zona focal, lo que aumenta el flujo de energía recibida. Los colectores de concentración también se pueden clasificar en no-imagen y de imagen en función de si la imagen del sol se concentra en el receptor o no. El colector que pertenece a la primera categoría es el colector parabólico, mientras que todos los otros tipos de colectores pertenecen al tipo de imagen.



CAPITULO III

3. Aislantes

Los aislantes térmicos son el método con el cual tratamos de aislar térmicamente una superficie reduciendo la transferencia de calor hacia o desde el ambiente mediante el uso de materiales aislantes o de baja conductividad térmica. Tiene como objetivo, minimizar las pérdidas de energía por transferencia de calor hacia o desde el ambiente. El aislamiento se utiliza por necesidades del proceso, seguridad de personas y bienes, reducción de las pérdidas energéticas, reducción de la contaminación ambiental, el CO₂ y el efecto Invernadero, el SO₂ y la lluvia ácida.

Se define aislante térmico a aquellos materiales cuya principal característica física es su baja conductividad térmica. La conductividad térmica es la característica que expresa la mayor o menor dificultad del material para permitir la transferencia de calor.

3.1 Tipos y funciones del aislamiento

Dentro de los aislantes tenemos:

- Aislamiento acústico.
- Aislamiento higrométrico.
- Aislamiento de protección contra incendios.
- Aislamiento Térmico.

3.1.1 Aislamiento Acústico NBE-CA-82.

El aislamiento acústico es necesario para conseguir mayor habitabilidad y confort en todo edificio, alcanzando niveles acústicos aptos para poder desarrollar la actividad a la que se destina, eliminando así los sonidos no deseables o ruidos.

Para ello, hay que aislar el edificio del ruido procedente del exterior, del producido en el interior del mismo por otros usuarios y del emitido por las instalaciones y equipamientos del propio edificio, mediante los siguientes aislamientos:

- Aislamiento del ruido de impacto.
- Aislamiento de los equipamientos.

Para conseguir una solución simultánea a los tres problemas es necesario realizar un diseño cuidadoso, para lo cual es necesario conocer previamente las clases de ruidos que van a encontrarse tanto en el exterior como en el interior de los locales así como todas las fuentes que los originan.



La Norma Básica de la Edificación NBE-CA-82 sobre Condiciones Acústicas en los Edificios fija las prescripciones exigibles a los diferentes elementos constructivos. De esta forma se garantiza, en condiciones normales, un ambiente acústico interior adecuado para los usuarios de los edificios, en función de la utilización a que estén destinados.

3.1.2 Aislamiento Higrométrico

El aislamiento higrométrico tiene como fin la presencia de humedades de condensación en la superficie interior de los cerramientos y dentro de los mismos, que degradarían sus condiciones, así como humedades esporádicas que puedan dañar a otros elementos. Esta función está íntimamente relacionada con el aislamiento térmico.

El comportamiento higrométrico de un cerramiento está condicionado por el ambiente exterior, el ambiente interior y los materiales que lo constituyen.

Las formas más comunes de evitar estas condensaciones son la instalación de barreras de vapor, que aumenten la resistencia al paso del vapor en la parte caliente del cerramiento, y el aumento del espesor del aislamiento térmico.

3.1.3 Aislamiento de Protección contra Incendios NBE-CPI-91

Las estructuras metálicas y otros elementos constructivos necesitan ser protegidos mediante el aislamiento, para mejorar su resistencia frente al fuego. Este tipo de aislamientos son utilizados en depósitos, equipos, hornos industriales, túneles de secado y otras muchas instalaciones, como protección pasiva contra el fuego.

Algunos de los sistemas y materiales de aislamiento térmico pueden cumplir también el objetivo de aislamiento de protección contra incendios, pero en otros casos es preciso un diseño, unos materiales y unas formas de instalaciones específicas.

En la Norma Básica de la Edificación NBE-CPI-91 sobre Condiciones de Protección contra Incendios en los Edificios se indican las condiciones exigibles a los materiales con respecto a su comportamiento frente al fuego.

3.1.4 Aislamiento térmico

El aislamiento térmico tiene una doble finalidad: mejorar las condiciones de habitabilidad y confort de los edificios y reducir las pérdidas de energía.

El diseño del aislamiento térmico debe considerar, en primer lugar, la planificación urbanística, es decir, la localización, orientación, distribución y diseño arquitectónico del edificio, parámetros básicos para el ahorro energético.

A continuación mostramos un listado de algunos de los materiales más frecuentes en las instalaciones de aislamientos térmicos.



- Poliestireno extruido
- Lanas minerales
- Fibras de poliéster
- Aglomerados de fibras textiles
- Espuma aglomerada de poliuretano

3.1.4.1 Poliestireno extruido

El poliestireno extruido ofrece un elevado confort térmico y garantiza una reducción de la emisión de contaminantes atmosféricos gracias a sus compuestos, que también ofrecen una resistencia mecánica excelente ayudando así también a obtener una gran resistencia al agua o humedades.

3.1.4.2 Lanas minerales

Las lanas minerales se clasifican de varias maneras y con distintas aplicaciones según sea el modelo a utilizar.

Lana de vidrio: acabado natural o en papel Kraft como barrera de vapor, los cuales están diseñados para el aislamiento térmico en fachadas y como complemento para el aislamiento acústico en tabiquería.

Lanas de roca: acabado natural, en capa bituminosa de oxiasfalto y velo defibra de vidrio. Están diseñados para el aislamiento térmico en forjados y fachadas, y en aislamientos acústicos en salas de máquinas e industria.

3.1.4.3 Fibras de poliéster

Las fibras de poliéster se presentan como producto mas agradable al tacto y no desprenden fibras en comparación a las lanas minerales, aunque los resultados son exactamente iguales a los de la fibra de vidrio, solo que con este material también se consigue un gran aislamiento acústico.

3.1.4.4 Aglomerados de fibras vegetales

Son fieltros de fibras textiles aglomeradas con resina fenólica y son un complemento excelente en el aislamiento térmico y acústico en cualquier tipo de trasdosado semidirecto.

3.2 Selección del material aislante

La conductividad térmica es bastante parecida entre los materiales aislantes, por lo que no es esta característica la principal diferencia entre ellos.

La diferencia radica en sus características físico – químicas. Se deben tener en cuenta lo siguiente: Las contracciones y dilataciones del aislante, su resistencia al fuego, la acción de



disolventes y agentes atmosféricos, las sollicitaciones mecánicas, la máxima temperatura de empleo.

3.3 Requisitos de los Termoaislantes.

Requisitos que deben cumplir las propiedades de los termoaislantes, a fin de poder satisfacer los requisitos específicos de un proyecto determinado.

Límites de temperatura. Los termoaislantes deben mantener sus propiedades, aún sometidos a temperaturas extremas. Después de 96 horas operando en ésta condición, no debe presentar grietas, roturas, combamientos, alabeos o disminución de espesor.

Conductividad térmica. Para calcular la transferencia de calor, es necesaria conocer la conductividad térmica y con base en ello, determinar la calidad o eficiencia del termoaislante. Debe ser constante a través de la vida útil del mismo.

Se requiere que los termoaislantes y materiales complementarios sean, en seco, ligeramente alcalinos. Se debe evitar el uso de materiales que al humedecerse adquieran condiciones de acidez para evitar corrosión.

Tabla 3.1: Algunas conductividades de materiales

Aislante	Lambda
Arcilla Expandida [árido suelto]	0,148
EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0,029
EPS Poliestireno Expandido [0.037 W/[mK]]	0,0375
EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]]	0,046
MW Lana mineral [0.031 W/[mK]]	0,031
MW Lana mineral [0.04 W/[mK]]	0,0405
MW Lana mineral [0.05 W/[mK]]	0,05
Panel de perlita expandida [EPB] [>80%]	0,062
Panel de vidrio celular [CG]	0,05
PUR Inyección en tabiquería con dióxido de carbono CO2	0,04
PUR Plancha con HFC o Pentano y rev. impermeable a gases [0.025 W/[mK]]	0,025
PUR Plancha con HFC o Pentano y rev. permeable a gases [0.03 W/[mK]]	0,03
PUR Plancha con HFC o Pentano y rev. permeable gases [0.027 W/[mK]]	0,027
PUR Proyección con CO2 celda cerrada [0.032 W/[mK]]	0,032
PUR Proyección con CO2 celda cerrada [0.035 W/[mK]]	0,035
PUR Proyección con Hidrofluorcarbono HFC [0.028 W/[mK]]	0,028
XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	0,034
XPS Expandido con dióxido de carbono CO3 [0.038 W/[mK]]	0,038
XPS Expandido con dióxido de carbono CO4 [0.042 W/[mK]]	0,042
XPS Expandido con hidrofluorcarbonos HFC [0.025 W/[mK]]	0,025
XPS Expandido con hidrofluorcarbonos HFC [0.032 W/[mK]]	0,032
XPS Expandido con hidrofluorcarbonos HFC [0.039 W/[mK]]	0,039

Capilaridad. Debe hermetizarse el sistema termoaislante, en los casos que pueda hacer contacto con líquidos peligrosos o inflamables, o en áreas de lavado frecuente.

Combustibilidad. Los termoaislantes no deben contribuir a la propagación del fuego.



Resistencia a la vibración. Los materiales termoaislantes fibrosos, no deben ser de baja densidad a fin de obtener su mayor resistencia a los esfuerzos de vibración de las tuberías y equipo en operación, referencias NMX-C-376, ASTM C 203 y ASTM C 165 o equivalentes.

Estabilidad dimensional. La estabilidad dimensional debe considerarse en el diseño. Se diferencia de la expansión/contracción por temperatura porque es permanente, produce efectos adversos en el sistema termoaislante y reduce su vida útil.

Expansión. El coeficiente de expansión, se debe tomar como base para definir la separación en juntas de expansión. Al poner un equipo en operación a alta temperatura, la expansión puede hacer que la distancia entre dos boquillas aumente drásticamente y dañe al sistema termoaislante, esto hace indispensables las juntas de expansión cuya dimensión y distanciamiento deben ser definidos con base en el coeficiente de expansión respectivo.

Higroscopia. Debe evitarse el uso de materiales higroscópicos, ya que la presencia de agua genera soluciones de sustancias arrastradas por el vapor ambiental, como cloruros, nitratos y sulfatos, provocando corrosión sobre el acero al carbón y por su capacidad ionizante, la provoca también sobre acero inoxidable.

Resistencia a la compresión. Cuando el termoaislante pueda verse sometido a cargas o abuso mecánico que lo deformen, debe evitarse el uso de termoaislantes fibrosos de baja densidad. Por otra parte debe considerarse que la resistencia a la compresión varía con la temperatura.

Transmisión de sonido. A mayor densidad del termoaislante, menor será su coeficiente de transmisión de sonido, este coeficiente debe considerarse en el aislamiento de tuberías con manejo de fluidos a muy alta presión y velocidad, en expansiones y contracciones de tubería, en estos casos deben utilizarse termoaislantes de alta densidad.

Todo material aislante debe cumplir ciertos requisitos mínimos para ser considerado como tal, los cuales deben ceñirse a normas técnicas de evaluación elaboradas por entidades especializadas.

3.4 Normas que deben cumplir los aislantes térmicos

- **NOM-009-ENER-1995** - Eficiencia energética en aislamientos térmicos industriales editada en el Diario Oficial de la Federación el 08 de Noviembre de 1995.
- **NMX-C-379-1993** - Industria de la construcción - Materiales termoaislantes - Cemento Monolítico de Fibras Minerales – Especificaciones.
- **NMX-C-376-1992** - Industria de la Construcción - Materiales Termoaislantes - Perdidas de Masa por Abrasión e Impacto - Método de Prueba.
- **ASTM International** Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (American Society for Testing and Materials).



3.5 Normas técnicas que deben cumplir los materiales aislantes

Estos requisitos están dirigidos a obtener información acerca de lo siguiente:

- Características dimensionales.
- Densidad.
- Propiedades de transferencia de calor
- Máximas temperaturas de uso.
- Análisis químicos.
- Resistencia al fuego.
- Absorción de agua, etc.

Las entidades técnicas que han elaborado normas de calificación de materiales aislantes son varias en el mundo, sin embargo la más conocida y difundida a nivel nacional son las normas ASTM.

Se debe usar el criterio de no seleccionar materiales termoaislantes, que por condiciones de diseño lleguen a su máxima temperatura indicada en la tabla siguiente; cuando se llegue al 90 % de su temperatura límite se debe seleccionar el siguiente material.

Figura 3.1: Temperaturas de operación de algunos materiales aislantes

Termoaislantes	Temperaturas (°C)									
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
Lana de roca -Placa rígida	37									1035
Lana de roca -Placa semirígida -Colcha -Preformado	37					650				
Fibra de vidrio -Colcha	37				538					
Fibra de vidrio -Preformado -Placa semirígida	37			454						
Perlita expandida -Placa rígida -Preformado	37					650				
Silicato de calcio -Placa rígida -Preformado	37								815	



3.6 Clasificación y usos actuales de la ceniza

Las cenizas del carbón se definen como el residuo final generado en la combustión de carbones gruesos o en polvo (Norma ASTM 593-76a), y su contenido en el carbón varía entre un 3% y un 45%. Su composición química global es similar a la de una arcilla, presentan constituyentes mayoritarios como óxidos de silicio, aluminio, hierro y calcio en proporción de 95% a 99%. Los componentes minoritarios son pequeñas cantidades de compuestos de magnesio, titanio, potasio, fósforo, azufre y compuestos alcalinos en proporciones entre 0.5 % y 3.5%. Los elementos traza más característicos como el Ar, Be, Cd, Pb se presentan en proporciones menores a 0.5 %.

Las cenizas son generalmente de tipo básico aunque según el medio en el cual se encuentren su pH varía entre 3 y 8. Mineralógicamente contienen anhidrita, calcita, dolomita, y cuarzo como minerales mayoritarios posteriores al tratamiento térmico

Algunas características físicas como el tono, varía desde claro a oscuro dependiendo del contenido de carbono que les da tonos grises y dependiendo del contenido de hierro que les da tonos pardos. La densidad promedio de las cenizas es de 2.24 g/cm³ a 2.56 g/cm³

Las principales clasificaciones de las cenizas se encuentran entre cenizas de fondo y entre las cenizas de combustión en lecho fluidizado o gasificación en lecho fluidizado, fogoneros rejilla y la gasificación de flujo de arrastre. Las cenizas para muchas situaciones prácticas pasa a ser la alternativa económica más atractiva, es rica en carbono debido principalmente al alto valor calórico como consecuencia de la elevada cantidad de carbón no quemado. Otras características son que las cenizas de gasificación tiene una baja densidad y son difíciles de manejar el contacto con el aire debe evitarse para evitar la ignición espontánea y posiblemente explosiones de polvo

Las cenizas de biomasa para los lugares donde la biomasa se cosecha pueden ser consideradas como la próxima mejor opción sostenible para traer los nutrientes a los suelos originales y por lo tanto reciclar los minerales. A largo plazo, el reciclaje evita problemas con el agotamiento y el cansancio de los suelos, a menos que los suelos se fertilicen de otra manera. En la mayoría de los países europeos (Finlandia, Dinamarca, Suecia, Austria Alemania entre otros), han establecido una legislación que permita y controle el reciclaje de cenizas de biomasa en los bosques y áreas agrícolas.

A pesar de que el reciclaje de cenizas es una buena manera para la reutilización de la misma, en grandes cantidades de ceniza de biomasa producida no pueden ser recicladas porque algunos propietarios no quieren reusarlas por ejemplo, en áreas recreativas o reservas naturales. También hay grandes corrientes de ceniza de biomasa de la que no es posible rastrear el lugar original. Por último, es posible que las cenizas no estén simplemente limpias. Por todas estas razones, debe ser encontrada una alternativa de reutilización.

Existen tres opciones de utilización mundial:



- Utilización como materia prima para los fertilizantes
- Aplicación como material de construcción o como componente en la fabricación de la construcción de materiales.
- Re-uso como combustible, como en casos especiales donde las características y la calidad de un cierto tipo de cenizas de una combinación perfecta con una cierta forma de utilización.

Las cenizas de biomasa pueden utilizarse directamente como mejorador de suelo o abono o se puede utilizar como materia prima en la producción de fertilizantes minerales. Las cenizas son regresadas a la tierra, pero la ubicación no necesariamente debe ser la misma que el origen de la biomasa.

Su utilización como materia prima para ahorrar fertilizantes primarios y por lo tanto recursos puede ser visto como un ejemplo sostenible en la utilización de la biomasa.

Sin embargo la utilización de cenizas de biomasa en todo fertilizante está limitada. Los tres elementos en los abonos completos son N, P y K y las cenizas de biomasa sólo son una importante fuente de potasio, ya que a partir de procesos térmicos son casi libres de nitrógeno, el fósforo está presente pobremente dependiendo de la solubilidad en las condiciones del suelo. Pero para el uso como fertilizante en bosques, la lenta liberación de P no es un problema, en particular especialmente en suelos más ácidos.

Las cenizas de lecho fluidizado en combustión o gasificación contienen una gran parte de arena y puede sustituir a otros tipos de arena para la construcción de carreteras o jardinería. Cenizas de fogoneros y de flujo de gasificación puede ser granulado y encontrar su forma de construcción de carreteras y hormigón.

Las cenizas se someten a pruebas de lixiviación. En las pruebas de lixiviación se analizan cerca de 20 componentes contaminantes. Para cada componente, se expresa en mg de componente por kg de material original o por metro cuadrado de superficie expuesta se tiene un límite superior y un límite inferior. Cuando todos los componentes se mantienen en el nivel más bajo, el material de construcción es clasificado como "categoría 1" y se pueden utilizar en cantidades ilimitadas. Cuando uno o más componentes supera el límite menor, pero todos los componentes se mantiene por debajo del límite superior, el material está clasificado como "Categoría 2", lo que significa que puede ser utiliza en el contacto directo con agua (agua de lluvia o agua subterránea). Si uno o más componentes superan el límite superior, el material no se puede utilizar como material de construcción. Un gran número de diferentes cenizas de biomasa han sido objeto de pruebas de lixiviación en los últimos años.

Finalmente la utilización como combustible es una opción viable para cenizas con una importante cantidad de carbono quemado. En la práctica, esta opción se limita a cenizas volantes de lecho fluidizado y gasificación. La utilización como combustible es un sistema lógico y una opción preferida, para el uso con las cenizas. El mismo objetivo que el material original:



la generación de calor y electricidad. La utilización como combustible no es lo mismo como la incineración de residuos con recuperación de energía. Las primeras estimaciones indican la utilización como combustible es posible cuando el contenido de carbono es mayor del 35% en peso o el valor calórico es superior a 15 MJ / kg.



CAPITULO IV

4. Parte experimental

Se inicio con pruebas para la ceniza para posteriormente colarla en el termo-tanque y finalmente con ello hacer la evaluación de la ceniza como aislante.

4.1 Material o recursos

- Tamizador y juegos de tamices
- Termómetros de vidrio
- Termómetro de metal
- Cortadora de metal
- Remachadora neumática
- Lamina de acero
- Taladro y juegos de brocas
- Flexometro
- Mechero Bunsen
- Tripie
- Mangueras
- Vaso de metal
- Ceniza de biomasa
- Unicel
- Tapones
- Probeta
- Aglutinante “Pracktico TiroI”

4.2 Métodos

Las formulaciones de ceniza de biomasa vegetal, con diferentes diámetros de partículas se mezclaron con un aglutinante comercial de bajo costo para obtener un aislante térmico de baja temperatura y colable. Se hicieron pruebas de forma individual y en arreglo en un captador térmico solar de placa plana. Una vez caracterizada la formulación anterior se utilizó en la construcción de un calentador solar de agua para usos domésticos, se obtuvieron los perfiles de temperatura del termo-tanque en operación y se determinó la eficiencia térmica global de cada sistema de captación térmica solar, se efectuó el análisis económico

DIAGRAMA

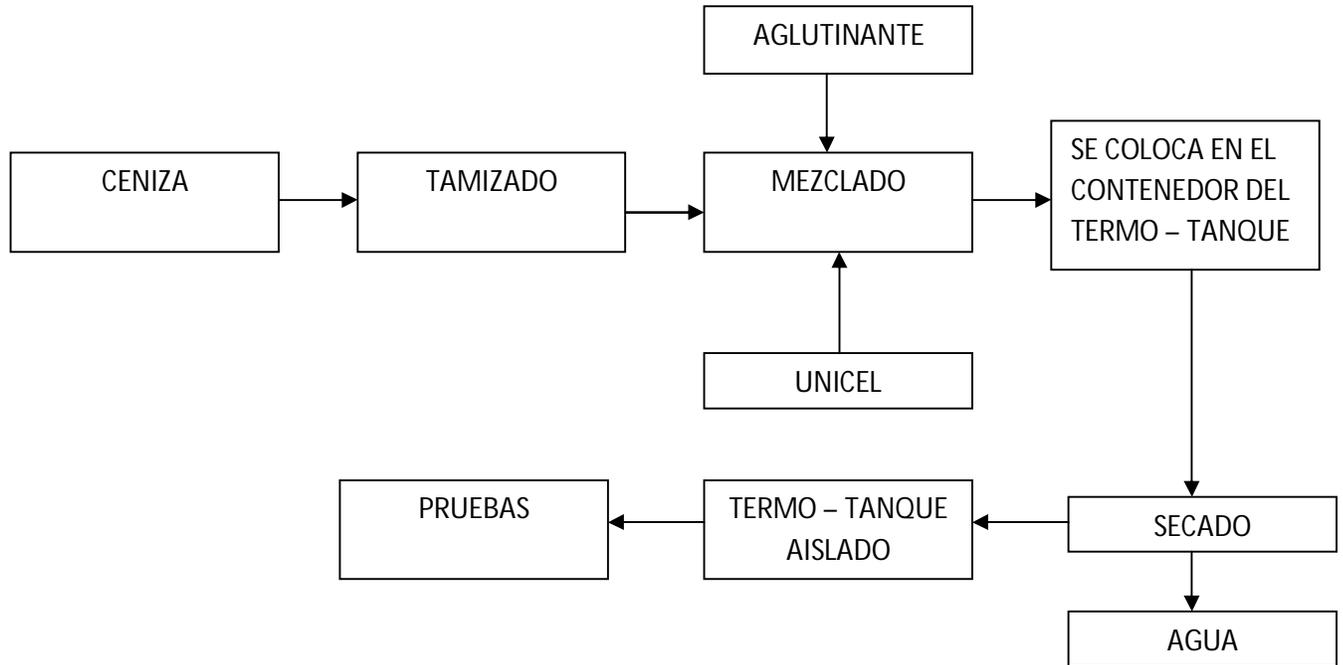
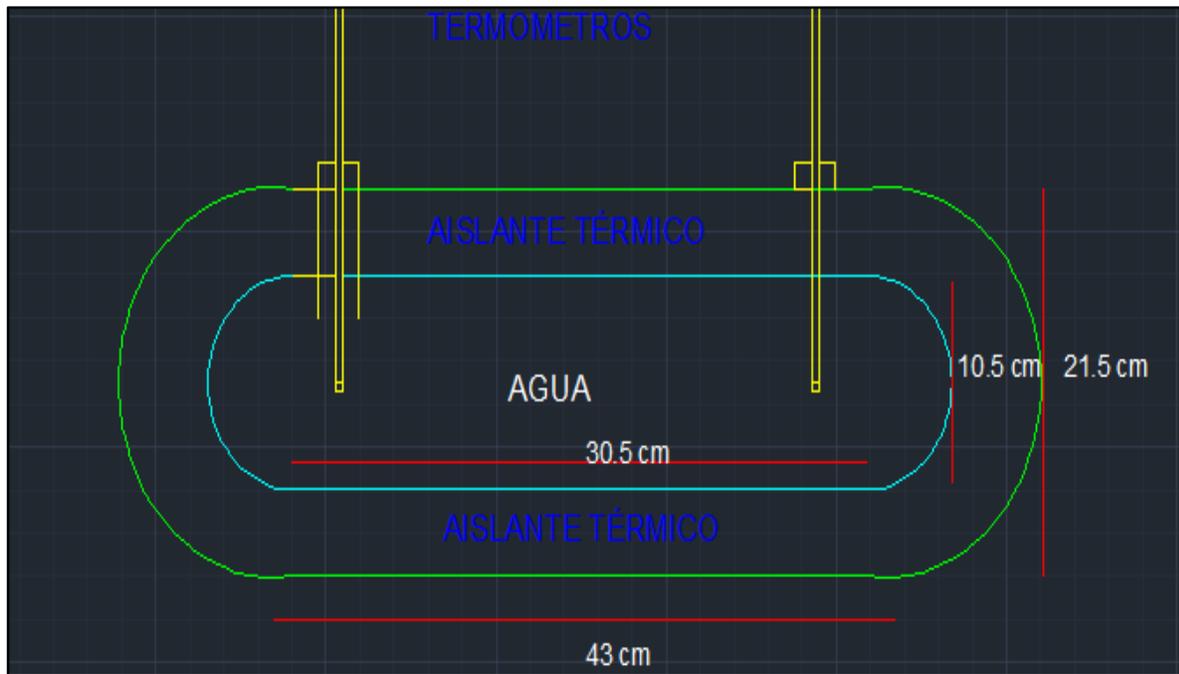


Figura 4.1 Esquema del dispositivo a micro escala del termo tanque





4.3 Resultados

A continuación se muestran las primeras tablas de resultados, posteriormente se muestran las temperaturas con su correspondiente cálculo de conductividad térmica y por último las imágenes del termo-tanque con los diferentes materiales utilizados esto haciendo comparación entre los resultados, cabe destacar que todos los materiales utilizados (bolsa, unigel y espuma de poliuretano) son desechos encontrados en la FES Z.

En la Tabla 4.1 se muestran diferentes lecturas debido a que se colocaron termómetros a diferentes distancias, para observar como cambiaba la temperatura de acuerdo a la distancia a la que se encontraba cada termómetro. Este es el primer registro que se tomo.

Tabla 4.1 Calentamiento de aceite 20 – 80°C

CALENTAMIENTO DE ACEITE 20-80 °C						
						metálico
termómetro	5	6	7	8	9	10
	20	20	20.5	20	20	18
	28	26	27	28	28	23
	32	31	33	33	33	28
	41	39	40.5	42	41	33
	48	45	45	46	47	38
	52	51	53	53	52.5	43
	62	61	62	63	62	48
	63	63.5	63	65	64	53
	69	69	70	72	71	58
	75	75	76	77	76	63
	80	80	81	83	82	68
	86	87	87	87	87	73
	91	92	92.5	94	93	78
	97	98	98	100	99	83



Grafica 1

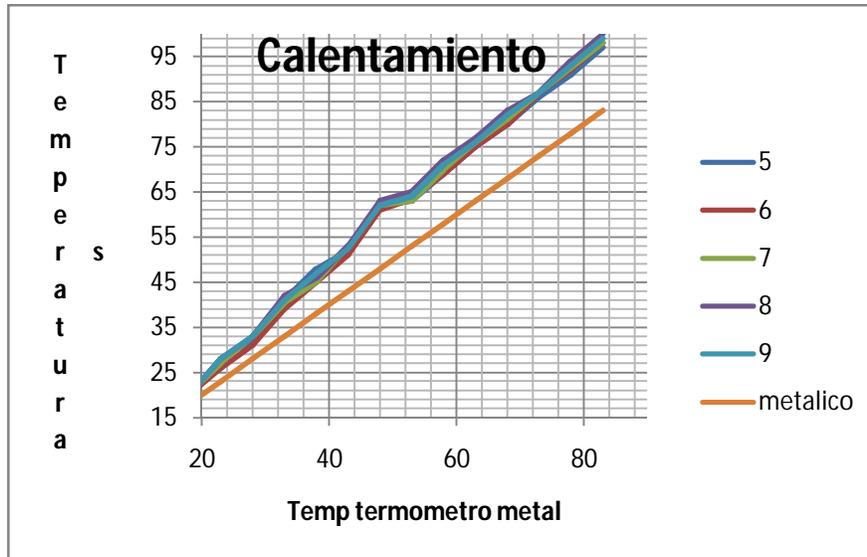
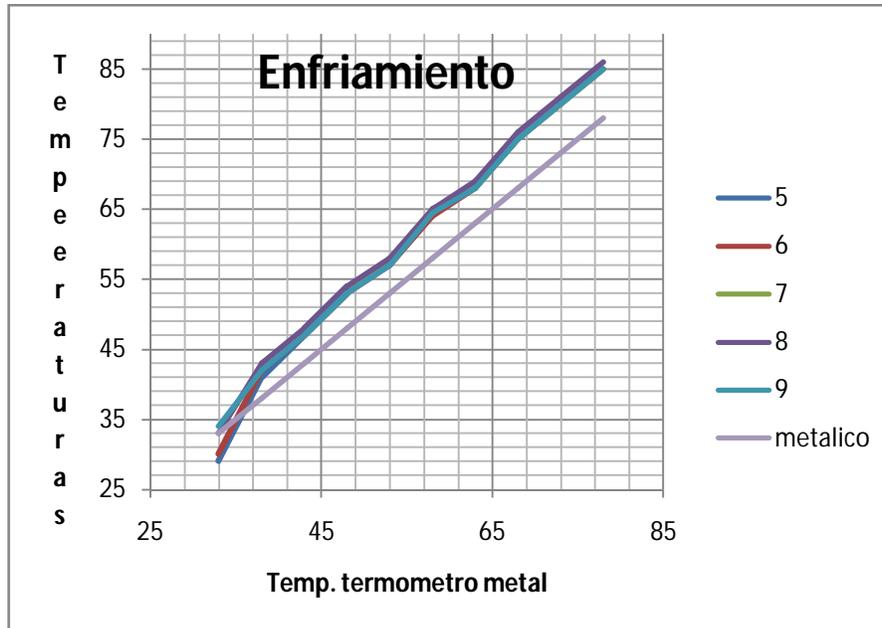


Tabla 4.1 Enfriamiento de 85 – 30 °C

	Termómetros de mercurio					metálico
	5	6	7	8	9	10
Temperaturas	85	85	85	86	85	78
	80	80	80	81	80	73
	75	75	75	76	75	68
	68	68	68	69	68	63
	64.5	64	65	65	64.5	58
	57	57	58	58	57	53
	53	53	53	54	53	48
	47	47	47	48	47	43
	41	42	42	43	42	38
	29	30	30	33	34	33

Grafica 2



Las siguientes tablas muestran el calentamiento y posterior enfriamiento de aceite (80 ≈ 30) en un tubo aislado térmicamente con aproximadamente 7 cm de espesor de ceniza. Colocando a su alrededor termómetros a 3 y 6 cm de distancia.

Tabla 4.3 Temperaturas a 3 cm de distancia del centro (calentamiento)

Temperatura ascendente (3 cm)					Temperatura Descendente (3 cm)				
centro	1	3	5	9	centro	1	3	5	9
20	20	20	20	19	80	25	26	26	30
25	20	20	20	19	75	28.5	28	28.5	32.5
30	20	20	20	19	70	31	30.5	32	30
35	20	20	20	19	65	33	34	35	31
40	20	20	20	20	60	36	36	38	37
45	20	20	20	20.5	55	38	38	39	38
50	20	20.5	20	21	50	38	38.5	40	38
55	21	21	21	22	45	38	38.5	39	37
60	21	21	21	23	40	37	37	38	36
65	22	22	22	23.5	37	35	36	35.5	34
70	22	22	22	23.5					
75	23	23	23	25					
80	23	23	24	26					



Tabla 4.4 Temperaturas a 6 cm de distancia del centro (calentamiento)

Temperatura ascendente (6 cm)					Temperatura Descendente (6 cm)				
centro	2	4	6	8	centro	2	4	6	8
20	20	19	19	20	80	27	24	22.5	27
25	20	19	19	20	75	27.5	26	23	29
30	20	19	19	20	70	28.5	28	24	31
35	20	19	19	20	65	30	30	24.5	33
40	22	20	19	21	60	31	32	25.5	34
45	22	20	19.5	21	55	32.5	34	27	35
50	22	20	20	22	50	33	35	28	36
55	23.5	20	20.5	22	45	34	35	29	35.5
60	24	20	20.5	23	40	32	34	29	34
65	25	21	21	24	37	32	33	29	33
70	25	21	21	24					
75	25	22	21	25					
80	26	22.5	21	26					

La siguiente tabla muestra 9 termómetros colocados en diferentes posiciones, de los cuales el 8 y 9 están en la pared del tubo, esto para poder hacer una mejor comparación con las diferencias de temperatura de los termómetros que están en diferentes distancias.

Tabla 4.5 Temperaturas a diferentes distancias

							PARED DEL TUBO	
temp (aceite)	1	2	3	4	5	6	8	9
37	20	20	20	20	20	19	21	20
40	21	22	22	21	22	21	25	23
40	24.5	25	26	25	26	25	28	25
50	26	26	27	27	28	26	30	26
50	28	29	30	30	32	30	34	30
60	29	30	31	31.5	32	30.5	34	30
60	33	34	36	36	38	36	40	35
70	34	35	37	38.5	39	37	42	36
70	37	39	41	43	44	41.5	47	40
80	38	40	43	44	45	43	49	40
80	43	45	47	50	50	48	54	45
70	47	48	52	54	55	51.5	53	47
60	49	50.5	54	55	55.5	53	50	44



50	48	49	51	51.5	52	50	45	41
40	41	42	42	41.5	42	41	39	36

De acuerdo con esos resultados podemos observar que de los termómetros 1 al 6 mantienen una semejanza en las lecturas, mientras que el 8 y 9 son un poco más bajas, debido a estos resultados procedimos a realizar las siguientes pruebas.

El termo-tanque utilizado fue diseñado para una capacidad de 2.3 l. sus dimensiones fueron las siguientes (también se muestran las dimensiones del envoltente):

Tabla 4.6 Datos del termo-tanque y envoltente

TERMO-TANQUE	
Longitud	30.5 cm
Volumen	2.3 l
Diámetro	10.5 cm
ENVOLVENTE DEL TERMO-TANQUE	
Longitud	43 cm
Diámetro	21.5 cm

NOTA: El grosor del aislante fue de 6 cm.

CÁLCULOS:

Tabla 4.7 Propiedades del agua

DENSIDAD	1 g/cm ³
Cp	4.184 J/g°K

Masa:

$$m = \rho * V$$

$$m = (1 \text{ g/cm}^3) * (2300 \text{ cm}^3) = 2300 \text{ g}$$

CALCULO DE MUESTRA DE CONDUCTIVIDADES

Se muestra el cálculo para solo una diferencia de temperatura, posteriormente se muestran los datos y cálculos obtenidos en tablas.

$$T_1 = 69 \text{ } ^\circ\text{C} = 342.2 \text{ K}$$

$$T_2 = 66.5 \text{ } ^\circ\text{C} = 339.7 \text{ K}$$

$$T_{amb} = 25 \text{ } ^\circ\text{C} = 298 \text{ K}$$



$$r_{int} = 0.0525 \text{ m}$$

$$r_{ext} = 0.1025 \text{ m}$$

$$Q = m C_p \Delta T$$

$$Q = (2300 \text{ g}) \left(4.184 \frac{\text{J}}{\text{g K}} \right) (342.2 \text{ K} - 339.7 \text{ K}) = 24058 \text{ J}$$

Debido a que el ΔT se dio en un lapso de 5 min = 300 s

$$Q = 80.19 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 80.19 \text{ W}$$

Usamos la ecuación de transferencia de calor para cilindros:

$$q_r = \frac{Q_x}{2 \pi r L} = -\kappa \frac{dT}{dr}$$

Despejando q_r y κ

$$q_r = \frac{Q_r}{L} = \frac{2\pi\kappa (T_{int} - T_{ext})}{\ln\left(\frac{r_{ext}}{r_{int}}\right)}$$

$$\kappa = \frac{q_r \ln\left(\frac{r_{ext}}{r_{int}}\right)}{2\pi\kappa (T_{int} - T_{ext})}$$

Por lo tanto tenemos:

$$q_r = \frac{80.19 \text{ W}}{0.43 \text{ m}} = 186.48 \frac{\text{W}}{\text{m}}$$

Y finalmente:

$$\kappa = \frac{\left(186.48 \frac{\text{W}}{\text{m}}\right) * \ln\left(\frac{0.1025 \text{ m}}{0.0525 \text{ m}}\right)}{2\pi * (339.7 \text{ K} - 298.15 \text{ K})} = 0.4772 \frac{\text{W}}{\text{m K}}$$



Este valor se multiplicara por 0.8 por ser este el factor del área del cilindro sin considerar la pérdida de calor por las tapas:

$$A_{cilindro} = 2\pi r^2 + 2\pi r h$$

$$A_{Total} = (2\pi * (10.75^2)) + 2\pi(10.75)(43) = 3630.5030 \text{ cm}^2$$

$$A_{Tapas} = 2\pi r^2 = 2\pi * (10.75^2) = 726.1006 \text{ cm}^2$$

$$Factor = \frac{726.1006 \text{ cm}^2}{3630.5030 \text{ cm}^2} = 0.2$$

$$1 - 0.2 = 0.8 \text{ Factor de área sin tapas}$$



"DESARROLLO DE UNA MEZCLA COLABLE AISLANTE TÉRMICA, A PARTIR DE CENIZAS DE BIOMASAVEGETAL PARA UTILIZARSE EN COLECTORES TÉRMICOS SOLARES DE PLACA PLANA"
CALCULO DE CONDUCTIVIDADES



Tabla 4.8 Correspondiente al 11 DE MAYO "CENIZA"

min	seg	T1	T1(°K)	T2	T2(°K)	min	seg	ΔT1	ΔT2	Q (W)	qr (W/m)	k1 (W/m°K)	Q(W)	qr	k2 (W/m°K)
0	0	69	342.15	69	342.15	0	0								
5	300	66.5	339.65	67	340.15	5	300	2.5	2	80.1933333	186.496124	0.38676775	64.15466667	149.1968992	0.309414199
5	300	66	339.15	65.5	338.65	5	300	0.5	1.5	16.0386667	37.29922481	0.0820134	48.116	111.8976744	0.243111157
5	300	65	338.15	64	337.15	5	300	1	1.5	32.0773333	74.59844961	0.16602713	48.116	111.8976744	0.252115273
5	300	64	337.15	63	336.15	5	300	1	1	32.0773333	74.59844961	0.17017781	32.07733333	74.59844961	0.174541343
5	300	63	336.15	62	335.15	5	300	1	1	32.0773333	74.59844961	0.17454134	32.07733333	74.59844961	0.179134536
5	300	62	335.15	61	334.15	5	300	1	1	32.0773333	74.59844961	0.17913454	32.07733333	74.59844961	0.18397601
5	300	61	334.15	60	333.15	5	300	1	1	32.0773333	74.59844961	0.18397601	32.07733333	74.59844961	0.189086455
5	300	60	333.15	59	332.15	5	300	1	1	32.0773333	74.59844961	0.18908646	32.07733333	74.59844961	0.194488925
5	300	59	332.15	58.5	331.65	5	300	1	0.5	32.0773333	74.59844961	0.19448893	16.03866667	37.29922481	0.100104594
5	300	58	331.15	58	331.15	5	300	1	0.5	32.0773333	74.59844961	0.20020919	16.03866667	37.29922481	0.101598692
10	600	57	330.15	57	330.15	5	300	1	1	16.0386667	37.29922481	0.10313807	32.07733333	74.59844961	0.206276133
10	600	56	329.15	56	329.15	10	600	1	1	16.0386667	37.29922481	0.10636113	16.03866667	37.29922481	0.106361131
5	300	55	328.15	55.5	328.65	5	300	1	0.5	32.0773333	74.59844961	0.21958427	16.03866667	37.29922481	0.109792135
10	600	54	327.15	55	328.15	5	300	1	0.5	16.0386667	37.29922481	0.11345187	16.03866667	37.29922481	0.111592006
10	600	53	326.15	54	327.15	5	300	1	1	16.0386667	37.29922481	0.11736401	32.07733333	74.59844961	0.226903746
5	300	52.5	325.65	53	326.15	10	600	0.5	1	16.0386667	37.29922481	0.12155558	16.03866667	37.29922481	0.117364007
5	300	52	325.15	52	325.15	5	300	0.5	1	16.0386667	37.29922481	0.12376568	32.07733333	74.59844961	0.243111157
10	600	51	324.15	51	324.15	10	600	1	1	16.0386667	37.29922481	0.12605764	16.03866667	37.29922481	0.126057637
5	300	50	323.15	50.5	323.65	10	600	1	0.5	32.0773333	74.59844961	0.26181201	8.019333333	18.6496124	0.065453004
15	900	49	322.15	50	323.15	5	300	1	0.5	10.6924444	24.86614987	0.0907615	16.03866667	37.29922481	0.133472792
				49	322.15	10	600	0	1				16.03866667	37.29922481	0.136142248
											PROMEDIO	0.16551372		PROMEDIO	0.167147485



"DESARROLLO DE UNA MEZCLA COLABLE AISLANTE TÉRMICA, A PARTIR DE CENIZAS DE BIOMASAVEGETAL PARA UTILIZARSE EN COLECTORES TÉRMICOS SOLARES DE PLACA PLANA"
CALCULO DE CONDUCTIVIDADES



Tabla 4.9 Datos correspondientes al 17 DE MAYO "CENIZA"

min	seg	T1	T1(°K)	T2	T2(°K)	min	seg	ΔT1	ΔT2	Q (W)	qr (W/m)	k1 (W/m°K)	Q(W)	qr (W/m)	k2 (w/m°K)
0	0	69	342.15	69	342.15	0	0								
5	300	67	340.15	67	340.15	5	300	2	2	64.154667	149.1969	0.3094142	64.154667	149.196899	0.3094142
14	840	64	337.15	65	338.15	14	840	3	2	34.368571	79.92691	0.17365083	22.912381	53.2846069	0.11576722
18	1080	63	336.15	64	337.15	18	1080	1	1	8.9103704	20.721792	0.04848371	8.9103704	20.7217916	0.04727161
23	1380	62	335.15	63	336.15	23	1380	1	1	6.9733333	16.217054	0.03894229	6.9733333	16.2170543	0.03794377
28	1680	61	334.15	62	335.15	28	1680	1	1	5.7280952	13.321152	0.03285286	5.7280952	13.3211517	0.03198831
33	1980	60	333.15	61	334.15	33	1980	1	1	4.860202	11.302795	0.02864946	4.860202	11.3027954	0.02787515
43	2580	59	332.15	61	333.65	38	2280	1	0.5	3.7299225	8.6742383	0.02261499	2.1103509	4.90779274	0.0124399
48	2880	58	331.15	59	332.15	43	2580	1	1.5	3.3413889	7.7706718	0.02085512	5.5948837	13.0113575	0.03344471
63	3780	57	330.15	58	331.15	53	3180	1	1	2.5458201	5.9205119	0.01637112	3.0261635	7.03758959	0.01888766
68	4080	56	329.15	57	330.15	63	3780	1	1	2.3586275	5.4851801	0.01564134	2.5458201	5.92051187	0.01637112
73	4380	55	328.15	57	329.65	68	4080	1	0.5	2.1970776	5.1094829	0.01504002	1.1793137	2.74259006	0.00782067
88	5280	54	327.15	56	329.15	73	4380	1	0.5	1.8225758	4.2385483	0.01289226	1.0985388	2.55474143	0.00740064
93	5580	53.5	326.65	55	328.15	78	4680	0.5	1	0.8622939	2.0053347	0.00630989	2.0562393	4.7819519	0.01407591
98	5880	53	326.15	54	327.15	88	5280	0.5	1	0.8182993	1.9030217	0.00609301	1.8225758	4.23854827	0.01289226
108	6480	52	325.15	53	326.15	103	6180	1	1	1.4850617	3.4536319	0.01125515	1.5571521	3.62128396	0.01139456
118	7080	51.5	324.65	52	325.15	113	6780	0.5	1	0.6796045	1.5804756	0.00534143	1.419351	3.30081635	0.01075713
123	7380	51	324.15	51	324.15	123	7380	0.5	1	0.6519783	1.5162287	0.00522098	1.3039566	3.0324573	0.01024859
											PROMEDIO	0.04527227		PROMEDIO	0.0427055



"DESARROLLO DE UNA MEZCLA COLABLE AISLANTE TÉRMICA, A PARTIR DE CENIZAS DE BIOMASAVEGETAL PARA UTILIZARSE EN COLECTORES TÉRMICOS SOLARES DE PLACA PLANA"
CALCULO DE CONDUCTIVIDADES



Tabla 4.10 Datos correspondientes al 14 DE JUNIO "CENIZA"

min	seg	T1 (°C)	T1(°K)	T2 (°C)	T2(°K)	min	seg	ΔT1	ΔT2	Q (W)	qr (W/m)	k1 (W/m°K)	Q(W)	qr (W/m)	k2 (w/m°K)
0	0	62	335.2	61	334.2	0	0								
5	300	58	331.2	57	330.2	5	300	4	4	128.309333	298.393798	0.735904	128.309333	298.393798	0.75634582
5	300	56	329.2	55	328.2	5	300	2	2	64.1546667	149.196899	0.4125523	64.1546667	149.196899	0.42544452
5	300	55	328.2	54	327.2	5	300	1	1	32.0773333	74.5984496	0.2195843	32.0773333	74.5984496	0.22690375
5	300	53	326.2	53	326.2	5	300	2	1	64.1546667	149.196899	0.4538075	32.0773333	74.5984496	0.23472801
5	300	52	325.2	51	324.2	5	300	1	2	32.0773333	74.5984496	0.2431112	64.1546667	149.196899	0.48622231
5	300	51	324.2	50	323.2	10	600	1	1	32.0773333	74.5984496	0.2521153	16.0386667	37.2992248	0.13090601
5	300	50	323.2	48.5	321.7	10	600	1	1.5	32.0773333	74.5984496	0.261812	24.058	55.9488372	0.20421337
5	300	49.5	322.7	48	321.2	5	300	0.5	0.5	16.0386667	37.2992248	0.1361422	16.0386667	37.2992248	0.14483218
5	300	49	322.2	47	320.2	5	300	0.5	1	16.0386667	37.2992248	0.1389207	32.0773333	74.5984496	0.29596141
5	300	48	321.2	46.5	319.7	10	600	1	0.5	32.0773333	74.5984496	0.2836297	8.01933333	18.6496124	0.07735355
10	600	47	320.2	46	319.2	5	300	1	0.5	16.0386667	37.2992248	0.1479807	16.0386667	37.2992248	0.15830494
5	300	46	319.2	45.5	318.7	5	300	1	0.5	32.0773333	74.5984496	0.3094142	16.0386667	37.2992248	0.1620741
10	600	45	318.2	45	318.2	5	300	1	0.5	16.0386667	37.2992248	0.1620741	16.0386667	37.2992248	0.16602713
15	900	44	317.2	44	317.2	10	600	1	1	10.6924444	24.8661499	0.1134519	16.0386667	37.2992248	0.17017781
15	900	43	316.2	43	316.2	15	900	1	1	10.6924444	24.8661499	0.119423	10.6924444	24.8661499	0.11942302
20	1200	42	315.2	42	315.2	20	1200	1	1	8.01933333	18.6496124	0.0945432	8.01933333	18.6496124	0.09454323
30	1800	41	314.2	41	314.2	10	600	1	1	5.34622222	12.4330749	0.0667364	16.0386667	37.2992248	0.20020919
				40	313.2	20	1200		1				8.01933333	18.6496124	0.10636113
											PROMEDIO	0.2441884		PROMEDIO	0.23111286



"DESARROLLO DE UNA MEZCLA COLABLE AISLANTE TÉRMICA, A PARTIR DE CENIZAS DE BIOMASAVEGETAL PARA UTILIZARSE EN COLECTORES TÉRMICOS SOLARES DE PLACA PLANA"
CALCULO DE CONDUCTIVIDADES



Tabla 4.11 Datos correspondientes al 16 DE JUNIO "CENIZA"

min	seg	T1 (°C)	T1(°K)	T2 (°C)	T2(°K)	min	seg	ΔT1	ΔT2	Q (W)	qr (W/m)	k1 (W/m°K)	Q(W)	qr (W/m)	k2 (w/m°K)
0	0	62	335.15	63	336.15	0	0								
5	300	59	332.15	59	332.15	5	300	3	4	96.232	223.795349	0.55192803	128.30933	298.393798	0.71653815
5	300	58	331.15	57	330.15	5	300	1	2	32.0773333	74.5984496	0.20020919	64.154667	149.196899	0.40041838
5	300	56	329.15	55	328.15	5	300	2	2	64.1546667	149.196899	0.41255227	64.154667	149.196899	0.42544452
5	300	55	328.15	54	327.15	5	300	1	1	32.0773333	74.5984496	0.21958427	32.077333	74.5984496	0.22690375
5	300	54	327.15	53	326.15	5	300	1	1	32.0773333	74.5984496	0.22690375	32.077333	74.5984496	0.23472801
5	300	53	326.15	52	325.15	5	300	1	1	32.0773333	74.5984496	0.23472801	32.077333	74.5984496	0.24311116
5	300	52	325.15	51	324.15	5	300	1	1	32.0773333	74.5984496	0.24311116	32.077333	74.5984496	0.25211527
5	300	51	324.15	50.5	323.65	5	300	1	0.5	32.0773333	74.5984496	0.25211527	16.038667	37.2992248	0.13090601
5	300	50.5	323.65	50	323.15	5	300	0.5	0.5	16.0386667	37.2992248	0.13090601	16.038667	37.2992248	0.13347279
5	300	50	323.15	49.5	322.65	5	300	0.5	0.5	16.0386667	37.2992248	0.13347279	16.038667	37.2992248	0.13614225
5	300	49.5	322.65	49	322.15	5	300	0.5	0.5	16.0386667	37.2992248	0.13614225	16.038667	37.2992248	0.13892066
5	300	49	322.15	48	321.15	5	300	0.5	1	16.0386667	37.2992248	0.13892066	32.077333	74.5984496	0.28362968
5	300	48.5	321.65	47.5	320.65	5	300	0.5	0.5	16.0386667	37.2992248	0.14181484	16.038667	37.2992248	0.1479807
5	300	48	321.15	47	320.15	5	300	0.5	0.5	16.0386667	37.2992248	0.14483218	16.038667	37.2992248	0.15126916
23	1380	46	319.15	45.5	318.65	23	1380	2	1.5	13.9466667	32.4341085	0.12867887	10.46	24.3255814	0.10089593
10	600	45.5	318.65	45	318.15	10	600	0.5	0.5	8.01933333	18.6496124	0.08103705	8.0193333	18.6496124	0.08301357
10	600	45	318.15	44	317.15	10	600	0.5	1	8.01933333	18.6496124	0.08301357	16.038667	37.2992248	0.17017781
10	600	44.5	317.65	43.8	316.95	10	600	0.5	0.2	8.01933333	18.6496124	0.0850889	3.2077333	7.45984496	0.03582691
10	600	44	317.15	43	316.15	10	600	0.5	0.8	8.01933333	18.6496124	0.08727067	12.830933	29.8393798	0.14483218
10	600	43	316.15	42	315.15	10	600	1	1	16.0386667	37.2992248	0.17913454	16.038667	37.2992248	0.18908646
10	600	42	315.15	41	314.15	20	1200	0	1	16.0386667	37.2992248	0.18908646	8.0193333	18.6496124	0.10010459
30	1800	41	314.15	40.5	313.65	20	1200	1	0	5.34622222	12.4330749	0.0667364	4.0096667	9.3248062	0.05318057



"DESARROLLO DE UNA MEZCLA COLABLE AISLANTE TÉRMICA, A PARTIR DE CENIZAS DE BIOMASAVEGETAL PARA UTILIZARSE EN COLECTORES TÉRMICOS SOLARES DE PLACA PLANA"
CALCULO DE CONDUCTIVIDADES



16	960	40.5	313.65	40	313.15	16	960	0.5	0.5	5.01208333	11.6560078	0.06647571	5.0120833	11.6560078	0.06862008
											PROMEDIO	0.17972795		PROMEDIO	0.19857907

Tabla 4 .12 Datos correspondientes al 25 DE JULIO "CENIZA"

min	seg	T1 (°C)	T1(°K)	T2 (°C)	T2(°K)	min	seg	ΔT1	ΔT2	Q (W)	qr (W/m)	k1 (W/m°K)	Q(W)	qr (W/m)	k2 (w/m°K)
0	0	77	350.15	77	350.15	0	0	2	1						
5	300	75	348.15	76	349.15	5	300	3	2	64.154667	149.1969	0.26181201	32.0773333	74.5984496	0.13090601
5	300	72	345.15	74	347.15	5	300	1	1	96.232	223.79535	0.40842674	64.1546667	149.196899	0.26694558
5	300	71	344.15	73	346.15	5	300	1	1	32.077333	74.59845	0.14483218	32.0773333	74.5984496	0.13892066
5	300	70	343.15	72	345.15	5	300	1	2	32.077333	74.59845	0.1479807	32.0773333	74.5984496	0.14181484
5	300	69	342.15	70	343.15	5	300	1	1	32.077333	74.59845	0.15126916	64.1546667	149.196899	0.28966436
5	300	68	341.15	69	342.15	5	300	1	0.5	32.077333	74.59845	0.1547071	32.0773333	74.5984496	0.15126916
5	300	67	340.15	68.5	341.65	5	300	1	0.5	32.077333	74.59845	0.15830494	16.0386667	37.2992248	0.07735355
10	600	66	339.15	68	341.15	5	300	0.5	1	16.038667	37.299225	0.08103705	16.0386667	37.2992248	0.07824267
5	300	65.5	338.65	67	340.15	5	300	0.5	1	16.038667	37.299225	0.08301357	32.0773333	74.5984496	0.15830494
5	300	65	338.15	66	339.15	5	300	1	1	16.038667	37.299225	0.08403842	32.0773333	74.5984496	0.1620741
5	300	64	337.15	65	338.15	10	600	1	1	32.077333	74.59845	0.17017781	16.0386667	37.2992248	0.08301357
10	600	63	336.15	64	337.15	10	600	0.5	0.5	16.038667	37.299225	0.08727067	16.0386667	37.2992248	0.0850889
15	900	62.5	335.65	63.5	336.65	5	300	0.5	0.5	5.3462222	12.433075	0.02985576	16.0386667	37.2992248	0.08727067
5	300	62	335.15	63	336.15	5	300	1	1	16.038667	37.299225	0.0907615	16.0386667	37.2992248	0.08840406
20	1200	61	334.15	62	335.15	10	600	1	0.5	8.0193333	18.649612	0.045994	16.0386667	37.2992248	0.08956727
10	600	60	333.15	61.5	334.65	5	300	1	0.5	16.038667	37.299225	0.09454323	16.0386667	37.2992248	0.09198801
10	600	59	332.15	61	334.15	10	600	1	1	16.038667	37.299225	0.09724446	8.01933333	18.6496124	0.04662406
10	600	58	331.15	60	333.15	5	300	1	1	16.038667	37.299225	0.10010459	32.0773333	74.5984496	0.18908646
20	1200	57	330.15	59	332.15	10	600	57	1	8.0193333	18.649612	0.05156903	16.0386667	37.2992248	0.09724446



"DESARROLLO DE UNA MEZCLA COLABLE AISLANTE TÉRMICA, A PARTIR DE CENIZAS DE BIOMASAVEGETAL PARA UTILIZARSE EN COLECTORES TÉRMICOS SOLARES DE PLACA PLANA"
CALCULO DE CONDUCTIVIDADES



				58	331.15	20	1200	0	0.5				8.01933333	18.6496124	0.0500523
				57.5	330.65	10	600	0	0				8.01933333	18.6496124	0.05156903
				57	330.15	10	600	0	57				8.01933333	18.6496124	0.0523624
											PROMEDIO	0.12857594		PROMEDIO	0.11853487

Tabla 4.13 Datos correspondientes al 26 DE JULIO "CENIZA"

min	seg	T1	T1(°K)	T2	T2(°K)	min	seg	ΔT1	ΔT2	Q (W)	qr (W/m)	k1 (W/m²K)	Q(W)	qr (W/m)	k2 (w/m²K)
0	0	77	350.2	77	350.2	0	0								
5	300	74.5	347.7	75	348.2	5	300	2.5	2	80.1933333	186.496124	0.32726502	64.1546667	149.196899	0.26181201
5	300	73	346.2	74	347.2	5	300	1.5	1	48.116	111.897674	0.20627613	32.0773333	74.5984496	0.13614225
10	600	71	344.2	73	346.2	5	300	2	1	32.0773333	74.5984496	0.14181484	32.0773333	74.5984496	0.13892066
5	300	70.5	343.7	72	345.2	5	300	0.5	1	16.0386667	37.2992248	0.07399035	32.0773333	74.5984496	0.14181484
5	300	70	343.2	71	344.2	5	300	0.5	1	16.0386667	37.2992248	0.07480343	32.0773333	74.5984496	0.14483218
15	900	68	341.2	70.5	343.7	5	300	2	0.5	21.3848889	49.7322997	0.10084611	16.0386667	37.2992248	0.07399035
5	300	67.5	340.7	70	343.2	5	300	0.5	0.5	16.0386667	37.2992248	0.07915247	16.0386667	37.2992248	0.07480343
20	1200	66	339.2	69	342.2	5	300	1.5	1	12.029	27.9744186	0.06006276	32.0773333	74.5984496	0.15126916
10	600	64	337.2	68	341.2	5	300	2	1	32.0773333	74.5984496	0.16602713	32.0773333	74.5984496	0.1547071
20	1200	63	336.2	67	340.2	15	900	1	1	8.01933333	18.6496124	0.04363534	10.6924444	24.8661499	0.05276831
10	600	62	335.2	66	339.2	10	600	1	1	16.0386667	37.2992248	0.08956727	16.0386667	37.2992248	0.08103705
10	600	61	334.2	65	338.2	10	600	1	1	16.0386667	37.2992248	0.09198801	16.0386667	37.2992248	0.08301357
10	600	60	333.2	64	337.2	10	600	1	1	16.0386667	37.2992248	0.09454323	16.0386667	37.2992248	0.0850889
20	1200	59	332.2	63	336.2	10	600	1	1	8.01933333	18.6496124	0.04862223	16.0386667	37.2992248	0.08727067
10	600	58	331.2	62	335.2	10	600	1	1	16.0386667	37.2992248	0.10010459	16.0386667	37.2992248	0.08956727
20	1200	57	330.2	61	334.2	10	600	1	1	8.01933333	18.6496124	0.05156903	16.0386667	37.2992248	0.09198801
20	1200	56	329.2	60	333.2	10	600	1	1	8.01933333	18.6496124	0.05318057	16.0386667	37.2992248	0.09454323



"DESARROLLO DE UNA MEZCLA COLABLE AISLANTE TÉRMICA, A PARTIR DE CENIZAS DE BIOMASAVEGETAL PARA UTILIZARSE EN COLECTORES TÉRMICOS SOLARES DE PLACA PLANA"
CALCULO DE CONDUCTIVIDADES



17	1020	55	328.2	59	332.2	20	1200	1	1	9.4345098	21.9407205	0.06458361	8.01933333	18.6496124	0.04862223
				58	331.2	10	600		1				16.0386667	37.2992248	0.10010459
				57	330.2	20	1200		1				8.01933333	18.6496124	0.05156903
				56	329.2	20	1200		1				8.01933333	18.6496124	0.05318057
				55	328.2	17	1020		0				9.4345098	21.9407205	0.06458361
											PROMEDIO	0.10377956		PROMEDIO	0.10280132

Tabla 4.14 Datos correspondientes al 28 DE JULIO "CENIZA"

min	seg	T1 (°C)	T1(°K)	T2 (°C)	T2(°K)	min	seg	ΔT1	ΔT2	Q (W)	qr (W/m)	k1 (W/m°K)	Q(W)	qr (W/m)	k2 (w/m°K)
0	0	73	346	70	343	0	0	2	1						
5	300	71	344	69	342	5	300	1	1	64.1546667	149.196899	0.28362968	32.0773333	74.5984496	0.15126916
5	300	70	343	68	341	5	300	0.5	1	32.0773333	74.5984496	0.1479807	32.0773333	74.5984496	0.1547071
5	300	69.5	343	67	340	5	300	0.5	1	16.0386667	37.2992248	0.07563458	32.0773333	74.5984496	0.15830494
5	300	69	342	66	339	5	300	1	1	16.0386667	37.2992248	0.07648441	32.0773333	74.5984496	0.1620741
5	300	68	341	65	338	10	600	0.5	1	32.0773333	74.5984496	0.1547071	16.0386667	37.2992248	0.08301357
5	300	67.5	341	64	337	10	600	0.5	1	16.0386667	37.2992248	0.07915247	16.0386667	37.2992248	0.0850889
5	300	67	340	63	336	10	600	0.5	1	16.0386667	37.2992248	0.08008368	16.0386667	37.2992248	0.08727067
5	300	66.5	340	62	335	10	600	0.5	1	16.0386667	37.2992248	0.08103705	16.0386667	37.2992248	0.08956727
5	300	66	339	61	334	10	600	0.5	0.5	16.0386667	37.2992248	0.0820134	16.0386667	37.2992248	0.09198801
5	300	65.5	339	60.5	334	10	600	0.5	0.5	16.0386667	37.2992248	0.08301357	8.01933333	18.6496124	0.04727161
5	300	65	338	60	333	5	300	0.5	1	16.0386667	37.2992248	0.08403842	16.0386667	37.2992248	0.09587482
5	300	64.5	338	59	332	15	900	0.5	0.5	16.0386667	37.2992248	0.0850889	10.6924444	24.8661499	0.06482964
5	300	64	337	58.5	332	5	300	1	0.5	16.0386667	37.2992248	0.08616598	16.0386667	37.2992248	0.10010459
10	600	63	336	58	331	5	300	0.5	0.5	16.0386667	37.2992248	0.08727067	16.0386667	37.2992248	0.10159869
10	600	62.5	336	57.5	331	15	900	0.5	2.5	8.01933333	18.6496124	0.04478363	5.34622222	12.4330749	0.03437936



"DESARROLLO DE UNA MEZCLA COLABLE AISLANTE TÉRMICA, A PARTIR DE CENIZAS DE BIOMASAVEGETAL PARA UTILIZARSE EN COLECTORES TÉRMICOS SOLARES DE PLACA PLANA"
CALCULO DE CONDUCTIVIDADES



5	300	62	335	55	328	41	2460	0.5	1	16.0386667	37.2992248	0.0907615	9.7796748	22.7434298	0.06385659
10	600	61.5	335	54	327	19	1140	0.5	54	8.01933333	18.6496124	0.045994	8.44140351	19.631171	0.05971151
5	300	61	334					0.5		16.0386667	37.2992248	0.09324811			
5	300	60.5	334					0.5		16.0386667	37.2992248	0.09454323			
5	300	60	333					0		16.0386667	37.2992248	0.09587482			
10	600	59.5	333					2.5		8.01933333	18.6496124	0.04862223			
41	2460	57	330					1		9.7796748	22.7434298	0.06015476			
19	1140	56	329					0		8.44140351	19.631171	0.05597954			
											PROMEDIO	0.09201141		PROMEDIO	0.09593591

Tabla 4.15 Datos correspondientes al 11 DE AGOSTO "CENIZA"

MIN	seg	T1	T1(°K)	T2	T2 (°K)	ΔT1	ΔT2	Q1 (JOULE)	Q2 (JOULE)	Q1 (J/s)	Q2 (J/s)	qr (W/m)	qr (W/m)	k1 (W/m°K)	k2 (w/m°K)
		67	340	65	338										
16	960	66	339	64	337	1	1	9623	9623.2	10.0242	10.02417	23.312016	23.312016	0.0518834	0.05454415
20	1200	66	339	63	336	0	1	0	9623.2	0	8.019333	0	18.649612	0	0.04478362
10	600	65	338	63	336	1	0	9623	0	16.0387	0	37.299225	0	0.0850889	0
10	600	65	338	62	335	0	1	0	9623.2	0	16.03867	0	37.299225	0	0.09198798
10	600	64	337	62	335	1	0	9623	0	16.0387	0	37.299225	0	0.0872706	0
5	300	64	337	61	334	0	1	0	9623.2	0	32.07733	0	74.59845	0	0.18908639
10	600	63	336	61	334	1	0	9623	0	16.0387	0	37.299225	0	0.0895672	0
10	600	63	336	60	333	0	1	0	9623.2	0	16.03867	0	37.299225	0	0.09724443
10	600	62	335	60	333	1	0	9623	0	16.0387	0	37.299225	0	0.091988	0
15	900	62	335	59	332	0	1	0	9623.2	0	10.69244	0	24.86615	0	0.06673638
15	900	61	334	59	332	1	0	9623	0	10.6924	0	24.86615	0	0.0630288	0



“DESARROLLO DE UNA MEZCLA COLABLE AISLANTE TÉRMICA, A PARTIR DE CENIZAS DE BIOMASAVEGETAL PARA UTILIZARSE EN COLECTORES TÉRMICOS SOLARES DE PLACA PLANA”
CALCULO DE CONDUCTIVIDADES



30	1800	60	333	57	330	1	2	9623	19246.4	5.34622	10.69244	12.433075	24.86615	0.0324148	0.0709074
20	1200	59	332	57	330	1	0	9623	0	8.01933	0	18.649612	0	0.0500523	0
10	600	59	332	56	329	0	1	0	9623.2	0	16.03867	0	37.299225	0	0.1097921
20	1200	58	331	56	329	1	0	9623	0	8.01933	0	18.649612	0	0.051569	0
10	600	58	331	55	328	0	1	0	9623.2	0	16.03867	0	37.299225	0	0.11345184
10	600	57	330	55	328	1	0	9623	0	16.0387	0	37.299225	0	0.1063611	0
20	1200	57	330	54	327	0	1	0	9623.2	0	8.019333	0	18.649612	0	0.05868198
20	1200	56	329	53	326	1	1	9623	9623.2	8.01933	8.019333	18.649612	18.649612	0.0548961	0.06077777
37	2220	55	328	52	325	1	1	9623	9623.2	4.33478	4.334775	10.080872	10.080872	0.0306626	0.03406962
22	1320	54	327	52	325	1	0	9623	0	7.2903	0	16.954193	0	0.0533473	0
27	1620	54	327	51	324	0	1	0	9623.2	0	5.940247	0	13.814528	0	0.04848369
32	1920	53	326	50	323	1	1	9623	9623.2	5.01208	5.012083	11.656008	11.656008	0.0379861	0.04254444
													promedio	0.063294	0.04709095



“DESARROLLO DE UNA MEZCLA COLABLE AISLANTE TÉRMICA, A PARTIR DE CENIZAS DE BIOMASAVEGETAL PARA UTILIZARSE EN COLECTORES TÉRMICOS SOLARES DE PLACA PLANA”
CALCULO DE CONDUCTIVIDADES



Tabla 4.16 Datos correspondientes al 17 DE AGOSTO “CENIZA”

min	seg	T1	T1(°K)	$\Delta T1$	Q (W)	qr (W/m)	k1 (W/m°K)
0	0	68	341.15				
16	960	67	340.15	1	10.0241667	23.3120155	0.04947029
10	600	66	339.15	1	16.0386667	37.2992248	0.08103705
15	900	65	338.15	1	10.6924444	24.8661499	0.05534238
15	900	64	337.15	1	10.6924444	24.8661499	0.05672594
15	900	63.5	336.65	0.5	5.34622222	12.4330749	0.02909022
5	300	63	336.15	0.5	16.0386667	37.2992248	0.08840406
15	900	62.5	335.65	0.5	5.34622222	12.4330749	0.02985576
5	300	62	335.15	0.5	16.0386667	37.2992248	0.0907615
15	900	61.5	334.65	0.5	5.34622222	12.4330749	0.03066267
5	300	61	334.15	0.5	16.0386667	37.2992248	0.09324811
59	3540	59	332.15	2	5.43683616	12.643805	0.03204855
35	2100	57.5	330.65	1.5	6.87371429	15.9853821	0.04290197
48	2880	55	328.15	2.5	8.35347222	19.4266796	0.05454417
45	2700	54	327.15	1	3.56414815	8.28871662	0.02521153
						PROMEDIO	0.05423601



"DESARROLLO DE UNA MEZCLA COLABLE AISLANTE TÉRMICA, A PARTIR DE CENIZAS DE BIOMASAVEGETAL PARA UTILIZARSE EN COLECTORES TÉRMICOS SOLARES DE PLACA PLANA"
CALCULO DE CONDUCTIVIDADES



Tabla 4.17 Datos correspondientes al 18 DE AGOSTO "CENIZA"

min	seg	T1(°C)	T1(°K)	T2(°C)	T2(°K)	ΔT1	ΔT2	Q1 (JOULE)	Q2 (JOULE)	Q1 (J/s)	Q2 (J/s)	qr (W/m)	qr (W/m)	k1 (W/m°K)	k2 (W/m°K)
		60	333	62	335										
5	300	58	331	61	334	2	1	19246	9623.2	64.1547	32.07733	149.1969	74.59845	0.41255213	0.18908639
5	300	57	330	61	334	1	0	9623	0	32.0773		74.59845		0.21272219	0
9	540	57	330	60	333	0	1	0	9623.2		11.45619		26.642303	0	0.06946031
14	840	56	329	59	332	1	1	9623	9623.2	6.97333	11.45619	16.217054	26.642303	0.0477357	0.07150326
11	660	55.5	329	59	332	0.5	0	4812	0	7.2903		16.954193		0.05072362	0
5	300	55.2	328	59	332	0.3	0	2887	0	9.6232		22.379535		0.0676203	0
5	300	55	328	58	331	0.2	1	1925	9623.2	6.41547	7.63746	14.91969	17.761536	0.04538073	0.04911335
15	900	54.5	328	58	331	0.5	0	4812	0	5.34622		12.433075		0.03845825	0
7	840	54	327	57	330	0.5	1	4812	9623.2	5.7281	5.530575	13.321152	12.861802	0.0419157	0.03667624
10	600	53.5	327	57	330	0.5	0	4812	0	8.01933		18.649612		0.05971149	0
10	600	53	326	56	329	0.5	1	4812	9623.2	8.01933	8.019333	18.649612	18.649612	0.06077777	0.05489605
20	1200	52	325	55.5	329	1	0.5	9623	4811.6	8.01933	4.009667	18.649612	9.3248062	0.0630288	0.02789799
21	1260	51	324	54	327	1	1	9623	9623.2	7.63746	7.63746	17.761536	17.761536	0.06233617	0.05588761
29	1740	50	323	54	327	1	0	9623	0	5.53058		12.861802		0.04694559	0
10	600	50	323	53	326	0	1	0	9623.2		4.112479		9.5639038	0	0.03116809
22	1320	49.5	323	53	326	0.5	0	4812	0	2.50604		5.8280039		0.02170635	0
9	540	49.5	323	52	325	0	1	0	9623.2		5.173763		12.032008	0	0.04066374
21	1260	49	322	52	325	0.5	0	4812	0	2.67311		6.2165375		0.0236358	0
7	420	48.5	322	51	324	0.5	1	4812	9623.2	11.4562	5.728095	26.642303	13.321152	0.10345152	0.04675213
30	1800	47.5	321	50	323	1	1	9623	9623.2	5.34622	5.346222	12.433075	12.433075	0.05042304	0.04538074
30	1800	47	320	50	323	0.5	0	4812	0	2.67311	2.673111	6.2165375	6.2165375	0.02578451	0.02269037



"DESARROLLO DE UNA MEZCLA COLABLE AISLANTE TÉRMICA, A PARTIR DE CENIZAS DE BIOMASAVEGETAL PARA UTILIZARSE EN COLECTORES TÉRMICOS SOLARES DE PLACA PLANA"
CALCULO DE CONDUCTIVIDADES



30	1800	46	319	50	323	1	0	9623	0	5.34622	5.346222	12.433075	12.433075	0.05402468	0.04538074
30	1800	45.5	319	49	322	0.5	1	4812	9623.2	2.67311	5.346222	6.2165375	12.433075	0.02767118	0.0472716
													PROMEDIO	0.07982134	0.05558857

Tabla 4.18 Datos correspondientes al 23 DE AGOSTO "CENIZA"

Min	Seg	T1 (°C)	T1(°K)	T2 (°C)	T2(°K)	ΔT1	ΔT2	Q1 (JOULE)	Q2 (JOULE)	Q1 (J/s)	Q2 (J/s)	qr (W/m)	qr (W/m)	k1 (W/m°K)	k2 (W/m°K)
		60	333.15	58	331.15										
5	300	58	331.15	56.5	329.65	2	1.5	19246.4	14434.8	64.154667	48.116	149.196899	111.897674	0.35826896	0.27974426
7	420	58	331.15	56	329.15	0	0.5	0	4811.6		11.4561905		26.6423034	0	0.06753086
5	300	57	330.15	55	328.15	1	1	9623.2	9623.2	13.365556	32.0773333	31.0826873	74.5984496	0.07665665	0.19448886
5	300	57	330.15	55	328.15	0	0	0	0					0	0
5	300	56.5	329.65	54.5	327.65	0.5	0.5	4811.6	4811.6	8.0193333	16.0386667	18.6496124	37.2992248	0.04662404	0.09865377
5	300	55	328.15	54	327.15	1.5	0.5	14434.8	4811.6	48.116	16.0386667	111.897674	37.2992248	0.2917333	0.10010456
5	300	55	328.15	53	326.15	0	1	0	9623.2		32.0773333		74.5984496	0	0.20627606
15	900	54	327.15	53	326.15	1	0	9623.2	0	8.0193333		18.6496124		0.05005228	0
10	600	54	327.15	52	325.15	0	1	0	9623.2		6.41546667		14.9196899	0	0.04254444
10	600	53	326.15	51.5	324.65	1	0.5	9623.2	4811.6	8.0193333	8.0193333	18.6496124	18.6496124	0.05156902	0.05402469
10	600	53	326.15	51	324.15	0	0.5	0	4811.6		8.0193333		18.6496124	0	0.05489605
10	600	53	326.15	50.5	323.65	0	0.5	0	4811.6		8.0193333		18.6496124	0	0.05579598
10	600	52	325.15	50	323.15	1	0.5	9623.2	4811.6	5.3462222	8.0193333	12.4330749	18.6496124	0.0354537	0.05672592
89	5340	47	320.15	46	319.15	5	4	48116	38492.8	9.0104869	7.20838951	20.9546207	16.7636965	0.07081887	0.05883414
25	1500	47	320.15	45	318.15	0	1	0	9623.2		6.41546667		14.9196899	0	0.05445688
11	660	46	319.15	44.5	317.65	1	0.5	9623.2	4811.6	4.4551852	7.29030303	10.3608958	16.9541931	0.03636277	0.06314574
105	6300	42	315.15	41	314.15	4	3.5	38492.8	33681.2	6.1099683	5.3462222	14.2092285	12.4330749	0.05893602	0.05402469



"DESARROLLO DE UNA MEZCLA COLABLE AISLANTE TÉRMICA, A PARTIR DE CENIZAS DE BIOMASAVEGETAL PARA UTILIZARSE EN COLECTORES TÉRMICOS SOLARES DE PLACA PLANA"
CALCULO DE CONDUCTIVIDADES



1080	64800	26	299.15	25	298.15	16	16	153971.2	153971.2	2.3760988	2.37609877	5.52581108	5.52581108	0.0840384	0.10084608	
														PROMEDIO	0.10550127	0.09638081

Tabla 4.19 Datos correspondientes al 24 DE AGOSTO "CENIZA"

Min	seg	T1(°C)	T1(°K)	T2(°C)	T2(°K)	ΔT1	ΔT2	Q1 (JOULE)	Q2 (JOULE)	Q1 (J/s)	Q2 (J/s)	qr (W/m)	qr (W/m)	k1 (W/m°K)	k2 (W/m°K)	
		60	333.2	57	330.2											
11	660	59	332.2	56	329.2	1	1	9623.2	9623.2	14.580606	14.580606	33.9083862	33.9083862	0.07933695	0.08594836	
11	660	58	331.2	56	329.2	1	0	9623.2	0	14.580606		33.9083862		0.08142476	0	
11	660	58	331.2	55.5	328.7	0	0.5	0	4811.6		3.6451515		8.47709655	0	0.02178973	
11	660	57	330.2	55	328.2	1	0.5	9623.2	4811.6	7.290303	7.290303	16.9541931	16.9541931	0.04181272	0.04420202	
19	1140	56	329.2	54	327.2	1	1	9623.2	9623.2	8.4414035	8.4414035	19.631171	19.631171	0.04975958	0.05268661	
21	1260	55	328.2	53.5	326.7	1	0.5	9623.2	4811.6	7.6374603	3.8187302	17.7615356	8.88076781	0.04630687	0.02419016	
12	720	55	328.2	53	326.2	0	0.5	0	4811.6		6.6827778		15.5413437	0	0.04297418	
25	1500	54	327.2	52	325.2	1	1	9623.2	9623.2	4.3347748	6.4154667	10.0808716	14.9196899	0.02705529	0.04254444	
973	58380	34	307.2	32	305.2	20	20	192464	192464	3.2967455	3.2967455	7.66684991	7.66684991	0.04997145	0.05830002	
138	8280	32	305.2	31	304.2	2	1	19246.4	9623.2	2.3244444	0.0002807	5.40568475	0.00065286	0.04110574	5.4158E-06	
														PROMEDIO	0.05209667	0.04140455



"DESARROLLO DE UNA MEZCLA COLABLE AISLANTE TÉRMICA, A PARTIR DE CENIZAS DE BIOMASAVEGETAL PARA UTILIZARSE EN COLECTORES TÉRMICOS SOLARES DE PLACA PLANA"
CALCULO DE CONDUCTIVIDADES



Tabla 4.20 Datos correspondientes al 31 DE AGOSTO "CENIZA"

min	seg	t1	T1(°K)	t2	T2(°K)	ΔT1	ΔT2	Q1 (JOULE)	Q2 (JOULE)	Q1 (J/s)	Q2 (J/s)	qr (W/m)	qr (W/m)	k1 (W/m°K)	k2 (W/m°K)
		77	350.2	75	348.2										
15	900	73	346.2	71	344.2	4	4	38492.8	38492.8	42.7697778	42.7697778	99.4645995	99.4645995	0.17124806	0.17796366
15	900	71	344.2	69	342.2	2	2	19246.4	19246.4	21.3848889	21.3848889	49.7322997	49.7322997	0.08898183	0.09261374
15	900	70	343.2	67	340.2	1	2	9623.2	19246.4	10.6924444	21.3848889	24.8661499	49.7322997	0.04538074	0.09655475
15	900	68	341.2	66	339.2	2	1	19246.4	9623.2	21.3848889	10.6924444	49.7322997	24.8661499	0.0945432	0.04932689
15	900	67	340.2	65	338.2	1	1	9623.2	9623.2	10.6924444	10.6924444	24.8661499	24.8661499	0.04827738	0.05042304
15	900	66	339.2	63.5	336.7	1	1.5	9623.2	14434.8	10.6924444	16.0386667	24.8661499	37.2992248	0.04932689	0.07824265
15	900	65	338.2	62.5	335.7	1	1	9623.2	9623.2	10.6924444	10.6924444	24.8661499	24.8661499	0.05042304	0.0533891
15	900	64	336.7	61	334.2	1.5	1.5	14434.8	14434.8	16.0386667	16.0386667	37.2992248	37.2992248	0.07824265	0.08301354
38	2280	61	334.2	59	332.2	2.5	2	24058	19246.4	10.5517544	8.44140351	24.5389637	19.631171	0.05461417	0.04593192
34	2040	60	333.2	58	331.2	1	1	9623.2	9623.2	4.7172549	4.7172549	10.9703602	10.9703602	0.02502614	0.0263433
30	1800	58	331.2	56	329.2	2	2	19246.4	19246.4	10.6924444	10.6924444	24.8661499	24.8661499	0.0597115	0.0630288
30	1800	55	328.2	53	326.2	3	3	28869.6	28869.6	16.0386667	16.0386667	37.2992248	37.2992248	0.09724443	0.10313803
60	3600	53	326.2	51	324.2	2	2	19246.4	19246.4	5.34622222	5.34622222	12.4330749	12.4330749	0.03437934	0.03659737
49	2940	52	325.2	50	323.2	1	1	9623.2	9623.2	3.27319728	3.27319728	7.6120867	7.6120867	0.02170634	0.02315344
915	54900	34	307.2	32	305.2	18	18	173217.6	173218	3.15514754	3.15514754	7.33755242	7.33755242	0.04782513	0.05579598
													PROMEDIO	0.06446206	0.06903441



“DESARROLLO DE UNA MEZCLA COLABLE AISLANTE TÉRMICA, A PARTIR DE CENIZAS DE BIOMASAVEGETAL PARA UTILIZARSE EN COLECTORES TÉRMICOS SOLARES DE PLACA PLANA”
CALCULO DE CONDUCTIVIDADES



Tabla 4.21 Datos correspondientes al 01 DE SEPTIEMBRE “CENIZA Y UNICEL”

min	seg	t1	T1 (°K)	t2	T2 (°K)	$\Delta T1$	$\Delta T2$	Q1 (JOULE)	Q2 (JOULE)	Q1 (J/s)	Q2 (J/s)	qr (W/m)	qr (W/m)	k1 (W/m°K)	k2 (W/m°K)
		60	333.2	58	331.2										
24	1440	57	330.2	55	328.2	3	3	28869.6	28869.6	20.04833333	20.04833333	46.624031	46.624031	0.11498497	0.12155554
19	1140	56	329.2	54	327.2	1	1	9623.2	9623.2	8.44140351	8.441403509	19.631171	19.631171	0.04975958	0.05268661
20	1200	55	328.2	53	326.2	1	1	9623.2	9623.2	8.019333333	8.019333333	18.6496124	18.6496124	0.04862222	0.05156902
20	1200	54	327.2	52	325.2	1	1	9623.2	9623.2	8.019333333	8.019333333	18.6496124	18.6496124	0.05005228	0.05318055
40	2400	52	325.2	50	323.2	2	2	19246.4	19246.4	8.019333333	8.019333333	18.6496124	18.6496124	0.05318055	0.05672592
30	1800	51	324.2	49	322.2	1	1	9623.2	9623.2	5.346222222	5.346222222	12.4330749	12.4330749	0.03659737	0.03912132
29	1740	50	323.2	48	321.2	1	1	9623.2	9623.2	5.53057471	5.530574713	12.8618017	12.8618017	0.03912132	0.0419157
51	3060	49	322.2	47	320.2	1	1	9623.2	9623.2	3.1448366	3.144836601	7.31357349	7.31357349	0.02301254	0.02471718
128	7680	46	319.2	44	317.2	3	3	28869.6	28869.6	3.7590625	3.7590625	8.74200581	8.74200581	0.03068109	0.03323784
27	1620	45	318.2	43	316.2	1	1	9623.2	9623.2	5.94024691	5.940246914	13.8145277	13.8145277	0.05042304	0.05480765
													PROMEDIO	0.0496435	0.05295173



“DESARROLLO DE UNA MEZCLA COLABLE AISLANTE TÉRMICA, A PARTIR DE CENIZAS DE BIOMASAVEGETAL PARA UTILIZARSE EN COLECTORES TÉRMICOS SOLARES DE PLACA PLANA”
CALCULO DE CONDUCTIVIDADES



Tabla 4.22 Datos correspondientes al 06 DE SEPTIEMBRE “CENIZA Y UNICEL”

min	seg	t1	T1(°K)	$\Delta T1$	Q1 (JOULE)	Q1 (J/s)	qr (W/m)	k1 (W/m°K)
		64	337.2					
15	900	62	335.2	2	19246.4	21.3848889	49.7322997	0.10804937
15	900	61	334.2	1	9623.2	10.6924444	24.8661499	0.05534236
17	1020	60	333.2	1	9623.2	9.4345098	21.9407205	0.05005228
13	780	59	332.2	1	9623.2	12.3374359	28.6917114	0.06713126
30	1800	58	331.2	1	9623.2	5.34622222	12.4330749	0.02985574
15	900	57	330.2	1	9623.2	10.6924444	24.8661499	0.06132532
30	1800	56	329.2	1	9623.2	5.34622222	12.4330749	0.0315144
39	2340	54	327.2	2	19246.4	8.22495726	19.1278076	0.05133567
36	2160	53	326.2	1	9623.2	4.45518519	10.3608958	0.02864946
30	1800	52	325.2	1	9623.2	5.34622222	12.4330749	0.0354537
15	900	51.5	324.7	0.5	4811.6	5.34622222	12.4330749	0.03601646
30	1800	50	323.2	1.5	14434.8	8.01933333	18.6496124	0.05672592
65	3900	48	321.2	2	19246.4	4.93497436	11.4766846	0.0374017
							PROMEDIO	0.04991182



"DESARROLLO DE UNA MEZCLA COLABLE AISLANTE TÉRMICA, A PARTIR DE CENIZAS DE BIOMASAVEGETAL PARA UTILIZARSE EN COLECTORES TÉRMICOS SOLARES DE PLACA PLANA"
CALCULO DE CONDUCTIVIDADES



Tabla 4.23 Datos correspondientes al 07 DE SEPTIEMBRE "CON BOLSA"

Min	seg	t1	T1(°K)	t2	T2(°K)	ΔT1	ΔT2	Q1 (JOULE)	Q2 (JOULE)	Q1 (J/s)	Q2 (J/s)	qr (W/m)	qr (W/m)	k1 (W/m²K)	k2 (W/m²K)
		51	324.15	51	324.15										
16	960	51	324.15	51	324.15	0	0	0	0						
15	900	50	323.15	50	323.15	1	1	9623.2	9623.2	5.17376344	5.17376344	12.032008	12.032008	0.03659737	0.03659737
30	1800	49	322.15	49	322.15	1	1	9623.2	9623.2	5.34622222	5.34622222	12.4330749	12.4330749	0.03912132	0.03912132
15	900	48	321.15	48	321.15	1	1	9623.2	9623.2	5.34622222	5.34622222	12.4330749	12.4330749	0.04051851	0.04051851
45	2700	47	320.15	47	320.15	1	1	9623.2	9623.2	3.56414815	3.56414815	8.28871662	8.28871662	0.0280128	0.0280128
45	2700	46	319.15	46	319.15	1	1	9623.2	9623.2	3.56414815	3.56414815	8.28871662	8.28871662	0.02909022	0.02909022
30	1800	45.5	318.65	45.5	318.65	0.5	0.5	4811.6	4811.6	2.67311111	2.67311111	6.21653747	6.21653747	0.02224546	0.02224546
15	900	45	318.15	45	318.15	0.5	0.5	4811.6	4811.6	5.34622222	5.34622222	12.4330749	12.4330749	0.04538074	0.04538074
30	1800	44	317.15	44	317.15	1	1	9623.2	9623.2	5.34622222	5.34622222	12.4330749	12.4330749	0.0472716	0.0472716
45	2700	43.5	316.65	43.5	316.65	0.5	0.5	4811.6	4811.6	1.78207407	1.78207407	4.14435831	4.14435831	0.01609246	0.01609246
15	900	43	316.15	43	316.15	0.5	0.5	4811.6	4811.6	5.34622222	5.34622222	12.4330749	12.4330749	0.04932689	0.04932689
890	53400	28	301.15	28	301.15	15	15	144348	144348	2.70314607	2.70314607	6.2863862	6.2863862	0.07170411	0.07170411
													PROMEDIO	0.03866922	0.03866922



"DESARROLLO DE UNA MEZCLA COLABLE AISLANTE TÉRMICA, A PARTIR DE CENIZAS DE BIOMASAVEGETAL PARA UTILIZARSE EN COLECTORES TÉRMICOS SOLARES DE PLACA PLANA"
CALCULO DE CONDUCTIVIDADES



Tabla 4.24 Datos correspondientes al 08 DE SEPTIEMBRE "CENIZA Y UNICEL"

Min	Seg	t1	T1(°K)	t2	T2(°K)	ΔT1	ΔT2	Q1 (JOULE)	Q2 (JOULE)	Q1 (J/s)	Q2 (J/s)	qr (W/m)	qr (W/m)	k1 (W/m°K)	k2 (W/m°K)
12	720	63	336.2	63	336.2	2	2	19246.4	19246.4	26.7311111	26.7311111	62.1653747	62.1653747	0.131920744	0.13192074
13	780	62	335.2	62	335.2	1	1	9623.2	9623.2	12.3374359	12.3374359	28.6917114	28.6917114	0.062336176	0.06233618
15	900	61	334.2	61	334.2	1	1	9623.2	9623.2	10.6924444	10.6924444	24.8661499	24.8661499	0.05534236	0.05534236
15	900	60.5	333.7	60	333.2	0.5	1	4811.6	9623.2	5.34622222	10.6924444	12.4330749	24.8661499	0.0280128	0.05672592
30	1800	59	332.2	59	332.2	1	1	9623.2	9623.2	10.6924444	5.34622222	24.8661499	12.4330749	0.058180432	0.02909022
15	900	58	331.2	58	331.2	1	1	9623.2	9623.2	10.6924444	10.6924444	24.8661499	24.8661499	0.059711496	0.0597115
15	900	57	330.2	57.5	330.7	1	0.5	9623.2	4811.6	10.6924444	5.34622222	24.8661499	12.4330749	0.06132532	0.03025382
15	900	57	330.2	57	330.2	0	0.5	0	4811.6		5.34622222		12.4330749	0	0.03066266
15	900	56	329.2	56	329.2	1	1	9623.2	9623.2	5.34622222	10.6924444	12.4330749	24.8661499	0.0315144	0.0630288
30	1800	55	328.2	55	328.2	1	1	9623.2	9623.2	5.34622222	5.34622222	12.4330749	12.4330749	0.032414808	0.03241481
15	900	55	328.2	54.5	327.7	0	0.5	0	4811.6		5.34622222		12.4330749	0	0.03288459
15	900	54	327.2	54	327.2	1	0.5	9623.2	4811.6	5.34622222	5.34622222	12.4330749	12.4330749	0.033368184	0.03336818
15	900	53.5	326.7	53	326.2	0.5	1	4811.6	9623.2	5.34622222	10.6924444	12.4330749	24.8661499	0.033866216	0.06875869
20	1200	53	326.2	53	326.2	0.5	0	4811.6	0	4.00966667		9.3248062		0.025784512	0
10	600	52.5	325.7	52.5	325.7	0.5	0.5	4811.6	4811.6	8.01933333	2.67311111	18.6496124	6.21653747	0.052362384	0.01745413
15	900	52	325.2	51.5	324.7	0.5	1	4811.6	9623.2	5.34622222	10.6924444	12.4330749	24.8661499	0.035453696	0.07203291
15	900	51.5	324.7	51	324.2	0.5	0.5	4811.6	4811.6	5.34622222	5.34622222	12.4330749	12.4330749	0.036016456	0.03659737
15	900	51	324.2	50	323.2	0.5	1	4811.6	9623.2	5.34622222	10.6924444	12.4330749	24.8661499	0.036597368	0.07563456
15	900	50.5	323.7	50	323.2	0.5	0	4811.6	0	5.34622222		12.4330749		0.03719732	0
20	1200	50	323.2	50	323.2	0.5	0	4811.6	0	4.00966667		9.3248062		0.02836296	0
30	1800	49	322.2	49	322.2	1	1	9623.2	9623.2	5.34622222	2.46748718	12.4330749	5.73834228	0.03912132	0.01805599
10	600	49	322.2	48	321.2	0	1	0	9623.2		16.0386667		37.2992248	0	0.12155554
30	1800	48	321.2	48	321.2	1	0	9623.2	0	4.00966667		9.3248062		0.030388888	0



"DESARROLLO DE UNA MEZCLA COLABLE AISLANTE TÉRMICA, A PARTIR DE CENIZAS DE BIOMASAVEGETAL PARA UTILIZARSE EN COLECTORES TÉRMICOS SOLARES DE PLACA PLANA"
CALCULO DE CONDUCTIVIDADES



													PROMEDIO	0.045463892	0.05409626
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----------	-------------	------------

Tabla 4.25 Datos correspondientes al 13 DE SEPTIEMBRE "CON ESPUMA DE POLIURETANO"

Min	seg	t1	T1(°K)	t2	T2(°K)	ΔT1	ΔT2	Q1 (JOULE)	Q2 (JOULE)	Q1 (J/s)	Q2 (J/s)	qr (W/m)	qr (W/m)	k1 (W/m°K)	k2 (W/m°K)
		69	342.15	69	342.15										
10	600	68	341.15	68	341.15	1	1	9623.2	9623.2	16.03866667	16.03866667	37.29922481	37.29922481	0.079152444	0.07915244
12	720	67.5	340.65	67.5	340.65	0.5	0.5	4811.6	4811.6	6.682777778	6.682777778	15.54134367	15.54134367	0.033368187	0.03336819
15	900	67	340.15	67	340.15	0.5	0.5	4811.6	4811.6	5.346222222	5.346222222	12.43307494	12.43307494	0.027012342	0.02701234
15	900	66	339.15	66	339.15	1	1	9623.2	9623.2	10.69244444	10.69244444	24.86614987	24.86614987	0.055342359	0.05534236
17	1020	65.5	338.65	65.5	338.65	0.5	0.5	4811.6	4811.6	4.717254902	4.717254902	10.97036024	10.97036024	0.024717176	0.02471718
15	900	65	338.15	65	338.15	0.5	0.5	4811.6	4811.6	5.346222222	5.346222222	12.43307494	12.43307494	0.028362959	0.02836296
15	900	64	337.15	64	337.15	1	1	9623.2	9623.2	10.69244444	10.69244444	24.86614987	24.86614987	0.05818043	0.05818043
34	2040	63	336.15	63	336.15	1	1	9623.2	9623.2	4.717254902	8.441403509	10.97036024	19.63117095	0.026343306	0.04714065
26	1560	62	335.15	62	335.15	1	1	9623.2	9623.2	6.168717949	10.69244444	14.34585569	24.86614987	0.03537999	0.06132532
45	2700	61	334.15	61	334.15	1	1	9623.2	9623.2	5.346222222	10.69244444	12.43307494	24.86614987	0.031514399	0.0630288
30	1800	60	333.15	60	333.15	1	1	9623.2	9623.2	5.346222222	10.69244444	12.43307494	24.86614987	0.03241481	0.06482962
1145	68700	38	311.15	38	311.15	22	22	211710.4	211710	3.081665211	3.122572271	7.166663282	7.26179598	0.050304476	0.05097223
													PROMEDIO	0.040174407	0.04945271



“DESARROLLO DE UNA MEZCLA COLABLE AISLANTE TÉRMICA, A PARTIR DE CENIZAS DE BIOMASAVEGETAL PARA UTILIZARSE EN COLECTORES TÉRMICOS SOLARES DE PLACA PLANA”
CALCULO DE CONDUCTIVIDADES



Tabla 4.26 Datos correspondientes al 22 DE SEPTIEMBRE “ESPUMA DE POLIURETANO”

min	seg	t1	T1(°K)	t2	T2(°K)	$\Delta T1$	$\Delta T2$	Q1 (JOULE)	Q2 (JOULE)	Q1 (J/s)	Q2 (J/s)	qr (W/m)	qr (W/m)	k1 (W/m°K)	k2 (W/m°K)
		58	331.2	58	331.2										
17	1020	57	330.2	57	330.2	1	1	9623.2	9623.2	9.434509804	9.434509804	21.94072047	21.94072047	0.062565351	0.06256535
26	1560	56	329.2	56	329.2	1	1	9623.2	9623.2	6.168717949	6.168717949	14.34585569	14.34585569	0.042227731	0.04222773
15	900	55.5	328.7	55.5	328.7	0.5	0.5	4811.6	4811.6	5.346222222	5.346222222	12.43307494	12.43307494	0.037197323	0.03719732
26	1560	55	328.2	55	328.2	0.5	0.5	4811.6	4811.6	3.084358974	3.084358974	7.172927847	7.172927847	0.021817661	0.02181766
23	1380	54	327.2	54	327.2	1	1	9623.2	9623.2	6.973333333	6.973333333	16.21705426	16.21705426	0.051027813	0.05102781
30	1800	53	326.2	53	326.2	1	1	9623.2	9623.2	5.346222222	5.346222222	12.43307494	12.43307494	0.040518513	0.04051851
38	2280	52	325.2	52	325.2	1	1	9623.2	9623.2	4.220701754	4.220701754	9.815585475	9.815585475	0.033173052	0.03317305
47	2820	51	324.2	51	324.2	1	1	9623.2	9623.2	3.41248227	3.41248227	7.936005278	7.936005278	0.027852333	0.02785233
28	1680	50.5	323.7	50.5	323.7	0.5	0.5	4811.6	4811.6	2.110350877	2.110350877	4.907792738	4.907792738	0.017562204	0.0175622
15	900	50	323.2	50	323.2	0.5	0.5	4811.6	4811.6	5.346222222	5.346222222	12.43307494	12.43307494	0.045380734	0.04538073
													PROMEDIO	0.037932272	0.03793227



“DESARROLLO DE UNA MEZCLA COLABLE AISLANTE TÉRMICA, A PARTIR DE CENIZAS DE BIOMASAVEGETAL PARA UTILIZARSE EN COLECTORES TÉRMICOS SOLARES DE PLACA PLANA”
CALCULO DE CONDUCTIVIDADES



Tabla 4.27 Datos correspondientes al 27 DE SEPTIEMBRE “ESPUMA DE POLIURETANO”

min	seg	t1	T1(°K)	$\Delta T1$	Q1 (Joule)	Q1 (J/s)	qr (W/m)	k1 (W/m°K)
		60	333.15					
10	600	59.5	332.65	0.5	4811.6	8.01933333	18.6496124	0.04932689
10	600	59	332.15	0.5	4811.6	8.01933333	18.6496124	0.05005228
20	1200	58	331.15	1	9623.2	8.01933333	18.6496124	0.05156902
15	900	57.5	330.65	0.5	4811.6	5.34622222	12.4330749	0.03490826
15	900	57	330.15	0.5	4811.6	5.34622222	12.4330749	0.0354537
60	3600	56	329.15	1	9623.2	2.67311111	6.21653747	0.01829868
45	2700	55.5	328.65	0.5	4811.6	1.78207407	4.14435831	0.0123991
15	900	55	328.15	0.5	4811.6	5.34622222	12.4330749	0.03781728
35	2100	54	327.15	1	9623.2	4.58247619	10.6569214	0.03353256
45	2700	51	324.15	3	28869.6	10.6924444	24.8661499	0.08727064
1090	65400	34	307.15	17	163594.4	2.50144343	5.81731029	0.05898108
							PROMEDIO	0.04269177

Figura 4.2 termo-tanque aislado térmicamente con una mezcla de ceniza



Figura 4.3 termo tanque aislado térmicamente con una mezcla de ceniza



Figura 4.4 termo tanque aislado térmicamente con una mezcla de ceniza



Figura 4.5 termo tanque aislado térmicamente con una mezcla de ceniza y unice



Figura 4.6 termo tanque aislado térmicamente con una mezcla de ceniza y unice



Figura 4.7 termo tanque aislado térmicamente con una mezcla de ceniza y unicel



Figura 4.8 termo tanque aislado térmicamente con una mezcla de ceniza en (menor proporción) y unicel



Figura 4.9 termo tanque aislado térmicamente con una mezcla de ceniza (en menor proporción) y unicel



Figura 4.10 termo tanque aislado térmicamente con una mezcla de ceniza (en menor proporción) y unicel



4.4 Análisis de resultados

Las primeras tablas muestran perfiles de temperatura de aceite y agua, para conocer cuanto tiempo tarda en enfriarse el fluido, también se muestran los datos correspondientes de diferentes termómetros colocados a tres y seis cm de distancia para saber el grosor óptimo de aislamiento.

Los resultados mostrados en las tablas 4.8 – 4.20 son con el termo - tanque aislado con solamente ceniza mezclada con un aglutinante comercial, dichas tablas muestran una conductividad que oscila entre $0.23 - 0.041 \frac{W}{m K}$ es importante mencionar que la conductividad térmica iba siendo favorable (más pequeña) conforme el pasó del tiempo, ya que las primeras lecturas muestran resultados de 0.23 a $0.10 \frac{W}{m K}$ y las últimas son de $0.041 \frac{W}{m K}$ esto es porque el aglutinante tardaba en evaporarse (algunos días) y la mezcla tenía un alto porcentaje de humedad.

Las tablas 4.21 y 4.22 son con el termo – tanque aislado con una mezcla de ceniza más Unicel, este último también interpretado como desecho, y la conductividad mejoró al menos para entrar en el rango de las conductividades térmicas de aislantes conocidos. Dicha conductividad se mantiene en $0.052 - 0.049 \frac{W}{m K}$.

También se realizó una prueba con bolsas de plástico (como aislante) es complaciente mencionar que la conductividad de esta fue de $0.038 \frac{W}{m K}$ mostrada en la tabla 4.23. Así mismo se probó una espuma de poliuretano (desecho también) y como era de esperarse la conductividad fue de $0.037 \frac{W}{m K}$.



4.5 CONCLUSIONES:

Se puede concluir que la ceniza con el aglutinante almacenan bastante humedad provocando una alta pérdida de calor, esto debido a que las capas interiores no tienen contacto suficiente con el exterior para su secado, lo cual no ayudo a nuestro estudio en la medida que esperábamos, sin embargo al paso del tiempo la conductividad mejoró a $0.041 \frac{W}{m K}$ porque la mezcla se secó pero si se tardo varios días. La temperatura a la cual opera nuestro aislante esta aproximadamente entre $55 - 45$ °C esto es favorable para los fines que se necesita el agua, y tomando en cuenta que la conductividad de la ceniza no se encuentra tan lejos de la conductividad de un aislante comercial y por supuesto costoso, la ceniza se puede considerarse un aislante innovador, económico y se puede rehusar algo que ya considerábamos inservible.

Otra cuestión importante es que a la mezcla se le agregoUnicel y esto favoreció los resultados porque tenemos datos de $0.04 \frac{W}{m K}$ hecho muy interesante porque esta mezcla evidentemente se puede considerar aislante que por supuesto es económico y se encuentra disponible para todos.

Otro aspecto que se notó en el desarrollo experimental fue que la mezcla de ceniza pesaba demasiado y agregando Unicel este peso disminuyo considerablemente. Esto es muy importante porque si se piensa en colar un termo – tanque de capacidad de 100 l el peso del mismo será un aspecto importante a cuidar.

También probamos otros materiales de desecho como bolsas de plástico y espuma de poliuretano dando ambas buenos resultados así que podemos abrir a nuevos campos la investigación para aislantes térmicos de baja temperatura económicos.

Las mediciones se llevaron acabo en diferentes días a diferentes horas e incluso se dejaba el agua dentro del tanque hasta el día siguiente con la finalidad de registrar la temperatura, esta era alrededor de $28^{\circ}C - 35^{\circ}C$ así que si se requiere al día siguiente se puede usar así o calentarse un poco pero ya no en la misma magnitud que se haría si el agua estuviese fría, logrando lógicamente un ahorro en el consumo de electricidad o gas, dependiendo de lo que se requiera.

Finalmente se recomienda ampliamente que se cuele la mezcla con una mínima cantidad de aglutinante y por secciones o capas no tan gruesas para permitir el secado y la mezcla funcione mejor, también se recomienda el uso de bolsas de plástico que sabemos se encuentran en abundancia y espumas para mejorar la eficiencia, también se debe tener la mayor precaución posible para evitar fugas porque la mínima fuga de agua altera los resultados.



ANEXO “A”: ALGUNOS PROGRAMAS INTERNACIONALES PARA ENERGÍAS RENOVABLES

- Administración nacional de la energía de Suecia
www.nutek.se
- Agence de l’Environnement et de la Maitrise de l’Energie (ADEME)
Agencia francesa dedicada a temas ambientales y energéticos
www.ademe.fr
- Agencia Europea de Medio Ambiente
Una web muy interesante que toca todos los temas ambientales incluido por supuesto la energía.
www.eea.dk/
- Agencia Internacional de la Energía (IEA)
www.iea.org
- Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente (ASADES)
www.asades.org.ar
- Asociación de Municipios Europeos para el Desarrollo de la Energía en el Medio Urbano
www.energie-cites.org/
- Banco Mundial
Un enlace del grupo del Banco Mundial con propuestas para un desarrollo social y ambientalmente sostenible.
www.esd.worldbank.org
- Centro energético danés
www.teknologisk.dk/3
- Centro para las Energías Renovables y las Tecnologías Sostenibles (CREST)
www.crest.org
- Centro Regional de la Energía del Mar Negro
www.bsrec.bg/
- China New Energy
Una página en inglés con información sobre fuentes de energía limpias en China.
www.newenergy.org.cn/english/
- CleanEnergy
Directorio internacional de compañías, organizaciones, productos y actividades relacionadas con las energías renovables.
www.cleanenergy.de
- Compañía Nacional de Fuerza y Luz
Web de la compañía nacional de electricidad de Costa Rica, con interesantes consejos para el ahorro de energía.
www.cnfl.go.cr
- Convención sobre el Cambio Climático de Naciones Unidas
www.unfccc.de



- DanishEnergy Agency (DEA)
Agencia danesa de energía
www.ens.dk
- E.V.A. Energievertungsagentur (Austria)
www.eva.wsr.ac.at
- ENERDATA
Servicios integrados para el mundo de la energía.
www.enerdata.fr
- EnergieCités
Página dedicada a las políticas de energía sostenible que parten de la acción local.
energie-cites.org
- Energy and Environmental News
Web especializada en el estudio de las energías renovables.
www.serve.com/commonpurpose/news.html
- Energy Efficiency and Renewable Energy Network (EREN)
Red de energías eficientes y renovables del Departamento de Energía de Estados Unidos.
www.eren.doe.gov/
- Energy Research Group–University College Dublin (Irlanda)
erg.ucd.ie
- EnergyTechnologySupportUnit (ETSU)
Página del Reino Unido sobre tecnologías energéticas
www.etsu.com
- Ente per le NuoveTecnologie, l'Energia e l'Ambiente (ENEA)
Organismo italiano que trabaja en temas ambientales y energéticos
www.enea.it
- EnvironmentalProtection Agency (EPA)
Agencia de protección ambiental de Estados Unidos
www.epa.gov/
- Environmental Technologies Action Plan (ETAP)
Página de la Comisión Europea que pretende dar a conocer y promover las tecnologías más respetuosas con el medio ambiente y contribuir a que la “eco-innovación” se convierta en una realidad en Europa.
ec.europa.eu/environment/etap
- EREC
Web del Consejo Europeo de Energías Renovables (EREC).
www.erec-renewables.org
European Forum for Renewable Energy Sources (EUFORES)
www.eufores.org
- EuropeanRenewableEnergiesFederation (EREF)
El EREF es una federación de asociaciones estatales de energías renovables de los países miembros de la UE.



- www.eref-europe.org
- EuroRex
Web para el intercambio de información sobre la energía renovable europea.
www.eurorex.com/
 - Eurosolar
Web de la Asociación Europea por las Energías Renovables, que agrupa a políticos, científicos, asociaciones, empresas y un amplio abanico de personas dispuestas a que el XXI sea el siglo de las renovables.
www.eurosolar.org
 - Eurostat. Oficina de Estadística de las Comunidades Europeas
www.europa.eu.int/en/comm/eurostat
 - Forum científico internacional para las energías renovables
www.iwr.de
 - Instituto de Economía y Política de la Energía
Tiene su sede en Francia.
www.upmf-grenoble.fr/iepe/
 - International Institute for Energy Conservation (IIEC)
Sitio del Instituto Internacional para la Conservación de la Energía. Se encuentra en Estados Unidos.
<http://solstice.crest.org/index.shtml>
 - Irish Energy Centre (Irlanda)
www.irish-energy.ie
 - Naciones Unidas (ONU)
www.onu.org
 - Netherlands Energy Research Foundation (Holanda)
www.ecn.nl/main.html
NOVEMNederlandseOrganisatievoorEnergie en Milieu B.V. (Holanda)
www.novem.nl
 - Oak Ridge National Laboratory
Programa de eficiencia energética y energías renovables.
www.ornl.gov/ORNL/Energy_Eff/Energy_Eff.html
 - Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)
www.oecd.org
 - Organization for the Promotion of Energy Technologies
www.cordis.lu/eesd
Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
Organismo de la ONU con sede en Nairobi (Kenia).
www.unep.org
 - TEKES. Technology Development Centre
Centro finlandés de desarrollos tecnológicos.
www.tekes.fi



-
- VITO Vlaamseinstellingvoortechnologischonderzoek (Bélgica)
www.bito.be
 - WorldEnergyEfficiencyAssociation
Organización sin ánimo de lucro dedicada a la promoción de la eficiencia energética en los países desarrollados y en vías de desarrollo.
www.weea.org
 - WorldWatchInstitute
Página de esta prestigiosa organización con sede en Estados Unidos, que se dedica a investigar sobre las relaciones entre medio ambiente y desarrollo.
www.worldwatch.org



Bibliografía

1. Cedric Philibert. The present and future of solar thermal energy as a primary source of energy. International Energy Agency, Paris, 2005.
2. MalleMandre, HennParn, JaanKloseiko, Morten Ingerslev. Use of biofuel ashes for fertilization of BetulaPendula seedlings of nutrient.poor peat soil. Biomass & Bioenergy 34 (2010), 1384-1392.
3. C. Dorfling, C. H. Hornung, B. Hallmark, R. J. J. Beaumont, H. Fovarge, M. R. Mackley. The experimental response and modeling of solar heat collector fabricated from plastic microcapillary films. Solar Energy Materials & Solar Cells 94 (2010), 1207-1221.
4. Yueping Fang, Trevor Hyde, Neil Hewwitt, Philip C. Eames, Brian Norton. Thermal performance analysis of an electrochricvaccum glazing with low emittancecoating. Solar Energy 84 (2010), 516-125.
5. Utilization of ashes from biomass combustion and gasification. Jan R Pels, Danielle S. Nie, Jacob H. A. Kiel published at 14th European biomass conference & exhibition Paris, France 17-21 october 2005
6. The behavior of inorganic material in biomass-fired power boilers: field and laboratory experiences Larry L. Baxter a, Thomas R. Miles b, Thomas R. Miles Jr. b, Bryan M. Jenkins c, Thomas Milne d, David Dayton d, Richard W. Bryers e,1, Larry L. Oden f

Páginas de internet

- a. <http://www.appa.es/02appa/02asociacion.php>
- b. <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/849/84911639016.pdf>
- c. <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/html/496/49614801/49614801.html>
- d. http://boletines.secv.es/upload/20100527122002.2010493_noti.pdf
- e. <http://www.energia.inf.cu/iee-mep/www/>
- f. <http://www.conae.gob.mx/renovables/cofer.html>
- g. <http://www.inti.gob.ar/e-renova/>
- h. http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pe/FolletoERenMex-SENER-GTZ_ISBN.pdf
- i. http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/fe/e_renovables_mexico.pdf
- j. http://www.pemex.com/files/content/NRF_034-PEMEX-2004.pdf
- k. http://www.mapfre.com/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=1030473
- l. <http://www.montajesroman.com/aislamiento%20t%C3%A9rmico.htm>
- m. <http://www.pnuma.org/forodeministros/14-panama/pan07nfe-EnergiasRenovables.pdf>
- n. <http://enerxia.wordpress.com/enlaces/organismos-y-programas-internacional>



“DESARROLLO DE UNA MEZCLA COLABLE AISLANTE TÉRMICA, A PARTIR DE CENIZAS DE BIOMASAVEGETAL PARA UTILIZARSE EN COLECTORES TÉRMICOS SOLARES DE PLACA PLANA”

