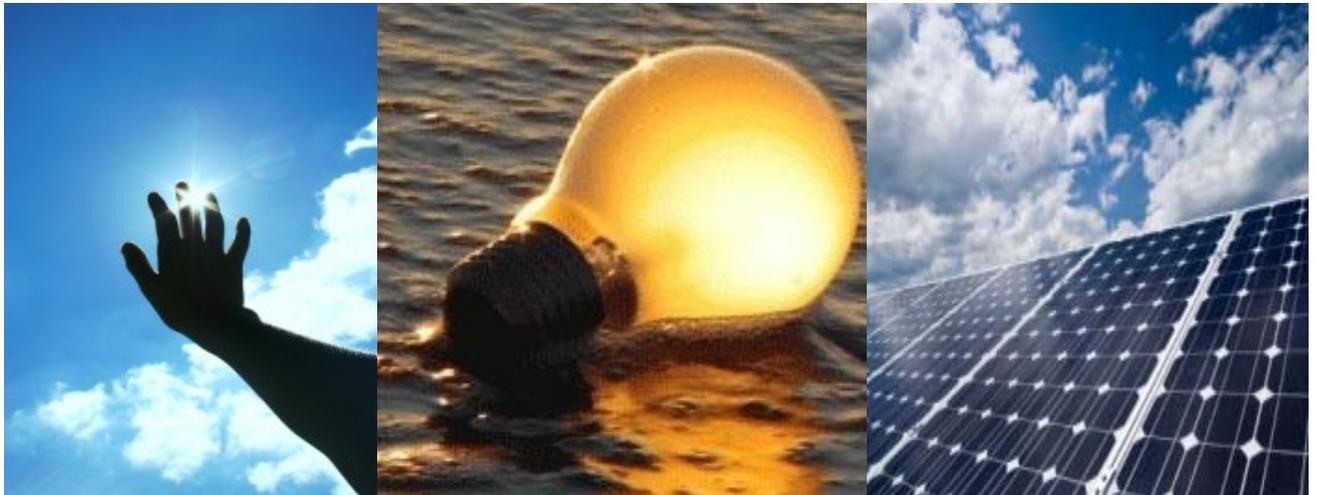




# Viabilidad del uso de la Energía Solar en Uruguay



**Autores:** Noelia Alberdi  
Natalia Artigas

**Cátedra:** Economía Aplicada de la Empresa

**Tutor:** Sergio Pérez

Montevideo, marzo 2010

---

Los autores queremos agradecer a todas las personas que contribuyeron de una forma u otra en la realización de este trabajo monográfico.

En particular a nuestros familiares y amigos por el apoyo permanente y la comprensión que nos brindaron a lo largo de nuestra carrera.

## RESUMEN EJECUTIVO.

El presente documento es el resultado del trabajo de investigación realizado sobre energía solar, con el objetivo de conocer la situación actual del mercado comparándolo con países del resto del mundo, así como también la viabilidad de su uso en Uruguay.

Se analizan los diferentes tipos de energía solar existentes, así como las ventajas y desventajas ambientales, económicas y sociales de cada uno de ellos, prestando especial atención en la energía solar térmica, por ser la más desarrollada en nuestro país.

Se realiza un breve análisis del mercado internacional, detallando algunos de los países en los que ésta tecnología se encuentra más desarrollada.

Por último, se analiza en mayor profundidad la energía solar en Uruguay, contemplando el mercado que se está desarrollando actualmente, el marco normativo vigente y los casos de aplicación que han tenido éxito en nuestro país.

Finalmente se expone un caso práctico en cual se consulto a diferentes hogares el consumo actual de energía para poder así determinar el ahorro que pueden lograr con la utilización de colectores solares. Y presentando comentarios finales acerca de la viabilidad, principalmente económica, de su aplicación.

---

## ÍNDICE.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....	7
CAPÍTULO II. IMPACTOS AMBIENTALES DEL SECTOR ENERGÉTICO .....	9
II.1. INTRODUCCIÓN.....	9
II.2. EFECTO INVERNADERO. ....	9
II.3. CONSECUENCIAS GLOBALES DEL CAMBIO CLIMATATICO. ....	10
3.1. <i>CONSECUENCIAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS PAÍSES LIMÍTROFES.</i> .....	11
II.4. PROTOCOLO DE KYOTO. ....	13
CAPÍTULO III. ESTRATEGIA ENERGÉTICA SUSTENTABLE.....	16
III.1. INTRODUCCIÓN.....	16
III.2. HERRAMIENTAS DE GESTIÓN PARA UNA ESTRATEGIA ENERGÉTICA SUSTENTABLE.....	17
III.3. HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS PARA UNA ESTRATEGIA ENERGÉTICA SUSTENTABLE. ....	18
3.1. <i>ENERGÍAS RENOVABLES.</i> .....	18
3.2. <i>ENERGÍAS RENOVABLES EN EL MERCOSUR.</i> .....	22
CAPÍTULO IV. SITUACIÓN ENERGÉTICA EN URUGUAY. ....	28
IV.1. RESEÑA HISTÓRICA. ....	28
IV. 2. MATRIZ ENERGÉTICA Y EVOLUCIÓN DEL URUGUAY. ....	30
2.1. <i>CONCEPTO DE MATRÍZ ENERGÉTICA.</i> .....	30
2.2. <i>EVOLUCIÓN DE LA MATRÍZ ENERGÉTICA.</i> .....	30
2.3. <i>SITUACIÓN ENERGÉTICA SEGÚN DIRECTOR NACIONAL DE ENERGÍA Y TECNOLOGÍA</i> <i>NUCLEAR.</i> .....	33
CAPÍTULO V. ENERGÍA SOLAR.....	40
V.1. DEFINICIÓN. ....	40
V.2. CLASES DE ENERGÍA SOLAR. ....	41
2.1. <i>ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.</i> .....	41
2.2. <i>ENERGÍA SOLAR TÉRMICA.</i> .....	47
VI.1. PANORAMA GENERAL DEL MERCADO INTERNACIONAL.....	60
V.2. SITUACIÓN EN ALGUNOS PAÍSES DEL MUNDO .....	62

---

2.1. ISRAEL.....	62
2.2. ESPAÑA.....	69
2.3. CHINA.....	74
2.4. DINAMARCA.....	76
2.5. OTROS PAÍSES.....	77
<b>CAPÍTULO VII. ENERGÍA SOLAR EN URUGUAY.....</b>	<b>78</b>
VII.1. PANORAMA GENERAL.....	78
VII.2. BARRERAS PARA EL DESARROLLO DE LA ENERGÍA SOLAR EN URUGUAY.....	78
VII.3. MARCO NORMATIVO.....	84
3.1. LEGAL.....	84
3.2. TÉCNICO.....	89
VII.4. CASOS EXITOSOS EN URUGUAY.....	90
4.1. PARQUE DE VACACIONES DE UTE-ANTEL.....	90
4.2. COOPERATIVA ASISTENCIAL MÉDICA DEL ESTE DE COLONIA.....	94
4.3. GRANJA SOLAR FOTOVOLTÁICA EN SALTO GRANDE.....	95
4.4. CABO POLONIO.....	96
4.5. PIRIÁPOLIS CIUDAD SOLAR.....	97
4.6. PLAN PILOTO EN SUÁREZ, CANELONES.....	98
4.7. OTROS.....	99
<b>CAPÍTULO VIII. MERCADO NACIONAL.....</b>	<b>101</b>
VIII.1. DEFINICIÓN DE MERCADO.....	101
VII.2. OFERTA.....	104
2.1. DEFINICIÓN DE OFERTA.....	104
2.2. ANÁLISIS DE LA OFERTA EN EL URUGUAY.....	104
2.3. POSIBLE EVOLUCIÓN DE LA OFERTA EN LOS PRÓXIMOS AÑOS.....	111
VIII.3. DEMANDA.....	112
3.1. DEFINICIÓN DE DEMANDA.....	112
3.2. ANÁLISIS DE LA DEMANDA DE URUGUAY.....	112
3.3. POSIBLE EVOLUCIÓN DE LA DEMANDA EN LOS PRÓXIMOS AÑOS.....	122
3.4. CONCLUSIONES DEL MERCADO NACIONAL.....	122
<b>CAPÍTULO IX. TRABAJO DE CAMPO.....</b>	<b>124</b>

---

IX. 1. INTRODUCCIÓN.....	124
IX.2. ASPECTOS GENERALES PARA LA INSTALACIÓN. ....	124
IX.3. ANÁLISIS DE LA INVERSIÓN. ....	127
IX.4. CASOS PRÁCTICOS.....	131
<b>CAPÍTULO X. MATRIZ FODA.....</b>	<b>153</b>
X.1. DEFINICIÓN DE MATRÍZ FODA.....	153
X. 2. MATRÍZ FODA DE ENERGÍA SOLAR. ....	154
2.1. FORTALEZAS.....	154
2.2. OPORTUNIDADES.....	155
2.3. DEBILIDADES.....	156
2.4. AMENAZAS.....	157
<b>CAPÍTULO XI. CONCLUSIONES FINALES.....</b>	<b>158</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>161</b>
A. LEY 18.585.....	161
B. DECRETO 44448/09.....	165
C. DECRETO 150/07.....	169
D. ENCUESTA A HOGARES.....	172
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>173</b>
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	173
ENTREVISTAS REALIZADAS.....	175
OTROS SITIOS CONSULTADOS.....	176

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.

El uso generalizado de los combustibles fósiles, el debilitamiento de la capa de ozono y la destrucción de las masas forestales están favoreciendo el aumento de la temperatura de la Tierra.

Es así, que el actual modelo de consumo energético basado en la quema de combustibles fósiles es insostenible, por un lado porque el cambio climático aumentará e intensificará catástrofes como inundaciones, desertificación, deshielos y aumento del nivel de los océanos, y por otro lado los yacimientos de esos combustibles se están agotando.

Las energías renovables son una buena alternativa de solución para contribuir con el medio ambiente y reducir la dependencia del petróleo o de otras alternativas poco seguras, contaminantes o, simplemente, agotables.

Estas energías están presentes en la biosfera y no se agotan con su utilización, en tanto forman parte de los ciclos naturales: eólica, solar, hidráulica y biomasa.

Particularmente Uruguay es un país altamente dependiente del petróleo y a su vez tiene una matriz energética muy simple, que le impide tener alternativas cuando el Río Uruguay tiene poco caudal o el precio del petróleo sube.

Debido a la crisis energética en que ha estado nuestro país en los últimos tiempos, consecuencia fundamentalmente del precio del petróleo, ha llegado a la preocupación de este tema al gobierno.

Así es que el Gobierno está apostando al uso de la energía solar como una de las fuentes de energía alternativa para poder lograr diversificar la matriz energética y contribuir en la eficiencia energética.

Uruguay se encuentra en un rango de latitud geográfica donde la radiación solar anual es de aproximadamente  $1.700^1$  Kwh./m<sup>2</sup>, comparativamente superior a la de muchos países en los cuales la tecnología solar térmica es ampliamente utilizada.

Por ejemplo, España es uno de los países que más utiliza la tecnología solar y tiene una radiación solar entre 1.700 y 1.800 Kwh/m<sup>2</sup> anual, en Europa Central es de aproximadamente 1.000 Kwh/m<sup>2</sup> y la de los desiertos africanos es de 2.300 Kwh/m<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Esto quiere decir que cada m<sup>2</sup> de la tierra recibe al año la cantidad de 1.700 Kwh. en radiación, lo que equivale a la energía que se necesitaría para tener 17 bombillas de 100W encendidas durante 50 días constantemente.

## **CAPÍTULO II. IMPACTOS AMBIENTALES DEL SECTOR ENERGÉTICO.**

### **II.1. INTRODUCCIÓN.**

“La producción y uso de las distintas formas de energía tienen impactos ambientales negativos en mayor o menor grado. Esto no significa que no deban emplearse sino que hay que evitar las más dañinas y elegir las de menores impactos. Algunos de los impactos pueden ser irreversibles, otros pueden ser casi eternos. También pueden distinguirse impactos locales (afecciones a la salud por emanaciones de gases de los vehículos) o globales (efecto invernadero por emisiones de dióxido de carbono). Otras tienen menores o nulos impactos ambientales como la eólica, solar, geotermia, mini hidráulicas, mareomotriz, entre otras.

Las fuentes más importantes que se utilizan en nuestra región, tienen todas altos impactos ambientales negativos: petróleo, gas natural, carbón y grandes represas. En el caso de las tres primeras, además, son fuentes no renovables, es decir hay una cantidad limitada de estos recursos y su uso conlleva inevitablemente a su agotamiento. Otras como la hidráulica, solar o eólica tienen una disponibilidad prácticamente infinita.

### **II.2. EFECTO INVERNADERO.**

Uno de los impactos globales mayores de nuestro tiempo es el efecto invernadero, la biosfera terrestre esta rodeada por una capa de gases que produce un efecto similar al que produce el vidrio en un invernadero: atrapa el calor, el cual hace posible que la superficie terrestre mantenga una temperatura relativamente estable para que la vida pueda desarrollarse.

Existe comprobación científica de que la temperatura media de la Tierra ha ido aumentando desde mediados del siglo XIX, principalmente por la quema de combustibles fósiles (petróleo, gas natural y carbono). La quema de estos combustibles produce la emisión de CO<sub>2</sub> que va acumulándose en la atmósfera aumentando el efecto invernadero.

En este siglo la temperatura ha sido claramente mayor, aumentando entre 0,4 y 0,8 °C siendo las últimas dos décadas las más calientes. A su vez, los estudios realizados demuestran que nunca antes, en los 420.000 años previos a la época actual, se dio un cambio en la temperatura tan pronunciado en tan poco tiempo.

El sector de la energía es el mayor responsable en este problema y será el que deba transformarse más profundamente y con mayor velocidad en los próximos años para evitar las drásticas consecuencias que se esperan para el futuro.

### **II.3. CONSECUENCIAS GLOBALES DEL CAMBIO CLIMATICO.**

Las predicciones elaboradas por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático<sup>2</sup> afirman que para el año 2100 la temperatura media del planeta podría subir hasta 6 °C con consecuencias dramáticas para la vida en la Tierra.

---

<sup>2</sup> Al detectar el problema del cambio climático mundial, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) crearon el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) en 1988. Se trata de un grupo abierto a todos los Miembros de las Naciones Unidas y de la OMM.

Algunas de ellas son:

- Agua: muchos países están en zonas donde existe escasez de agua y se verán afectados por el aumento de las sequías.
- Productividad agropecuaria y seguridad alimentaria: Por un lado se espera aumento en la población mundial con su consecuente aumento en la demanda de alimento y por otro lado se prevé un descenso en la productividad agrícola en muchos países tropicales y subtropicales.
- Ecosistemas naturales: el cambio climático alterará la estructura y funcionamiento de los ecosistemas con pérdida de biodiversidad. Esto traerá consigo la pérdida de recursos con los que se nutren muchas sociedades: alimentos, fibras, medicinas, recreación y turismo y servicios ambientales como control del ciclo de nutrientes y de la erosión del suelo, polinización, calidad del aire, etc.
- Salud: los cambios proyectados en el clima conducirán a un aumento en el número de personas con riesgos de contraer enfermedades como la malaria, el dengue, fiebre amarilla, etc. Miles de personas se espera que mueran anualmente como consecuencia directa del calor.
- Nivel del mar: el aumento del nivel del mar tendrá impactos negativos en asentamientos humanos, turismo, suministro de agua, pesca, infraestructura, tierras agrícolas y humedales, causando pérdida de tierras, pérdidas económicas y el desplazamiento de millones de personas.

### 3.1. CONSECUENCIAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS PAÍSES LIMÍTROFES.

La generación de energía hidroeléctrica y la producción de ganado y cereales se verán disminuidas, particularmente en la zona Oeste Argentina,

entre otros países. Se prevé la disminución de la producción agrícola en Argentina, Brasil y Uruguay. Las zonas costeras de Argentina y Uruguay se verán afectadas por las inundaciones.

a) Argentina

- La temperatura crecerá entre 0,1° C y 0,4° C por década.
- Las precipitaciones anuales sobre la cordillera de los andes declinarán en 18% para el 2080 mientras crecerán muy poco sobre la zona este del país.
- La reducción en el caudal de los ríos podría poner en riesgo el suministro de agua para la generación de electricidad y la irrigación.
- El calentamiento del océano y los deshielos pondrán en peligro los hábitats de las ballenas por declinación del stock de krill<sup>3</sup>.

b) Brasil

- La temperatura crecerá entre 0,2 y 0,6°C por década entre junio y agosto, y el mayor calentamiento ocurrirá sobre la selva amazónica.
- Las precipitaciones sobre el amazonas decrecerán entre 5% y 20% de marzo a mayo.
- En el estado de Río Grande las precipitaciones pueden aumentar entre 5% y 20%
- Las sequías pueden afectar adversamente los hábitats y las especies más amenazadas.
- Grandes áreas amazónicas serán más susceptibles de incendios.

---

<sup>3</sup> Banco de crustáceos planctónicos semejantes al camarón, que constituye el alimento principal de las ballenas – Real Academia Española.

- La frecuencia de años húmedos en el pantanal pueden ser hasta dos a tres veces mayor que ahora, provocando más frecuentes inundaciones.

c) Uruguay

- Los principales cultivos nacionales serían vulnerables a mayores incrementos de temperatura particularmente, trigo, cebada y maíz.
- Aproximadamente 90.000 Km<sup>2</sup> de tierra estarían en riesgo de erosión e inundaciones perdiéndose hábitat importantes como los Humedales del Este.
- Montevideo pondría sufrir una recesión en la línea de la costa de hasta 125m, y en otras zonas llegaría a 350m.”<sup>4</sup>

Varios autores y organismos coinciden con esta postura desarrollada por Gerardo Honty, de que nos encontramos ante un cambio climático y que se deben tomar medidas para revertirlo o detener su avance.

#### **II.4. PROTOCOLO DE KYOTO.**

Es un acuerdo internacional para disminuir las emisiones de gases que causan el efecto invernadero y así detener el avance del cambio climático y calentamiento global de la tierra.

El acuerdo nació en 1997, cuando 38 países industrializados se reunieron en la ciudad japonesa de Kyoto y se comprometieron a reducir en un 5% las emisiones de los seis Gases del Efecto Invernadero (de ahora en adelante

---

<sup>4</sup> Estudio preparado para la comisión de sindicatos del sector energético del MERCOSUR.

GEI) entre 2008 y 2012 (con respecto a los niveles registrados en 1990). Esto no quiere decir que cada país tuviera que reducir ese porcentaje, sino que cada uno es responsable de una porción determinada de esa reducción en relación a su actividad.

Así, mientras la Unión Europea acordó disminuir en un 8% sus emisiones y Estados Unidos en un 7%, otros países en desarrollo tenían la posibilidad de aumentar sus emisiones para que no cayera su economía, como España en un 15% o Argentina en un 5%.

El Protocolo de Kyoto se convirtió en Ley Internacional y entró en vigor en 2005, cuando 55 países -que solo representan poco más de la mitad de emisores de gases- lo confirmaron. Estados Unidos es el único país que se unió simbólicamente hasta 2001 y se apartó por completo del compromiso al no creerlo justo (a pesar de estar de acuerdo con la reducción de emisiones).

Los países del centro y sur de América no están obligados a reducir las emisiones, a pesar de que en conjunto emiten el 9% de los GEI. Los más contaminantes son Brasil, México, Venezuela y Argentina, responsables del 70% de las emisiones en la región.

En diciembre de 2008, 190 países participaron en Polonia de la Cumbre de la ONU por el Cambio Climático, en la que se produjeron cambios en el panorama, que anticipan que la reunión del 2009 en Dinamarca será tan significativa como la de Kyoto.

Algunos de los hechos más significativos de esta reunión fueron:

- Países en desarrollo como China, India, Brasil y México se comprometieron a limitar sus emisiones
- El presidente de Estados Unidos, Barack Obama, prometió liderar el combate contra el cambio climático; y
- Se creó un fondo en el que países pobres podrán invertir para evitar consecuencias del cambio climático en su territorio.

Así fue que la XV Conferencia Internacional sobre el Cambio Climático se celebró en Copenhague, Dinamarca, desde el 7 al 18 de diciembre de 2009. Denominada COP 15 («15a Conferencia de las partes»), fue organizada por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), que organiza conferencias anuales desde 1995 con la meta de preparar futuros objetivos para reemplazar los del Protocolo de Kyoto, que termina en 2012. En la conferencia se acreditaron 34.000 personas entre delegados de los 192 países miembros de la CMNUCC, expertos en clima, representantes de organizaciones no gubernamentales (ONG) y prensa.<sup>5</sup>

El objetivo final (a largo plazo) pretendido era la reducción mundial de las emisiones de CO<sub>2</sub> en al menos un 50% en 2050 respecto a 1990, y para conseguirlo los países debían marcarse objetivos intermedios. Así, los países industrializados deberían reducir sus emisiones de GEI entre un 25% y un 40%, respecto a los niveles de 1990 en el año 2020 y deberían alcanzar una reducción entre el 80% y el 95% para 2050.

---

<sup>5</sup> Información extraída de [www.tuverde.com](http://www.tuverde.com)

## **CAPÍTULO III. ESTRATEGIA ENERGÉTICA SUSTENTABLE.**

### **III.1. INTRODUCCIÓN.**

Según el estudio realizado por Gerardo Honty para la comisión de sindicatos del sector energético del MERCOSUR (COSSEM) “el Desarrollo Sustentable es aquel que logra satisfacer necesidades actuales sin comprometer la capacidad de satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.

No hay ningún ecosistema que resista una sobre explotación o uso inadecuado sin terminar por agotarse, morirse y perder toda su capacidad de generar más riqueza.

El Desarrollo debe adecuar su ritmo de crecimiento o evolución al ritmo de reproducción de la propia naturaleza, porque si acelera el paso, sobrepasa la capacidad de carga del ecosistema de que se trate.

La degradación de los recursos es algo que se puede medir y cuantificar. Estamos acostumbrados a medir el crecimiento económico y el desarrollo en función del PBI (producto bruto interno). Y esta es una medida muy engañosa, pues no da cuenta de las externalidades negativas que su creación genera. Por ejemplo, si una represa ocasiona pérdidas de biodiversidad o de salud, estos gastos deberían ser descontados del monto del producto que generó la represa. Sin embargo el PBI no incorpora esto, es más los gastos del sector salud en el ejemplo visto, no sólo no los descuentan sino que los agrega como aumento del producto del sector salud que pasa a engrosar los números del PBI.”

### **III.2. HERRAMIENTAS DE GESTIÓN PARA UNA ESTRATEGIA ENERGÉTICA SUSTENTABLE.**

Un desarrollo sustentable del sector energético debería cumplir las necesidades de energía de los seres humanos sin dañar el entorno ni ambiente.

Para poder cumplir con una estrategia energética debería existir intención política, es decir la intervención del gobierno quien establezca y aplique instrumentos necesarios para desarrollarla.

Los instrumentos más comunes que tiene el Estado para utilizar son de dos tipos: regulatorios y económicos. Los primeros marcan normas y estándares que los actores deben cumplir si no quieren ser sancionados. Por ejemplo: estándares de emisión de gases o efluentes, normas de ordenamiento territorial, prohibición de ciertas actividades, etc. Los segundos establecen incentivos o gravámenes a cierta producción o actividad de manera que el costo económico oriente a los actores hacia los fines perseguidos por el Estado.

De los primeros pueden citarse como ejemplo las multas por afluentes contaminantes, los controles de las emisiones gaseosas de los automóviles, las restricciones a la tala de montes, etc. Respecto a los segundos pueden citarse las exoneraciones tributarias a la construcción de gasoductos en Uruguay, así como también los subsidios que brinda Argentina para la generación de energía eólica.

### **III.3. HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS PARA UNA ESTRATEGIA ENERGÉTICA SUSTENTABLE.**

“Así como los instrumentos fiscales y regulatorios son las herramientas de gestión de una estrategia energética sustentable, las energías renovables y la eficiencia energética deben ser las herramientas tecnológicas. Entre las primeras se destacan las siguientes fuentes: solar (térmica y fotovoltaica), eólica, geotérmica, mareomotriz, mini hidráulica y biomásas. No necesariamente cualquier ubicación o dimensión de proyectos de generación a partir de estas fuentes, será sustentable. Grandes represas o largas extensiones de monocultivos (biomásas) pueden tener impactos ambientales negativos.”<sup>6</sup>

#### **3.1. ENERGÍAS RENOVABLES.**

Las energías renovables son aquellas que se producen de forma continua y son inagotables a escala humana. Las energías renovables son fuentes de abastecimiento energético respetuosas con el medio ambiente. Lo que no significa que no ocasionen efectos negativos sobre el entorno, pero éstos son infinitamente menores si los comparamos con los impactos ambientales de las energías convencionales (combustibles fósiles: petróleo, gas y carbón; energía nuclear, etc.) y además son casi siempre reversibles.

##### **a) Biomásas**

La Biomasa es la fuente renovable más utilizada en el mundo entero en sus diversas formas: aceites, vegetales, leña, residuos urbanos, etc. Es utilizada

---

<sup>6</sup> Estudio preparado para la comisión de sindicatos del sector energético del MERCOSUR.

para cocción, calefacción, calentamiento de agua, generación de electricidad y usos industriales. Puede ser gasificada, fermentada, o convertida de distintas formas para producir biocombustibles como etanol, biodiesel o hidrógeno. El abastecimiento actual de bioenergía es alrededor del 11% de la oferta primaria total energética del mundo. Dos tercios de su consumo corresponde a usos de sectores rurales de bajos recursos para cocción y calefacción y son explotados de forma insustentables.

Este tipo de energía aparte de su uso directo puede presentarse en distintas formas las cuales nombramos a continuación:

- Bio-combustibles

Los biocombustibles líquidos como el etanol o el biodiesel están aumentando rápidamente su participación en la matriz energética. El etanol es el combustible líquido de biomasa de mayor consumo y los mayores productores son Estados Unidos (a partir del maíz) y Brasil (caña de azúcar) con una producción anual en torno a los 18 mil millones de litros anuales cada uno. El biodiesel por su parte se fabrica mayormente en Alemania, Francia e Italia y con una producción total de 2 mil millones de litros. El costo de producción de etanol en Brasil, ya es menor que el de producir gasolina mientras en Estados Unidos y Europa se espera que lo sea en la próxima década, pues en este momento es tres veces más costoso que los derivados del petróleo. Al ritmo de crecimiento actual se espera que la producción de biocombustibles se cuadriplique, alcanzando los 120 mil millones de litros en el 2020.

- Bio-electricidad

El uso de biomasa para generación de electricidad es amplio en varios países de la OCDE<sup>7</sup>, India y Brasil. La generación de electricidad con biomasa puede ser a partir de leña o plantaciones realizadas para tal fin, a partir de residuos agropecuarios, o del uso de “chips” o “pallets” formas de trituración de la biomasa para se uso más eficiente.

- Bio-gas

Se trata del gas metano proveniente tanto de los rellenos sanitarios municipales como de biodigestores que procesan residuos orgánicos urbanos o rurales (típicamente en tambos). El gas puede ser utilizado de forma directa para usos calóricos o para generar electricidad.

b) Eólica

La energía del viento ha sido muy utilizada en Uruguay para bombear agua y también para generar energía acumulable en baterías.

El costo de la energía eólica no ha dejado de bajar desde que comenzó su producción en gran escala y compite a la par con las fuentes convencionales.

---

<sup>7</sup> Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, cuyo objetivo es coordinar sus políticas económicas y sociales

c) Geotermia

La geotermia es la mayor fuente de generación de electricidad en más de 20 países y cada vez es más utilizada en aplicaciones directas como calefacción o calentamiento de agua, aunque no es muy conocida en nuestro país<sup>8</sup>.

La energía geotérmica es aquella energía que se puede obtener por el aprovechamiento del calor interior de la Tierra. Si el calor es suficiente como para producir vapor entonces puede generar electricidad.

Toda la zona andina tiene grandes reservas geotérmicas siendo Méjico y Chile quienes están promoviendo más esta tecnología.

d) Hidroelectricidad

La fuente hidráulica para generar electricidad cuenta hoy con una potencia instalada a nivel mundial del 20% de la oferta eléctrica, siendo América Latina uno de los continentes con mayor potencial. Para nosotros es la más conocida en tanto tenemos cuatro represas que abastecen la mayor parte de nuestra electricidad.

Tanto la capacidad de generación como los costos dependen de factores hidrológicos y geográficos.

---

<sup>8</sup> Definición extraída de [www.wikipedia.com.org](http://www.wikipedia.com.org)

e) Hidrógeno

El hidrógeno sería manufacturado a través de una fuente primaria de energía y usado como reemplazo de los combustibles fósiles usados para el transporte. Puede usarse en motores de combustión o para generar electricidad a partir de células de combustibles, tecnología que por razones ambientales y económicas es más favorable, pero la dificultad se encuentra en que se necesita de otras fuentes de energía para producirlo.

f) Mareomotriz

Hay varias maneras de aprovechar la energía de las aguas oceánicas y marítimas para producir electricidad. Todas ellas están en un estado muy inicial de investigación. La llamada mareomotriz saca provecho de los movimientos de las mareas, es decir de los movimientos ocasionados por las diferentes posiciones de la Tierra y la Luna.

### 3.2. ENERGÍAS RENOVABLES EN EL MERCOSUR.

#### Argentina

En noviembre de 1998 el Congreso Nacional aprobó la Ley 25.019 “Régimen de promoción de la energía eólica y solar”, que otorga beneficios impositivos y tarifarios a los que utilicen este tipo de energías para la prestación de servicios públicos.

El potencial eólico de Argentina es un de los mayores del mundo, concentrándose en La Patagonia una disponibilidad prácticamente ilimitada de recursos de alta calidad.

El PAPER<sup>9</sup> se basa en el otorgamiento de concesiones al sector privado, con subsidio explícito gubernamental para abastecer a través de equipos solares y eólicos a unos 85.000 usuarios dispersos y unos 3.500 servicios públicos.

### Brasil

Una fuente de energía renovable que Brasil ha venido explotando y podría volver a impulsar es la biomasa tanto como para generación de electricidad como para carburante.

El uso de etanol como combustible para los automotores se inició en 1975 como respuesta a la crisis del petróleo y como forma de promover la autosuficiencia energética. El Programa Nacional de alcohol (Proálcol) garantizaba que toda gasolina vendida en el país contendría un 22% de etanol y que los precios serían competitivos. Con la caída posterior de los precios del petróleo se hizo cada vez más difícil sostener el programa. Mientras en 1987 el porcentaje de autos fabricados que utilizaban alcohol era del 95%, en 1997 había caído a menos del 1%.

La energía eólica aparece como una buena opción no en todo el territorio sino solo en la región noreste, la cual tiene escasez tanto de agua como de biomasa. El gobierno de Brasil está ofreciendo incentivos fiscales a inversores internacionales que deseen invertir en generadores eólicos.

---

<sup>9</sup> Programa con subsidios estatales vinculados a las energías renovables y a la eficiencia energética Argentina.

Otra fuente de energía abundante en Brasil es la solar. Lugares como el Valle del Río San Francisco cuentan con condiciones excepcionales para la implantación de sistemas de electrificación fotovoltaica.

### Paraguay

Existen varias experiencias a nivel local de energía solar: por ejemplo secaderos de frutas y cerámicas. Sin embargo existen grandes posibilidades para el uso fotovoltaico en función de la radiación que recibe Paraguay de la luz del sol sobre todo en la región occidental y norte.

Al igual que en países de primer mundo, en Paraguay, la energía solar en el uso domestico va ganando más espacio y aceptación en la gente, que están invirtiendo en éste sistema no contaminante y que promete economizar gastos a mediano plazo.

Sin embargo la principal fuente de energía utilizada en Paraguay es la hidroeléctrica, este país cuenta con dos represas de administración binacional, Itaipú y Yaciretá. La represa de Itaipú está situada entre Brasil y Paraguay, teniendo la mayor capacidad generadora del mundo. Y la represa de Yaciretá está situada entre Brasil y Paraguay, teniendo una potencia instalada que abastece al 15% del total de la demanda de electricidad de Argentina.

### Uruguay

A continuación hacemos una breve descripción de las principales fuentes de energías renovables que se utilizan en nuestro país:

- Eólica:

Según investigaciones realizadas, Uruguay es un país apto para generar energía a través del viento, como parte de una estrategia oficial de diversificación de la matriz energética. En las mismas se estableció que las zonas más eficientes a nivel eólico están en el sur, la zona costera y las sierras, así como el noroeste, región que hasta ahora era desestimada con ese fin.

El director nacional de Energía, Ramón Méndez, expresó que Uruguay tiene un potencial eólico al menos similar al hidráulico, hasta ahora la fuente más usada en el país<sup>10</sup>.

En el departamento de Rocha la planta de generación eléctrica de Loma Alta funciona con molinos de viento y es una de los más grandes en América Latina en cantidad de unidades. Está conectada a la red del sistema eléctrico nacional, y eso permite que, por primera vez, las redes de UTE reciban continuamente energía de origen eólico.

También se inauguró en «Sierra de los Caracoles», en del Departamento de Maldonado, un parque eólico. La instalación de éste parque de propiedad pública procede del canje de deuda que Uruguay tenía con España. El presidente de UTE anunció la intención de que «en los próximos diez meses» la granja «Sierra de los Caracoles» cuente con cinco molinos más, lo que supondría elevar su rendimiento a veinte megavatios de energía, el doble de su capacidad actual<sup>11</sup>.

---

<sup>10</sup> Información proporcionada por Asociación Uruguaya de Energía Eólica.

<sup>11</sup> [webmaster@gloobal.net](mailto:webmaster@gloobal.net)

A fines del año 2009 se prevé que será el país con más generación de energía eólica por persona de América del Sur.

- Hidráulica:

En Uruguay encontramos que dicha energía es utilizada a través de:

Represa de Baygorria, es una central hidroeléctrica perteneciente a UTE, inaugurada el 8 de junio de 1960, como forma del aprovechamiento Hidroeléctrico del Río Negro, con una potencia máxima de 108 MW.

Represa de Salto Grande, ubicada en el Río Uruguay a 450 Km. de Buenos Aires y a 500 Km. de Montevideo, siendo propiedad de los dos países y con una potencia total instalada de 1890 MW.

Represa de Rincón de Bonete ubicada en el curso del Río Negro a pocos Km. aguas arribas de Paso de los Toros, siendo su capacidad de 160 MW.

Represa de Paso Palmar, situada en el curso del Río Negro.

- Bio-combustibles:

A partir del 2009 el Biodiesel y el Etanol se mezclarán en todos los combustibles que se comercialicen a través de estaciones de servicio y otras formas de distribución para el uso en vehículos.

La elaboración de biocombustibles se da en dos grandes cadenas agroindustriales, una que se encarga de la producción de etanol y azúcar, y otra dedicada a elaborar biodiesel y harina.

La producción de Etanol se desarrollará en el departamento de Artigas, más precisamente en el complejo Agro Industrial de ALUR (Empresa del Grupo

ANCAP) en Bella Unión. La materia prima será la caña de azúcar y el sorgo dulce. El Etanol será uno de los productos además de la energía eléctrica y el azúcar.

El objetivo de ANCAP es comenzar a mezclar a partir del año 2009 un 5% de etanol en las Gasolinas. No obstante la ley obliga a mezclar Etanol a partir del año 2015.

La producción de Biodiesel se obtendrá a partir del Girasol (80 %) y la Soja (20%) y se prevé el desarrollo del mismo en el sur del país, concretamente en los departamentos de Montevideo, Canelones, Maldonado, Florida, Flores y San José. Y los co productos del proceso son harina para alimento animal y glicerol que se utiliza para la industria farmacéutica, como combustible para calderas industriales, etc.

El Biodiesel se comercializará a partir del 2009 como componente del Gasoil en una proporción mínima de 2%, a partir del 2012 esa proporción mínima de Biodiesel aumentará a un 5% del Gasoil para vehículos que se distribuya en todo el país.

## **CAPÍTULO IV. SITUACIÓN ENERGÉTICA EN URUGUAY.**

### **IV.1. RESEÑA HISTÓRICA.**

Uruguay ha sufrido situaciones energéticas críticas debido a que cuenta con muy escasos recursos naturales propios, el cual es nuestro problema histórico.

A fines del siglo XIX y principios del XX, el país comenzó a importar carbón y petróleo. El carbón estaba en manos de firmas inglesas o sus subsidiarias. Se usaba para la industria: el ferrocarril, la Compañía del Gas, curtiembres, saladeros, alguna textil a fines del siglo XIX, como Campomar. Esos fueron los grandes demandantes.

El primer gran quiebre de nuestra historia energética se dio en la Primera Guerra Mundial, cuando hubo un gran desabastecimiento de carbón. En ese tiempo, la potencia británica comenzaba a declinar y también su tecnología, mientras era imparable el ascenso del petróleo proveniente de los Estados Unidos.

A mediados del siglo pasado, creció la dependencia energética proveniente de la leña, carbón, petróleo. Pero a diferencia de lo que sucede en la actualidad, entre 1950 y 1973 lo más barato era comprar petróleo.

ANCAP fue concebida a partir de la crisis de 1929, y creada en 1931, como una respuesta a la falta de combustible y a los precios abusivos de las multinacionales. Fue pensada con una visión–misión: ser el único importador de petróleo del país.

Uruguay ha realizado investigaciones de su territorio desde principios de siglo en búsqueda de petróleo. No está comprobada la existencia de petróleo económicamente explotable, sí es muy probable la existencia de gas natural.

En la década de 1970 se apostó a las represas hidroeléctricas, pero no a un combustible nacional. Recién en el 2005, comienza la búsqueda de hidrocarburo en nuestra plataforma continental para que se elaboren proyectos de etanol a partir de la caña de azúcar y el sorgo dulce y de biodiesel basado en oleaginosos.

El sistema hidroeléctrico está siendo utilizado casi a tope y no hay fuerza hidráulica para armar otra represa que pueda atender las necesidades actuales.

A lo largo de la historia el país ha tenido una gran dependencia del petróleo, y ya ha explotado casi todas sus fuentes hidroeléctricas.

Con respecto a la energía eólica tenemos un buen potencial, nuestras corrientes están bien, pero no se comparan con las patagónicas, por ejemplo. Si bien la energía eólica es una fuente renovable a tener en cuenta, la misma es limitada<sup>12</sup>.

La energía solar está comenzando a desarrollarse. En los próximos capítulos realizaremos un análisis de la misma.

---

<sup>12</sup> En base a la entrevista a Reto Bertoni publicada en el suplemento Energía del semanario Brecha (octubre 2008).

## **IV. 2. MATRIZ ENERGÉTICA Y EVOLUCIÓN DEL URUGUAY.**

El objetivo de este punto es presentar las principales características de la matriz energética de nuestro país, configurada en los últimos 40 años, vinculándola con los problemas de crecimiento y balance comercial que se han demostrado en Uruguay en el período.

### **2.1. CONCEPTO DE MATRÍZ ENERGÉTICA.**

“La matriz energética (o balance energético) nacional sintetiza la información anual sobre oferta y demanda de energía a nivel nacional, desagregada por fuente y sector de consumo<sup>13</sup>.

La configuración energética que se da en cada sociedad, es reflejo de la conjugación de múltiples elementos: su dotación de recursos energéticos, su actividad productiva – es decir, económica-, su grado de desarrollo, la organización de fuerzas productivas, la tecnología disponible, y el nivel de consumo de sus miembros, tanto energético como de bienes finales.

### **2.2. EVOLUCIÓN DE LA MATRÍZ ENERGÉTICA.**

Se considera relevante el estudio de esta cuestión debido a la situación de crisis energética en la que ha estado nuestro país en los últimos tiempos, consecuencia fundamentalmente del persistente aumento en el precio del petróleo. Dicha situación ha llevado a la preocupación a nivel político del tema.

---

<sup>13</sup> Según Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear.

En nuestro país durante el período 1965 – 2005, se ha observado una matriz energética caracterizada en primer lugar, por su alta dependencia del petróleo, lo cual lo hace completamente vulnerable a la volatilidad de su precios, al no tener reservas comprobadas del mismo.

En segundo lugar de importancia, se encuentra la energía eléctrica generada hidráulicamente, lo cual nos hace también vulnerables, ya que la generación depende de la ocurrencia de lluvias. Cuando la generación hidráulica falla se recurre a la producción de las centrales térmicas o a la importación de electricidad desde Argentina y / o Brasil, que no siempre es posible y que además, al igual que la importación de petróleo, implica una salida importante de divisas.

La energía entonces, ha tenido y tiene gran incidencia sobre nuestra balanza comercial, y de este modo sobre la actividad económica de nuestro país. Esto puede explicarse porque durante el período mencionado anteriormente las importaciones de petróleo –medidas en millones de dólares-, poseen una tendencia más bien estable, demostrando incrementos a mediados de los 70as -producto del aumento del precio-, en los primeros años de los 80as, seguramente como fruto de la subida del precio del dólar, y hacia el final del período.

En cuanto a las importaciones totales, estas crecen con altibajos, a lo largo de todo el período. En la primer mitad del mismo, que comprende el lapso de tiempo en el cual nuestra economía crece –desde mediados de los 70as hasta los primeros años de los 80as-, permitiendo el incremento y la diversificación de las importaciones orientadas hacia los bienes suntuarios principalmente. La segunda parte de este primer momento, las importaciones

caen como correlato de la depresión que sufre la economía uruguaya en dicho momento.

En la segunda mitad del período es cuando se da el mayor crecimiento de las importaciones. Ello se debe principalmente durante los 90as como producto de la bonanza y liberalización de nuestra economía; el dólar barato y la sensación de riqueza lo permiten, pero sólo hasta 1998, cuando se inicia la recesión que desemboca en la crisis de 2002.

Las exportaciones comienzan teniendo un desempeño parejo respecto a las importaciones, pero a lo largo del período la brecha entre ellas se ensancha, lo cual significa que nuestro país durante la mayor parte del tiempo estuvo teniendo un saldo de balanza comercial negativo.

En cuanto a la demanda energética, el sector con principal incidencia sobre el consumo, ha sido el residencial, lo que significa la energía en nuestro país ha sido mayormente un bien final y en menor medida un insumo productivo.

Por otra parte, se constató que hacia el final del período, el sector con mayor participación sobre el consumo final energético ha sido el del transporte, el cual se abastece de derivados del petróleo. Este elemento introduce una discusión de actualidad, que es la que tiene que ver con los biocombustibles.<sup>14</sup>

De acuerdo al estudio realizado por el Departamento de Planificación de la Intendencia Municipal de Montevideo los motivos de para el cambio de la Matriz Energética en Uruguay serían los siguientes:

---

<sup>14</sup> Matriz energética y evolución energética del Uruguay – Lucía Caldes Acosta.

- Aumento sostenido del precio de los derivados del petróleo.
- El actual sistema de abastecimiento de electricidad no garantiza el suministro y puede desestimular inversiones en el sector industrial.
- Existe un escaso desarrollo de las fuentes alternativas de energía en comparación con lo que sucede a nivel global.
- Acciones puntuales y dispersas vinculadas al desarrollo de la eficiencia energética.
- Necesidad de explotar recursos energéticos propios, dada la situación actual del mercado de petróleo que impacta negativamente en la economía nacional.

### 2.3. SITUACIÓN ENERGÉTICA SEGÚN DIRECTOR NACIONAL DE ENERGÍA Y TECNOLOGÍA NUCLEAR.

“La sequía de comienzos de año tuvo como consecuencia una menor producción de energía hidroeléctrica en Uruguay. El petróleo sigue aumentando su precio y nadie sabe hasta dónde llegará. El gas no llega desde Argentina cómo se esperaba.

Uruguay, cuya matriz energética es altamente dependiente del petróleo y de las usinas hidroeléctricas, está afrontando un verdadero dilema, de difícil solución en el corto plazo. Las restricciones al consumo ya forman parte de nuestra vida cotidiana. Ramón Méndez Galain, Director Nacional de Energía, explica porqué Uruguay está dónde está. ¿Hay un plan para salir? ¿Hacia dónde vamos? ¿Qué podemos esperar?

Según Méndez Galain, el tema energético es uno de los grandes temas nacionales de la actualidad. Las restricciones al consumo decretadas por el

gobierno para este invierno, afectan de forma directa a toda la población y lo convierten en un tema muy popular y masivo.

El tema tiene varios planos, y aunque hay un componente común, que es la crisis de la matriz energética uruguaya, cada plano requiere de abordajes diferentes. Por ejemplo, las restricciones al consumo afectan sólo el corto plazo y son necesarias, pero son sólo una parte del problema.

Hay otro plano, que es el de matriz energética actual y futura del Uruguay, y cuyo énfasis está puesto en las fuentes de energía y no tanto en las formas de consumo. Las medidas en este caso no son de corto plazo, o al menos, cuando se habla de corto plazo, no se habla de una semana o un mes, sino de 7 u 8 años.

El cambio de la matriz energética nacional, que permita afrontar los problemas que hoy ya se están dando en el mundo (petróleo a alto costo) y los desafíos de futuro, es un proyecto que tomará por los menos 20 años. No significa que todo seguirá igual por los próximos 20 años. Habrá etapas intermedias que permitirán ir mejorando, pero cualquier buena solución requiere de mucho tiempo.

La crisis de Uruguay, está claro, que no es una crisis exclusiva del Uruguay. El mundo entero está procurando, de diferentes formas, cambiar su matriz energética, porque el petróleo ya no es un bien abundante y barato como lo era hace un par de décadas. El precio del petróleo se triplicó en los últimos tres años y para países como Uruguay, que no tienen petróleo propio, y que a su vez dependen fuertemente de él, sin duda que es un factor negativo. La segunda gran fuente energética de Uruguay es la hidroeléctrica, pero es una

fuentes con limitaciones, porque depende del caudal de los ríos, un factor que en un alto porcentaje no se puede manejar.

En resumen: Uruguay depende fuertemente del petróleo, y a su vez tiene una matriz energética muy simple, que le impide tener alternativas cuando el Río Uruguay tiene poco caudal o el precio del petróleo sube.

El Dr. Ramón Méndez Galain destacó que hoy Uruguay tiene una política de Estado en el tema energético, coordinada desde el Poder Ejecutivo. Afirma que hay un plan desde el gobierno y que se está trabajando en diferentes opciones, tanto para el corto plazo, como para el mediano y largo plazo.

Méndez Galain explicó que ANCAP y UTE anteriormente se manejaron sin políticas de Estado y con criterios empresariales, buscando optimizar los resultados. "Puede ser sensato para el interés comercial de UTE o ANCAP que se consuma mucha energía, pero es insensato a nivel del Estado y desde el punto de vista de la ética planetaria del consumo de la energía"<sup>15</sup>.

En la misma entrevista se analizó la crisis energética mundial y las perspectivas de corto y largo plazo para el Uruguay:

¿Cómo se explica la crisis energética de Uruguay?

Para Ramón Méndez, la crisis energética se explica en primer lugar en que la matriz energética mundial tiene una enorme dependencia del petróleo. El 36% de la energía que se utiliza proviene del petróleo. El precio ha subido enormemente, se ha multiplicado por tres en los últimos tres años, y por otro

---

<sup>15</sup> Entrevista realizada a Ramón Méndez Galain por Diario El País julio 2008

lado, se generó mucha incertidumbre por el costo que tendrá, ya que se trata de un recurso fósil que dejará de existir en unos años. En el caso de las otras dos fuentes energéticas muy utilizadas, el gas y el carbón, también son recursos no renovables y tarde o temprano, al igual que el petróleo, se van a terminar.

¿Cuánto tiempo pueden durar estas fuentes energéticas?

Si se mantuviera el consumo en el nivel actual y no aumentaran de manera significativa las reservas existentes quedaría petróleo para unos 40 años más, gas natural para 60 años más y carbón para 150- 200 años. Entre los tres suman el 85% de la energía que se consume en el mundo. La energía nuclear es un 6% pero también se puede acabar algún día, porque depende del uranio que es una fuente no renovable. Sólo el 10% de la energía que se consume en el mundo es de tipo renovable. El 90-91% de la energía que consumimos, en algún momento se va a acabar.

Recién ahora en el mundo, desde hace unos años, empieza a haber conciencia de que una buena parte de la energía que se produce y se consume, genera un impacto negativo sobre el medio ambiente de manera global, ya que produce contaminantes como el dióxido de carbono y eso ha traído cambios en el clima global.

Yo agrego otro factor y es el tema de la desigual repartición de recursos energéticos que hay en el mundo. Hay dos mil millones de personas que no tienen acceso ni siquiera a electricidad. A su vez dentro de cada país y dentro de los diferentes países hay enormes diferencias en el consumo per cápita, y dentro de cada sociedad, muy diferentes niveles de acceso a la energía.

¿Por qué se agravó el problema en Uruguay?

Porque estamos insertos en el mundo. Tenemos un problema a nivel mundial que repercute en nuestro país como está repercutiendo en el 100% de los países del mundo.

Años atrás en Uruguay se promovió el consumo de energía y se ofrecieron facilidades para la compra a crédito de electrodomésticos de alto consumo como lavarropas y calefones, y se promovió la iluminación de edificios.

¿Cómo afectó esto?

Una de las razones fundamentales de que hoy se esté hablando del tema energético es porque en el país hoy por primera vez tenemos una política energética a largo plazo, cosa que antes no existía. Anteriormente las políticas en el país no eran coordinadas por el Poder Ejecutivo y las llevaban adelante las dos grandes empresas energéticas estatales que son UTE y ANCAP.

Uno de los cambios más importantes que introdujo este gobierno es el de pensar el tema de la energía. La Dirección de Energía fija las políticas energéticas presentes y genera políticas para el corto, el mediano y el largo plazo, cuando hace unos años era una dirección prácticamente virtual. Se empezó a coordinar una verdadera política energética desde el Poder Ejecutivo a través de la Dirección de Energía.

Puede ser sensato para el interés comercial de UTE o ANCAP que se consume mucha energía, pero es insensato a nivel del Estado y desde el punto de vista ético planetario. Un aspecto central es la eficiencia energética.

Si UTE y ANCAP tienen una facturación muy grande es una mala noticia para el país. Queremos lograr el mismo nivel de prestaciones para todo el mundo pero con el menor gasto de energía posible.

¿Cuál será en el futuro la política energética?

Nuestro objetivo es primero lograr la diversificación de la matriz energética. No depender de una o dos fuentes.

Pero además no trabajar solo sobre la oferta sino también sobre la demanda, sobre cómo se demanda la energía.

Después hay otro aspecto que es el de buscar en nuestro territorio riquezas energéticas. No fue de casualidad que encontramos yacimientos importantes de gas y que se esté viendo la posibilidad de confirmar la presencia de petróleo. Se hizo lo que había que hacer: asociarse con empresas que tienen la tecnología para hacer una prospectiva de la plataforma continental y ver si efectivamente existía o no existía.

Ramón Méndez, explica que nunca se había hecho un estudio con la profundidad que se hizo este. Se había hecho pero no se había mantenido en el tiempo y entonces eso se perdió. Esta vez se hizo con tecnología moderna, con un gasto mayor y de esa forma se lograron los primeros resultados. No fue de casualidad.

Biocombustibles, Hay quienes opinan que la plantación de eucaliptos o soja y sorgo dulce no se justifica para el caso de la energía.

Nuestra idea de utilizar la biomasa para generar electricidad, no es la de plantar eucaliptos y utilizar las tierras nuevas para generar energía. La idea es utilizar residuos de la industria forestal o agro industrial en general. Por ejemplo el aserrín es un sub producto que en realidad es un residuo y que se puede quemar y transformar en electricidad. Lo mismo pasa con los restos de eucaliptos o el árbol que sea, el resto de las podas, y eso se puede utilizar.

Efectivamente los biocombustibles plantean el conflicto entre el uso de las tierras y el agua con fines alimentarios o con fines energéticos. Nosotros promovemos un uso integral del recurso. En el caso de ALUR, que se produce con caña de azúcar, se sigue este concepto. Primero; se genera azúcar, luego se extrae etanol para la generación de biodiesel y de la de la quema del bagazo se genera electricidad. De todo el proceso se genera biogás que es un nuevo recurso energético. Por último los residuos tienen también contenido proteico que se usa para alimento y para energía. Esta es la forma de trabajar el biodiesel que queremos implantar.

La aparición de nuevas tecnologías como el celular, que tienen un uso masivo y generan nuevos gastos de energía, ¿en cuánto inciden en el incremento del consumo de energía?

Cada vez se utilizan más aparatos que consumen energía. Pero es la suma de aparatos, no es el celular, lo que incrementa el consumo. El celular por sí sólo no influye tanto. Lo que debemos mirar es que globalmente, en promedio, los habitantes del siglo XVIII, antes de la Revolución Industrial, consumían diez veces menos energía que los habitantes del mundo actual”.

## CAPÍTULO V. ENERGÍA SOLAR.

### V.1. DEFINICIÓN.

La energía solar es un tipo de energía renovable y confiable; renovable quiere decir “inagotable”. La característica principal de la energía solar es justamente este adjetivo, el poder ser utilizada una y otra vez sin temer a que se agote; la definición de energía solar afirma que la misma puede ser obtenida a través de un “combustible de libre acceso”: la radiación solar. La utilización de este tipo de energía contribuye a mejorar la calidad de vida sin interferir con nuestro clima; obtenemos electricidad para alimentar los sistemas de calefacción como los de refrigeración, los sistemas de comunicaciones, etc.

#### Conceptos fundamentales sobre este tipo de energía

La definición de energía solar señala que la energía irradiada por el sol no es sólo renovable sino que limpia y extremadamente abundante; la cantidad que recibe la tierra en 30 minutos es equivalente a toda la energía eléctrica que los hombres consumimos en un año. Sin lugar a dudas, el aprovechamiento de este recurso es inminente y necesario; para llevar a cabo esta tarea se han construido distintos captadores solares conocidos como paneles solares, módulos solares.

Estos sistemas están expandiéndose por toda Europa, una instalación de este tipo es simple, silenciosa, de larga duración y requiere de un muy bajo mantenimiento. A estas ventajas agregamos su confiabilidad y su nula contaminación al medio ambiente; estos sistemas cuentan con el valor

añadido de generar puestos de trabajo empleando los recursos locales sin depender de un recurso “agotable”. Una de las mayores trabas que existe actualmente para difundir el uso de este tipo de energía se relaciona con los costos; fabricar un panel solar o captador tiene un costo muy alto. Otro inconveniente es la posición o ubicación con respecto al sol, España, por ejemplo, se ha visto beneficiada ya que recibe una considerable carga de energía solar por día, mientras que Inglaterra y Alemania, poseen muy pocos días soleados.

De acuerdo a la definición de energía solar, la misma se puede aprovechar activamente para producir energía térmica o fotovoltaica.

## **V.2. CLASES DE ENERGÍA SOLAR.**

### **2.1. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.**

#### **Definición:**

La energía solar fotovoltaica se basa en la captación de energía solar y su transformación en energía eléctrica por medio de módulos fotovoltaicos.

Una instalación fotovoltaica aislada está formada por los equipos destinados a producir, regular, acumular y transformar la energía eléctrica, que son los siguientes:

### Células fotovoltaicas:

Son dispositivos formados por metales sensibles a la luz que desprenden electrones cuando los fotones<sup>16</sup> inciden sobre ellos.

Convierten energía luminosa en energía eléctrica. Están formados por células elaboradas a base de silicio puro con adición de impurezas de ciertos elementos químicos, siendo capaces de generar cada una de 2 a 4 Amperios<sup>17</sup> a un voltaje de 0,46 a 0,48 V, utilizando como materia prima la radiación solar.

Las células se montan en serie sobre paneles o módulos solares para conseguir un voltaje adecuado a las aplicaciones eléctricas; los paneles captan la energía solar transformándola directamente en eléctrica en forma de corriente continua, que se almacena en acumuladores, para que pueda ser utilizada fuera de las horas de luz.

Los módulos fotovoltaicos<sup>18</sup> admiten tanto radiación directa como difusa, pudiendo generar energía eléctrica incluso en días nublados.

---

<sup>16</sup> Cada una de las partículas que constituyen la luz y, en general, la radiación electromagnética en aquellos fenómenos en que se manifiesta su naturaleza corpuscular - Real Academia Española.

<sup>17</sup> Unidad de intensidad de corriente eléctrica del Sistema Internacional equivalente a la intensidad de la corriente que, al circular por dos conductores paralelos, rectilíneos, de longitud infinita, de sección circular despreciable y colocados a la distancia de un metro uno de otro en el vacío, origina entre dichos conductores una fuerza de dos diezmillonésimas de newton por cada metro de conductor - Real Academia Española.

<sup>18</sup> Los módulos fotovoltaicos o colectores solares fotovoltaicos (llamados a veces paneles solares, aunque esta denominación abarca otros dispositivos) están formados por un conjunto de celdas (células fotovoltaicas) que producen electricidad a partir de la luz que incide sobre ellos – Wikipedia.

Generador Solar:

Conjunto de paneles fotovoltaicos que captan energía luminosa y la transforman en corriente continua a baja tensión.

Acumulador:

Almacena la energía producida por el generador. Una vez almacenada existen dos opciones:

- Sacar una línea de éste para la instalación (utilizar lámpara y elementos de consumo eléctrico).
- Transformar a través de un inversor la corriente continua en corriente alterna.

La **corriente alterna (CA)** es un tipo de corriente eléctrica, en la que la dirección del flujo de electrones va y viene a intervalos regulares o en ciclos. La corriente que fluye por las líneas eléctricas y la electricidad disponible normalmente en las casas procedente de los enchufes de la pared es corriente alterna.

La **corriente continua (CC)** es la corriente eléctrica que fluye de forma constante en una dirección, como la que fluye en una linterna o en cualquier otro aparato con baterías.

Una de las ventajas de la corriente alterna es su relativamente económico cambio de voltaje. Además, la pérdida inevitable de energía al transportar la corriente a largas distancias es mucho menor que con la corriente continua.

Regulador de carga:

Su función es evitar sobrecargas o descargas excesivas al acumulador, puesto que los daños podrían ser irreversibles. Debe asegurar que el sistema trabaje siempre en el punto de máxima eficacia.

Inversor (opcional):

Se encarga de transformar la corriente continua producida por el campo fotovoltaico en corriente alterna, la cual alimentará directamente a los usuarios.

Un sistema fotovoltaico no tiene porque constar siempre de estos elementos, pudiendo prescindir de uno o más de éstos, teniendo en cuenta el tipo y tamaño de las cargas a alimentar, además de la naturaleza de los recursos energéticos en el lugar de instalación.

Tipos de instalaciones fotovoltaicas:

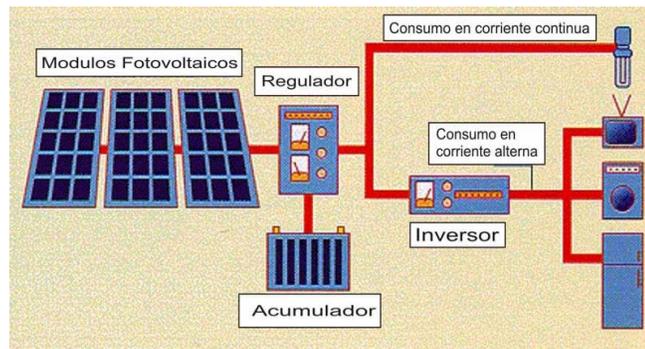
- Sistemas aislados a la red eléctrica.

Con la ayuda de sistemas autónomos se puede generar energía eléctrica para viviendas, iluminación, barcos de vela, etc. A través de la instalación fotovoltaica el productor será autosuficiente y no necesita de la red eléctrica pública. En el caso de viviendas aisladas se considera que la energía solar fotovoltaica es la mejor solución para el suministro de energía eléctrica. Con una instalación simple se puede usar la corriente continua para utilizar por ejemplo: radio, televisión y luz. Durante la noche y en los momentos de baja insolación las baterías permiten disponer de electricidad para varios días.

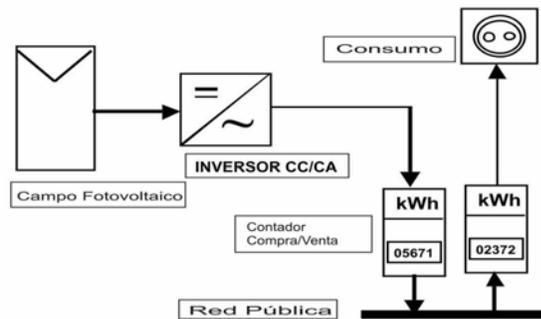
Es importante resaltar que en zonas rurales aisladas, o aplicaciones similares en las que no hay distribución eléctrica, puede llegar a ser fácilmente una opción rentable frente a los costes de instalación para llevar el tendido eléctrico.

- Sistemas conectados a la red eléctrica.

La radiación solar es captada en los paneles fotovoltaicos generando energía eléctrica en forma de corriente continua. En las instalaciones conectadas a red esta energía es transformada en corriente alterna de baja tensión. Los sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica, no permiten ser autosuficientes, además se puede entregar la energía producida de más a la red eléctrica.



*Sistemas de distribución conectados a la Red Eléctrica*



*Sistemas aislados a la red eléctrica*

### Ventajas de la energía solar fotovoltaica:

#### ➤ Ambientales:

- No contamina: No produce emisiones de CO<sub>2</sub> ni de otros gases contaminantes a la atmósfera.
- No consume combustibles.
- No genera residuos
- No produce ruidos
- Es inagotable

#### ➤ Económicas:

- Su instalación es simple
- Requiere poco mantenimiento
- Tienen una vida larga (los paneles solares duran aproximadamente 30 años)
- Resiste condiciones climáticas extremas: granizo, viento, temperatura, humedad.
- No existe una dependencia de los países productores de combustibles.

- Venta de excedentes de electricidad a una compañía eléctrica.
- Tolera aumentar la potencia mediante la incorporación de nuevos módulos fotovoltaicos.

➤ Sociales:

- Instalación en zonas rurales desarrollando tecnologías propias.
- Se utiliza en lugar de bajo consumo y en casas ubicadas en parajes rurales donde no llega la red eléctrica general.

Desventajas de la energía solar fotovoltaica

➤ Económicas:

- Elevado costo.

2.2. ENERGÍA SOLAR TÉRMICA.

Definición:

La energía solar térmica (de ahora en adelante EST) consiste en el aprovechamiento del calor solar mediante el uso de colectores o paneles solares térmicos.

De manera muy esquemática, el sistema de EST funciona de la siguiente manera: el colector o panel solar capta los rayos del sol, absorbiendo de esta manera su energía en forma de calor, a través del panel solar hacemos pasar un fluido (normalmente agua) de manera que parte del calor absorbido

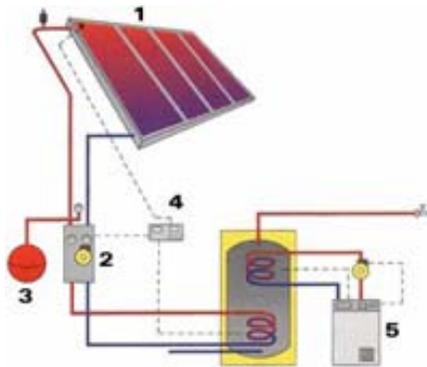
por el panel es transferido a dicho fluido, el fluido eleva su temperatura y es almacenado o directamente llevado al punto de consumo.

El uso que mas se conoce actualmente de la EST es de los calentadores solares de agua para uso domestico. Estos consisten de dos partes principales, el colector solar y el tanque de almacenamiento. El colector solar es un cuadro de aproximadamente  $2 \text{ m}^2$  en el cual hay una serie de tubos por donde pasa el agua, que al entrar en contacto con el sol es calentada; una vez caliente es almacenada en el tanque de almacenamiento (un tanque aislado, como un termo), en donde permanece caliente para cuando se necesite. Estos calentadores pueden generar hasta el 91% del agua caliente que consume una familia, dependiendo del uso y la cantidad de sol que haya en la ubicación del calentador.

También se puede calefaccionar ambientes y en el sector industrial se utiliza en procesos de secado (maderas, hierbas, granos, etc.) en la elevación de temperatura de diversos fluidos (aceites, alcoholes, etc.) y en la generación de vapor.

Una instalación solar térmica está formada por los siguientes equipos:

- Colector (1): Cambia energía solar en calor y transmite el calor a un líquido. No solamente en días soleados se produce calor, también en días con una radiación difusa.
- Bomba (2): Transporta la energía de calor del colector al acumulador.
- Recipiente (3)
- Regla solar (4)
- Calefactor (5): Cuando no hay suficiente calor producido, la calefacción auxiliar se pone en marcha.



Según la temperatura que pueda alcanzar la instalación hablaremos de sistemas de EST de baja, media o alta temperatura. A más temperatura, más complejo es el diseño del colector y la instalación en conjunto. Pero lo interesante es que los sistemas de baja temperatura (inferior a los 100 grados) son suficientes para suplir aproximadamente dos tercios del consumo energético para agua caliente, tanto sanitaria como industrial. Y estos sistemas son tecnológicamente muy sencillos, fáciles de instalar y se amortizan en pocos años.

Las instalaciones solares térmicas de baja temperatura son sistemas silenciosos, limpios, sin partes móviles y con una larga vida útil, que generan una energía descentralizada, cerca de donde se necesita y sin precisar infraestructuras para su transporte.

Las aplicaciones prácticas en la gama de baja temperatura, fundamentalmente son:

- Agua caliente y precalentamiento de agua de proceso
- Calefacción

- Aire caliente
- Refrigeración

Aplicaciones prácticas en algunos sectores industriales:

➤ Fabricación de cerveza y malta:

- Secado de la malta germinada. Es un proceso ideal para utilizar EST, pues requiere grandes cantidades de calor en continuidad, y a bajas temperaturas.
- Calentamiento del licor cervecero y refrigeración del mosto<sup>19</sup>.

➤ Industria alimentaria:

- Producción de agua caliente para la limpieza y desinfección de botellas y útiles.
- Agua caliente para el lavado, cocción y limpieza de productos cárnicos, conservas vegetales y conservas de pescado.
- Esterilización de conservas.
- Deshidratación para la fabricación de leche en polvo.
- Pasteurización y esterilización UHT<sup>20</sup>.
- Limpieza en instalaciones de sacrificio de animales.

➤ Industria textil

- Tinte, lavado, blanqueo, etc., de tejidos.

---

<sup>19</sup> Zumo exprimido de la uva, antes de fermentar y hacerse vino – Real Academia Española.

<sup>20</sup> Temperatura ultra alta.

➤ Industria papelera:

- Procesos de obtención de pastas químicas.
- Calor para secado en la fabricación de papel.

➤ Industria química:

- Calor para columnas de destilación, secado y transformación de plásticos, entre otros muchos procesos.

➤ Industria auxiliar del automóvil:

- Tratamiento del caucho en la fabricación de neumáticos.
- Limpieza y desengrasado en baños líquidos de pintura de automóvil.

➤ Curtidos:

- Para procesos húmedos y para secado.

➤ Corcho:

- Secado y cocción del corcho.

➤ Recubrimiento de metales:

- Baños de acondicionamiento y recubrimiento

Aplicaciones dentro del sector servicios, pequeñas industrias y talleres:

Además de sus aplicaciones para proporcionar agua caliente para instalaciones sanitarias, el sector servicios también puede utilizar la EST en todos aquellos establecimientos que necesiten cantidades significativas y regulares de agua caliente, aire caliente, vapor o refrigeración. Aquí se muestran algunos ejemplos:

- Lavanderías, limpieza de alfombras, tapicerías, etc.
- Tintorerías.
- Talleres mecánicos de reparación de automóviles.
- Supermercados e hipermercados.
- Mercados de alimentación.
- Venta y reparación de neumáticos.
- Secaderos.
- Lavaderos de automóviles.
- Empresas de transporte por carretera y mensajerías.
- Recolección y tratamiento de residuos urbanos.
- Recuperación y reutilización de envases de vidrio.
- Recuperación y reciclaje de tejidos usados.
- Recuperación y reciclaje de papel y cartón.
- Alquiler de automóviles.
- Pastelerías y confiterías.
- Estaciones de servicio.
- Talleres de chapa y pintura.
- Laboratorios farmacéuticos.
- Laboratorios cosméticos, de análisis alimentarios, clínicos, etc.

### Tipos de colectores solares térmicos.

➤ Colector solar plano

El tipo más tradicional, es el colector solar plano con cubierta transparente. El mismo se encuentra constituido básicamente por:

Caja externa: Generalmente fabricada en perfiles de aluminio, chapa plegada o material plástico que sirve de soporte a todo el conjunto.

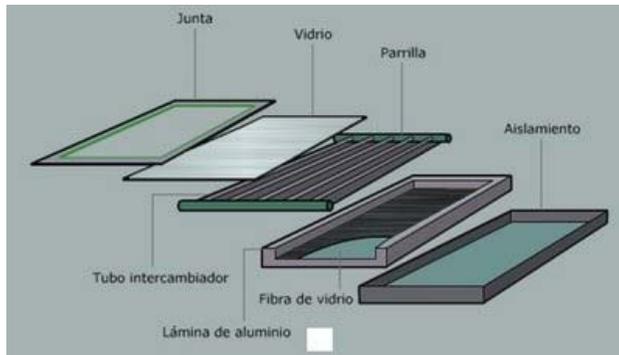
Aislamiento térmico: Minimiza las pérdidas de calor al ambiente. Esta en contacto con la caja externa, revistiéndola. Los materiales aislantes mas usados son la lana de vidrio y la espuma de poliuretano.

Parrilla de tubos: formada por un haz de tubos verticales interconectados a través de dos tubos colectores. Normalmente son hechos en cobre, debido a su alta conectividad y resistencia a la corrosión.

Placa absorbedora (aletas): Parte responsable de la absorción y transferencia de energía solar hacia el fluido de trabajo. Las aletas metálicas, en aluminio o cobre, son pintadas de negro mate o reciben tratamiento especial para mejorar la absorción de la energía solar.

Cobertura transparente: generalmente de vidrio o plicarbonato, que permite el pasaje de radiación solar y minimiza las pérdidas de calor por convección y radiación al ambiente.

Junta: colocada entre la caja externa y la cobertura transparente para evitar que ingrese agua lluvia al sistema o que escape aire caliente.

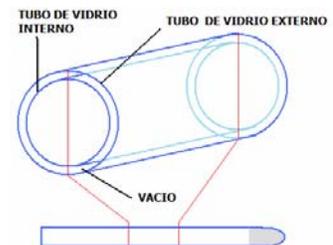


➤ Colector solar de tubos al vacío.

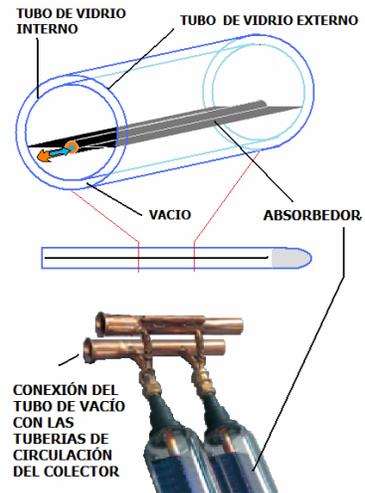
Este tipo de calentadores capta la radiación solar transformándola en calor a través de tubos de vidrio, para elevar la temperatura del agua.

Las clases de tubos pueden ser:

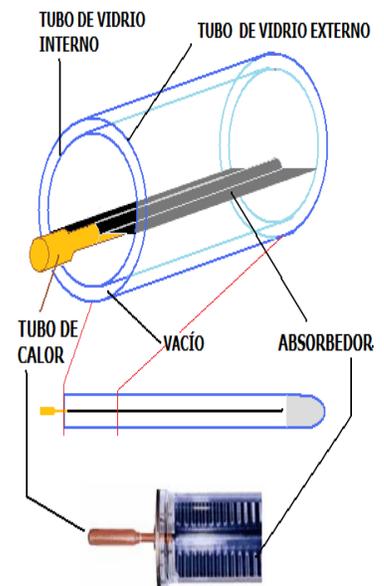
**Simples (all glass):** Formados por dos tubos de vidrio concéntricos separados por una cámara al vacío. Sobre la parte exterior del tubo interno se deposita un recubrimiento selectivo. El agua está en contacto con la parte interna del tubo interior.



**De flujo directo:** Colocan en el interior del tubo evacuado una plancha de material absorbente adecuado que hace las veces de absorbedor transformando la radiación solar en calor. El absorbedor es recorrido en su superficie por un tubo con flujo directo en el que circula un fluido que eleva su temperatura en contacto con él. Los colectores de tubo de vacío de flujo directo tienen la ventaja de poder adoptar una posición tanto horizontal como vertical sin mermar su rendimiento ya que el tubo puede rotar sobre su eje inclinándose el absorbedor de la manera más adecuada. Tiene la ventaja además de ser utilizable en áreas frías ya que permite usar las estrategias contra la congelación de uso general en la energía solar térmica.



**Tubo con bulbo de cobre (heat pipe):** Están formados por un tubo de cobre cerrado que contiene un líquido y su vapor. Este tubo de cobre se coloca dentro de un tubo de vidrio con cámara de vacío. Cuando recibe calor donde se encuentra el líquido, este se evapora. El vapor alcanza la parte superior en contacto con el líquido del circuito primario (frío) y condensa entregando calor latente. Tienen la ventaja de no sufrir pérdidas por la noche ya que el proceso de transferencia de calor no es reversible (es decir el fluido caliente o el calor no puede pasar del acumulador al tubo y por lo tanto perderse). Además cada tubo es independiente pudiéndose cambiar en pleno funcionamiento del



sistema. Es altamente resistente a las heladas. Dado que también pueden girar sobre su eje los tubos, existe la posibilidad de que adopten posiciones verticales y horizontales al igual que ocurre en los sistemas de flujo directo aunque en este caso habrá que respetar una inclinación mínima del largo del tubo para permitir que el fluido una vez licuado pueda descender por gravedad.

#### Aplicaciones de los tubos de vacío:

Es posible emplear la tecnología de los tubos de vacío para casi cualquier aplicación que requiera agua caliente de entre 40 y 130 grados. Los colectores de tubo de vacío son especialmente apropiados para climas muy fríos y parcialmente nubosos. La temperatura ambiente supone un factor importante que afecta al rendimiento de los colectores, cuanto más fría sea menor será su rendimiento porque habrá más pérdidas en la superficie del colector. Los colectores de tubo de vacío al tener muy pocas pérdidas ofrecerán un rendimiento claramente superior en climas muy fríos. Además este tipo de colectores es capaz de aprovechar la radiación difusa que suele darse en los días de nublados ligeros.

- Comparación del colector plano con el colector de tubos al vacío.

Se sostiene que en el futuro los colectores de tubo de vacío terminarían por desplazar a los colectores de placa plana debido a su mejor rendimiento.

En cuanto al mayor costo de los colectores de tubo de vacío con respecto a los de placa plana, esto se compensa ya que al ofrecer un mayor rendimiento por m<sup>2</sup> será necesario adquirir menos colectores.

Los colectores de tubo de vacío tienen mayor facilidad para integrarlo en edificios ya que se pueden colocar en vertical cubriendo una fachada

Por otro lado, se sostiene que no se justifica los colectores de tubo al vacío en países donde la temperatura media es suave (como España donde el frío no suele ser extremo y que tienen zonas de clima cálido) ya que los paneles de placa plana, que son mas económicos, pueden cumplir con los objetivos normalmente deseados sin problemas. Esto también sería aplicable a países cálidos como México y variable en países grandes con una importante diversidad climática como son Argentina o Chile (válido en las zonas cálidas, no válido en las zonas frías).

En áreas con marcada diferencia de radiación y temperatura entre el invierno y el verano (como España menos Canarias, Sur de Argentina y de Chile) dónde un número de paneles necesario para satisfacer las necesidades en invierno pueden suponer un problema de sobrecalentamiento en verano. En estos casos, una instalación con colectores de tubo de vacío se alcanzan en verano temperaturas de más de 130 grados lo que puede ser difícil (o costoso) de controlar mientras que en instalaciones de placa plana la temperatura que se alcanza es menor.

En áreas de climas tropicales y subtropicales los problemas de sobrecalentamiento en verano se reducirán conforme nos acerquemos al ecuador ya que la temperatura y la radiación tenderá a hacerse más uniforme a lo largo del año y el número de colectores será más ajustado en todos los meses.

En definitiva se dependerá de los requerimientos específicos de la instalación, la climatología del lugar en cada estación del año y a la disponibilidad de presupuesto para la elección de una u otra tecnología.

### Ventajas de la energía solar térmica

#### ➤ Ambientales:

- Es una fuente autóctona, limpia, silenciosa y confiable.
- Permite sustituir una parte del consumo de combustibles fósiles y/o electricidad por energía solar, evitando o enlenteciendo el agotamiento de los limitados recursos naturales
- Renovable
- No emite gases contaminantes perjudiciales para la salud
- No emite gases de efecto invernadero que afecte el cambio climático.

#### ➤ Estratégicas:

- Reduce dependencia energética del exterior
- Promueve el autoconsumo y la independencia energética
- Implica un cambio de modelo en la producción de energía, el cual progresivamente se va descentralizando
- Proyecta como destino turístico responsable del medio ambiente.

#### ➤ Sociales:

- Generación de puestos calificados de trabajo directos en la producción, la instalación y mantenimiento de las instalaciones.

➤ Económicas:

- Reducción directa del consumo de electricidad, quema de combustibles, gas o leña en el calentamiento de agua.
- La inversión se amortiza con el ahorro energético.

Con carácter general la EST es apropiada, especialmente en términos de rentabilidad, cuando se dan estos dos requisitos: demanda de calor de baja o media temperatura y demanda de calor en continuidad.

Desventajas de la energía solar térmica

- El nivel de radiación fluctúa de una zona a otra y de una estación del año a otra.
- Para recolectar energía solar a gran escala se requieren grandes extensiones de terreno.
- Requiere gran inversión inicial.
- Se debe complementar este método de convertir energía con otros.
- Los lugares donde hay mayor radiación, son lugares desérticos y alejados, (energía que no se aprovechara para desarrollar actividad agrícola o industrial, etc.)

Dentro de las ramas de la energía solar, la energía solar térmica es más barata que la fotovoltaica, por lo que es la energía que más apoyo y crecimiento ha tenido en los últimos años. La energía solar térmica utiliza directamente la energía que recibimos del sol para calentar un fluido. La diferencia con la energía solar fotovoltaica que ésta aprovecha las propiedades físicas de ciertos materiales semiconductores para generar electricidad a partir de la radiación solar.

## **CAPÍTULO VI. ENERGÍA SOLAR EN EL MUNDO.**

### **VI.1. PANORAMA GENERAL DEL MERCADO INTERNACIONAL.**

Cada vez existen más regulaciones ambientales que incentivan el uso de esta energía renovable limpia y alternativa.

El crecimiento de la industria solar en el mundo es verdaderamente masivo, ya que la energía solar cuenta solo con el 0,06% de la generación eléctrica mundial, es decir que éste sector de la industria tiene lugar para un gran crecimiento en las próximas décadas, y sin llegar a niveles de saturación.

La industria solar ha crecido en un promedio del 47% anual en los pasados seis años y se espera que crezca un promedio anual de al menos el 40% en los próximos años, (de acuerdo a un informe de Photo Consulting, Boston Usa).

Algunas de las grandes industrias del mercado mundial, fueron pioneras en la industria solar y han estado por mucho tiempo entre los 20 productores de instalaciones solares mundiales. Algunos de ellos son: Sharp, se colocó en el segundo mayor productor de módulos / células solares del mundo (detrás de Q-Cells FRA: QCE en el primer lugar), Kyocera cuarto, Sanyo séptimo, y Mitsubishi Electric Corp doceavo, de acuerdo a los ranking de PV Energy System.

Según un informe de Greenpeace junto con la Asociación Europea de la Energía Solar Termoeléctrica (ESTELA) y el Programa Solar PACES de la

Agencia Internacional de la Energía, la energía solar térmica podría cubrir más del 25% de la demanda eléctrica mundial en 2050 y gracias a ella se podría ahorrar ese año el 20% de todas las emisiones de CO<sub>2</sub> que hay que reducir en el sector energético para salvar el clima. A más corto plazo, el estudio señala que este tipo de energía, podría abastecer el 7 % de la electricidad mundial en el año 2030. También señalaron, en dicho estudio, que con una superficie similar a la del 0,5% por ciento de todos los desiertos mundiales se podría producir toda la electricidad consumida en el mundo.

Un informe, publicado por Solar Generation 2007, presentado en el marco del Congreso de la energía solar concentrada (CSP Congress), establece el rápido crecimiento de la industria solar y pronostica la capacidad de generar 300 mil millones de euros anualmente para 2030 y la creación de 6,5 millones de empleos.

Los principales datos de la energía solar fotovoltaica en 2030 en el mundo serían<sup>21</sup>:

- Potencia instalada: 1.272.000 MW.
- Producción de electricidad: 1,8 billones de kilovatios-hora (1.802 TWh)
- Potencial de creación de empleo: 6,33 millones de puestos de trabajo
- Valor de mercado: 318.000 millones de euros al año
- Reducción acumulativa de CO<sub>2</sub>: 6.671 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>
- Demanda mundial de electricidad abastecida con energía solar fotovoltaica: 6,4-9,4% en 2030, 20-28% en 2040.

---

<sup>21</sup> Datos obtenidos de la pagina web: <http://www.radiaciones.net/Article354.html>

El incremento tan importante, a nivel mundial, de superficie instalada se debe a la aparición de programas estatales con el fin de promocionar el uso de energías renovables y la diversificación de energía.

### Evolución de los precios.

La tendencia es que los precios disminuyan con el tiempo, una vez que los paneles hayan entrado en la fase industrial. Por ejemplo, del 2008 al 2009 se produjo un descenso del 50%.

## **V.2. SITUACIÓN EN ALGUNOS PAÍSES DEL MUNDO**

Con el objetivo de poder observar cuan desarrollada se encuentra el uso de la energía solar en el resto del mundo, es que pasamos a exponer alguno de los países que se encuentran en desarrollo con respecto a dicha energía renovable.

Nos pareció interesante exponer los siguientes países por haber sido los más nombrados por los proveedores, en las entrevistas efectuadas. Y fundamentalmente por ser los principales productores y los que más utilizan esta energía.

### **2.1. ISRAEL.**

Israel está ubicado en la latitud geográfica de aproximadamente 30 N, donde la irradiación solar anual probable es de alrededor de 2000 Kwh. por metro cuadrado. No cuenta con recursos naturales de energía; toda la energía eléctrica y el combustible del país proviene de carbón y petróleo importados.

En la actualidad, la capacidad generadora de electricidad del país es de alrededor de 6,5 GW, lo que representa aproximadamente 1 Kw per. Cápita; más esta apreciación ha variado en los últimos años a medida que la necesidad de electricidad, en todos los ámbitos de la vida, ha aumentado. Frente a esta situación, por lo tanto, no es de sorprender que Israel se haya transformado en pionero en el uso de la energía solar. Más aún, contando con grandes áreas de desierto (aproximadamente el 60% del país).

### El uso de la Energía Solar en Israel

#### Agua caliente doméstica:

La manifestación más corriente del uso de la energía solar en Israel son los calentadores de agua solares que cubren los techos a todo lo largo del país. Las unidades domésticas típicas consisten de un tanque de 150 litros para el almacenamiento del agua, con aislamiento y un panel plano de 2 metros cuadrados.

Este último recolecta la radiación solar, calienta el agua y la pasa para su almacenamiento sin necesidad de bombeo, empleando sólo la fuerza de gravedad. Estos sistemas funcionan con una eficiencia anual promedio de aproximadamente el 50%. Por lo tanto, una unidad así ahorra a su propietario unos 2.000 Kwh. por año en costos de electricidad, elevando la temperatura de un tanque lleno de agua en unos 30°C por encima de su punto de partida, en un día medio - es decir, calentando el agua a una temperatura de alrededor de 50%. Esto significa que en la mayoría de los días del año no hay necesidad de emplear la unidad eléctrica de apoyo (que se encuentra en todos los tanques) para garantizar que el agua esté suficientemente caliente para su uso.

Sistemas más grandes, generalmente con bombeo, se encuentran en unidades de vivienda de gran altura, en algunos kibutzim (comuna agrícola) y en varias plantas industriales por todo el país.

Calentamiento solar inerte del ambiente:

A pesar de que Israel es comúnmente considerado un país "cálido", los inviernos pueden ser fríos, particularmente en Jerusalén y en otras zonas altas, incluyendo aquéllas en el desierto del Néguev. No obstante, el clima es ideal para el empleo del así llamado calentamiento solar inerte.

Básicamente, esto significa diseñar una casa de modo que se pueda calentar a sí misma con los rayos solares invernales, y, al mismo tiempo, mantenerse fresca en verano. La forma alternativa de calentamiento solar activo del ambiente, que emplea colectores solares, bombeo eléctrico para la circulación y manutención del calor, si bien está muy estudiada en otros lugares del mundo, no es efectiva en Israel por su costo debido a la relativa brevedad de la estación invernal. Los ingredientes básicos para una casa solar inerte en Israel son: (1) Los muros exteriores del edificio bien aislados; (2) suficiente masa termal para suavizar los grandes cambios de temperatura y proporcionar una acumulación nocturna; (3) un área apropiada de ventanas en dirección al sur.

Las casas solares típicas en las partes más frías del país deben tener una estructura mural que incluya 1cm. de grosor de enlucido en el interior, seguido de 10 cm de concreto sólido para la acumulación térmica, luego 5 cm. de aislamiento con espuma de poliuretano y, finalmente, alguna terminación, de acuerdo con los códigos de construcción del lugar, para proteger el aislamiento. El techo debe incluir 10 cm. de aislamiento con

poliuretano y el área total de ventanas en dirección al sur debe ser alrededor del 15% de la superficie del piso. En los lugares más cálidos del país se requieren superficies de ventanas proporcionalmente más pequeñas. Todas las ventanas deben contar con persianas exteriores para reducir la penetración indeseada de los rayos solares en el verano. La primera casa solar inerte en Israel fue construida con adobes secados al sol y se encuentra en el campus de Sde Boker de la Universidad Ben-Gurión. Desde que fuera terminada a fines de la década del 70, los principios básicos del diseño solar inerte han sido adoptados ampliamente por los arquitectos del país.

#### Energía eléctrica de piletas salinas solares:

La idea básica implica una pileta de agua salina, de alrededor de 2 metros de profundidad, que es mantenida artificialmente de modo que su grado de salinidad (y consecuentemente su densidad) sea mayor hacia el fondo que en la superficie. La absorción de la radiación solar en el fondo de la pileta calienta el agua de las profundidades que no pueden subir por su alta densidad en relación a las capas superiores.

En tal situación la temperatura del agua en el fondo aumenta y puede alcanzar temperaturas cercanas a los 100°C. Más aún, dado que las piletas son muy grandes.

La eficiencia termodinámica de un sistema productor de energía de este tipo, comparativamente a baja temperatura, exige pocos requisitos, aproximadamente 1% como óptimo. De acuerdo con esto, uno podría prever que una pileta así produzca, como promedio, sólo alrededor de 570 Kwh. de

energía eléctrica. Una turbina de 5 MW podría, por lo tanto, parecer a primera vista muy poco optimista.

No obstante, lo que da un valor singular a las piletas solares, en comparación con todas las demás tecnologías, es su capacidad de acumulación incorporada. Tarda varias semanas hasta que la temperatura de la piletta alcanza un estado constante en sus mayores profundidades, después de lo cual, siempre que no se extraiga energía a una tasa promedio mayor que el 570 Kwh. nominal en una base anual, se puede obtener una producción de energía enormemente mayor por algunas horas al día - generalmente durante los períodos picos de carga en la mañana y en la tarde.

De hecho se permite a la piletta absorber energía solar durante el día, pero se opera la turbina sólo temprano en la mañana y en las horas postreras de la tarde.

#### Vapor para procesos industriales de colectores solares parabólicos

Se trata de espejos que seguían el sol y curvados para formar largas líneas de pailas reflectantes concentraban la luz del sol en un tubo central a través del cual se bombeaba aceite.

El aceite calentado al sol, a temperaturas de más de 200°C, es empleado para producir vapor y abastecer las necesidades de calor de la planta.

### Novedades

- Granja en Israel que funciona con la energía solar más moderna del mundo<sup>22</sup>.

Una compañía israelí ha desarrollado un dispositivo que se vale de espejos y lentes para focalizar la intensidad de la luz del sol produciendo mucha más electricidad que las tradicionales placas solares de silicio y a un precio menor.

En la actualidad más de un millón de hogares en Israel, donde viven 7,4 millones de personas, cuentan con paneles solares para calentar el agua, práctica que se generalizó después de la guerra árabe-israelí de 1973 cuando se dispararon los precios del petróleo.

A partir de los noventa los edificios residenciales de nueva creación debían instalar por ley placas fotovoltaicas, una tecnología relativamente sencilla.

La huerta solar se encuentra en el Kibutz Yavne, en el centro del país, y comprende un terreno relativamente pequeño con dieciséis platos cóncavos de espejos de diez metros cuadrados.

Estos paneles, que se asemejan a las antenas parabólicas, se mueven de forma inteligente siguiendo la dirección del sol. La explotación energética cubrirá más de un cuarto de las necesidades de luz y consumo de agua caliente de las 250 familias que residen en la granja comunal, generará

---

<sup>22</sup> Publicado en [www.abc.es](http://www.abc.es)

anualmente 150 megavatios de electricidad y 300 megavatios de energía termal, reemplazando el uso de 40.000 litros de combustible fósil al año.

Consiste en un mecanismo a través del cual los espejos de los platos - compuestos por una aleación de materiales- dirigen la radiación solar hacia un «generador» de 100 centímetros cuadrados, una especie de brazo de metal que convierte la luz en electricidad.

Este prototipo también genera intenso calor, que es capturado a través de un sistema de refrigeración con agua gracias al cual se obtienen aguas termales para uso residencial o industrial. Estos sistemas utilizan tecnología espacial, células fotovoltaicas por lo menos dos veces más eficientes que los paneles estándar que pueden verse en países como España.

El invento tiene una eficiencia del 75%, requiere poco espacio y resulta muy rentable.

Ventajas: eficiencia del 75% (21% de energía eléctrica y 49% termal), que requiere poco espacio y puede actualizarse según mejoren las células solares, y el reducido coste de kilovatios / hora.

Destacan su gran rentabilidad por su alto rendimiento en comparación con las placas solares comunes -que no superan el 10% - y el reducido coste de la tecnología que emplea: Una unidad destinada a una vivienda costará en torno a 50.000 dólares.

Con este tipo de dispositivo, la energía solar puede llegar a competir en lugares de buen clima con el petróleo o gas natural, sin ayuda de subsidios estatales, en definitiva, un sistema idóneo de explotación de energías renovables no contaminantes.

Por esta razón, la empresa ve oportunidades de mercado en países con potencial en el campo solar, como España, Estados Unidos, Italia, Grecia, la India, China y países emergentes del Tercer Mundo.

## 2.2. ESPAÑA.

España es uno de los países más atractivos para el desarrollo de la energía solar, puesto que es el país de Europa con mayor cantidad de horas de sol. El gobierno español se ha comprometido a producir el 12% de la energía mediante energías renovables para 2010, con una potencia instalada de más de 3.000 megavatios (MW) mediante centrales de energía solar. España es el cuarto país del mundo en tecnologías de energía solar de las que exporta un 80% a Alemania.

Según un estudio elaborado por DBK, empresa española especializada en la elaboración de estudios de análisis sectorial, España ha superado a Alemania en el crecimiento del mercado de la energía solar.

Durante el año 2008 España ha sido el país de la Unión Europea con mayor crecimiento en el terreno de la energía solar, concentrando el 63% de la nueva capacidad instalada en la Unión Europea.

El informe de la DBK contempla tanto las instalaciones de energía solar fotovoltaica como de la energía solar termoeléctrica que sumaron durante el año 2008, 4.100 MW, de los cuales 2.600 MW corresponden a España.

En el conjunto del continente europeo la potencia instalada entre 2005 y 2008 se multiplicó por cuatro alcanzando los 9.050 MW. A pesar del reciente crecimiento español, Alemania sigue siendo el principal país

Europeo en términos de potencia instalada, con el 57% del total de la Unión Europea.

A través de una resolución ministerial en marzo de 2004, el gobierno español eliminó las barreras económicas para la conexión de las energías renovables a la red eléctrica.

Las células solares fotovoltaicas se han construido en España, en los últimos años, algunas de las mayores centrales fotovoltaicas del mundo. En enero de 2009, las mayores plantas fotovoltaicas en España son el Parque Fotovoltaico Olmedilla de Alarcón (60 MW), Planta Solar Arnedo (30 MW), Parque Solar Mérida/Don Álvaro (30 MW), Planta Solar La Magasca y La Magasquilla (30 MW), Planta solar fuente Álamo (26 MW), Planta fotovoltaica de Lucainena de las Torres (23,2 MW), Parque Fotovoltaico Abertura Solar (23,1 MW), Parque Solar Hoya de Los Vicentes (23 MW), Huerta Solar Almaraz (22,1 MW) y Parque solar Calveron (21 MW).

En marzo de 2007, fue inaugurada en Europa la primera planta de energía solar térmica cerca de Sevilla. La planta de 11 MW conocida como PS10, produce electricidad mediante 634 helióstatos<sup>23</sup>. PS10 es la primera de una serie de plantas de energía solar que serán construidas en la misma zona con una potencia total de más de 300 MW. Esta potencia será generada mediante el uso de diversas tecnologías. La segunda de estas plantas, la PS20, con capacidad para producir 20 MW mediante más de 1.200 helióstatos del mismo tamaño que los de PS10, que concentran la luz solar en un receptor colocado en una torre de 165m de altura, concluyó sus

---

<sup>23</sup> Helióstato: Instrumento geodésico provisto de un espejo que permite reflejar los rayos del Sol en una dirección fija siguiendo su movimiento diario: el helióstato permite recoger la máxima energía solar.

pruebas satisfactoriamente, y comenzó su explotación comercial a finales de abril de 2009, mientras junto a estas dos centrales, continúan las obras de las centrales Solnova 1, Solnova 3 y Solnova 4 de 50 MW cada una con tecnología de colectores solares cilindroparabólicos.

Dos plantas de 50 MW Andasol 1 y Andasol 2 serán construidas en la región de Andalucía mediante la promoción conjunta de ACS Cobra y Sola Millennium group. Cada uno de ellas poseerá 510.120 m<sup>2</sup> de colectores solares cilindroparabólicos y 6 horas de almacenamiento de energía térmica. Las centrales Andasol serán las primeras en Europa de su tipo. Cada una de ellas generara la energía necesaria para 200.000 personas y serán las más grandes del mundo por superficie colectora. La primera de las dos plantas entrará en funcionamiento próximamente.

La central Solar Tres, de 15 MW, usará un silo de sales fundidas para poder almacenar energía térmica durante un máximo de 16 horas y así poder suministrar energía a cualquier hora del día.

Las centrales térmicas solares son ideales para zonas como España, que requieren una gran energía para la refrigeración justo durante los picos de producción de este tipo de centrales eléctricas.

Las nuevas normas de construcción de vivienda nueva en España obligan a la instalación de calentadores solares en todas las viviendas unifamiliares privadas nuevas o reformadas, y placas fotovoltaicas en todas las viviendas comerciales para reducir parte de los consumos energéticos de las mismas. La ley también refleja la importancia del aislamiento de la vivienda y el uso de la luz del día.

### Novedades

- Huertos solares, cubiertas solares y plantas solares fotovoltaicas.

Los huertos, las cubiertas solares son agrupaciones de módulos solares. Éstas plantas solares fotovoltaicas están formadas por grupos de inversores independientes que se asocian para compartir gastos comunes en las huertas solares haciendo que la rentabilidad sea superior al compartir gastos como la seguridad perimetral, el mantenimiento, los inversores de energía, de la planta solar fotovoltaica.

Los elementos comunes en un huerto solar son en primer lugar los paneles solares estos pueden ser fijos, pero en la actualidad se están imponiendo en las plantas solares los paneles con rotores giratorios que siguen el movimiento de sol, aumentando así su capacidad de captación de radiación solar, el aumento proporcionado por el rotor sobre un panel solar fijo es de un 35 %. La vida media de un panel solar no está bien determinada hay en la actualidad plantas solares fotovoltaicas con paneles solares que sobrepasan los 30 años de edad, según las empresas fabricantes los paneles solares instalados en las huertas solares pueden sobrepasar hoy en día los 40 años de uso.

Algunos fabricantes de paneles solares garantizan que la producción de energía no bajará del 80 % durante los primeros 25 años de vida, en caso contrario cambiarían los paneles.

Según el real decreto 436 del 2004 las compañías eléctrica están obligadas a comprar la energía solar fotovoltaica generada por las huertas solares. Esto se formaliza mediante un contrato de 25 de años, durante este tiempo la

compañía esta obligada a comprar la energía producida a un 575 % de la tarifa media de referencia, una vez finalizado este plazo de tiempo de 25 años, se puede realizar una ampliación de tiempo de unos 7 años con un precio de compra de 460 % sobre la TMR (Tarifa Media de Referencia).

De esta forma los huertos solares se convierte en una formula de inversión muy rentable y beneficiosa, beneficia al medio ambiente, beneficia a los inversores y a la sociedad en general. El coste medio de una inversión individual es de unos 49.000 € está inversión inicial es amortizada entre los primeros 8 o 10 años.

Crear un huerto solar aislado, con una capacidad de 100kw hora, es poco rentable. El beneficio se irá en gastos de mantenimiento y seguridad (paneles solares en medio del campo, sin vigilancia, son un objetivo para un robo). Por eso, lo que el inversor compra es una participación de un gran parque promovido frecuentemente por una gran empresa.

Otras ventajas de la inversión son una devolución integral del IVA de la inhalación, esto es aplicable tanto a las personas físicas como a las fiscales y una desgravación fiscal del 10 % por inversión en medio ambiente. Además de esto el IDAE proporciona unas subvenciones a fondo perdido que oscilan entre el 15 y el 20 % de la inversión, además de unos créditos blandos ofrecidos por el ICO (Instituto de Crédito Fiscal) con un interés 2 puntos inferior al interés bancario, aunque debido a la numerosas solicitudes recibidas para estas subvenciones y la falta de fondos para hacer frente a estas, la recepción de las mismas hacen que se retrase bastante el recibirlas.

Los principales inconvenientes que tienen actualmente los huertos solares son en primer lugar la dificultad a la hora de adquirir paneles solares para

planta solar fotovoltaica, la fuerte demanda generada en torno a estos elementos a hecho que el mercado en algunas ocasiones haya estado desabastecido y haya sido necesario la importación desde otros países como por ejemplo Japón principal proveedor de paneles solares del mundo.

Como medida paliativa en España se ha optado por la creación de una fábrica de paneles solares en Cádiz por parte de Endesa e Isofoton productores nacionales de paneles solares. Otro aspecto es en relación al precio del suelo con el que los promotores pueden intentar especular, alzando los precios de las superficies más idóneas para la producción de energía solar.

Parece que los Huertos solares son actualmente la nueva moda de inversión en el mundo empresarial, muchas empresas y pequeños inversores se lanzan a realizar dichas inversiones, pensando en sus beneficios económicos y en la mejora del medio ambiente. Actualmente también en auge la energía eólica y biomasa. Se espera que en España a finales del año 2010 un 10 % del consumo energético este aportado por energías renovables, especialmente por las huertas solares.

### 2.3. CHINA.

En China la mayoría de las viviendas tienen instalados paneles solares en el tejado. No proporcionan electricidad, sino que son para calentar el agua. Esta tecnología, sencilla y de bajo costo, comenzó a aplicarse en las zonas rurales más pobres, y ahora se ha extendido a los centros urbanos. Se estima que son ya 30 millones las viviendas que utilizan la energía solar, lo que representa alrededor del 60% de la capacidad solar instalada en el mundo. En China, adquirir un calentador solar es muy barato, debido al bajo

precio de los materiales con los que se construyen y también de la mano de obra.

### Novedades

- China prepara el mayor proyecto mundial de energía solar<sup>24</sup>.

La compañía First Solar anunció la firma de un importante acuerdo con China, para la construcción de una planta de energía solar de 2.000 MW y que se construirá en la ciudad de Ordos (Mongolia interior).

Para cuando el proyecto se encuentre finalizado (2019), China tendrá la mayor planta de energía solar del mundo en términos de la cantidad de MW que puede generar. Por ejemplo, el Ejército de los Estados Unidos se encuentra construyendo una granja solar de 500 MW en el desierto de Mojave.

El proyecto contempla la construcción inicial de una granja de 30 MW de potencia, en Junio de 2010. La segunda y la tercera fase -de 100 y 870 MW respectivamente- deberían estar finalizadas en el año 2014. La última fase contempla una instalación capaz de generar 1.000 MW y debería estar finalizada en el año 2019 (se espera que la totalidad de los paneles solares cubran una superficie de 65 kilómetros cuadrados).

---

<sup>24</sup> Publicado el 12-9-2009, por ZOO TV, Wayne National Forest.

## 2.4. DINAMARCA.

### Novedades

- Experimento en Dinamarca sobre energía solar en climas inestables<sup>25</sup>.

Una de las primeras centrales de energía solar en inestables condiciones meteorológicas va a ser experimentada en Dinamarca.

Según expertos del Mercado Común, la energía solar debe probarse también en zonas con clima inestable, y esta es la razón de la elección de Dinamarca para el proyecto. Los experimentos de las centrales solares se iniciaron en el sur de Europa, bajo los auspicios de la CEE, la cual ha introducido en su último plan cuatrienal proyectos similares para el norte del continente.

Según los planes previstos, las células solares producirán 200 kilovatios, y los paneles de la central tendrán una extensión de 4.000 kilómetros cuadrados.

Como lugar de instalación se elegirá probablemente una de las islas del estrecho de Kattegat, debido a que su población aumenta en verano, coincidiendo con la existencia de más horas de sol, mientras que en invierno permanecen en ellas sólo sus residentes habituales.

---

<sup>25</sup> Publicado en Diario El País el 22/11/2009

## 2.5. OTROS PAÍSES.

### Novedades

- Energía solar a gran escala mediante un colector espacial en órbita

Lejos de los clásicos paneles solares que podemos encontrar en los techos de muchas viviendas, la Agencia Espacial Japonesa junto a Mitsubishi Electric Corp. e IHI Corp se han embarcado en un proyecto de envergadura para la obtención de energía solar a gran escala.

El proyecto consiste en un colector solar que estará en órbita y conseguirá una gran cantidad de energía. Una vez que la energía ha sido recolectada un generador la transformaría en electricidad para ser enviada a la Tierra.

La estación solar de 1 giga watt se ocuparía de recolectar la energía mediante unos paneles solares gigantes que sumarían 4 kilómetros cuadrados y el proyecto supone una inversión de 21 billones de dólares.

Debido al difícil desafío que esta idea supone, se estima que recién en tres décadas el colector solar podría entrar en funcionamiento.

## **CAPÍTULO VII. ENERGÍA SOLAR EN URUGUAY.**

### **VII.1. PANORAMA GENERAL.**

Los combustibles, si bien durante un tiempo prolongado se mantendrán estables, el uso de los mismos comenzará a decrecer debido a su agotamiento. La energía hidráulica seguirá los mismos pasos de los combustibles ya que el caudal de los ríos no será suficiente para la generación de energía. Por otro lado la energía eólica tendrá un gran y rápido crecimiento pero llegará un momento en el cual no será suficiente el espacio físico donde se pueda explotar (teniendo en cuenta que los aerogeneradores deben instalarse en superficies con suficiente altura o cercanas al mar, como ser sierras). Por último, la energía solar mostrará un gran crecimiento y luego se disparará su uso, siendo la energía que tiene menos contraindicaciones.

En Uruguay la radiación solar recibida en un plano horizontal varía entre 4.0 Kwh./m<sup>2</sup> por día en el sur a 4.6 Kwh./m<sup>2</sup> por día en el norte, lo cual constituye una radiación comparativamente superior a la de muchos países en los cuales la energía solar térmica es ampliamente utilizada.

### **VII.2. BARRERAS PARA EL DESARROLLO DE LA ENERGÍA SOLAR EN URUGUAY.**

Si bien en Uruguay el mercado de la energía solar no se encuentra desarrollado como en otros países del mundo, se prevé que el mismo crecerá debido al rol directriz del Estado, el cual promueve la eficiencia energética y plantea la diversificación de la matriz energética.

Las líneas de acción que se establecieron para estos objetivos son:

1. Construcción de al menos dos granjas piloto de energía solar fotovoltaica.
2. El desarrollo de micro-emprendimientos (residencial y PYMES) en base a mini molinos eólicos de baja potencia y paneles solares térmicos para calentar agua.

Si bien estos son los objetivos del Estado, existen barreras para el desarrollo del mercado, las cuales el Gobierno intenta debilitar mediante distintos mecanismos:

a) Capacitación

Dado que es una tecnología reciente en el Uruguay hay pocas personas capacitadas en el tema, es por eso que el Gobierno y otros organismos están implementando algunos cursos.

Como por ejemplo, la Facultad de Arquitectura de la UDELAR, la Universidad ORT, Facultad de Ingeniería de la UDELAR, Centro de Estudios Uruguayo de Tecnologías apropiadas, LSQA (resultado de la asociación del Laboratorio Tecnológico de Uruguay y Quality Austria) brindan cursos orientados a productores, importadores e instaladores de equipos, para la instalación y el diseño de las instalaciones solares.

Los temas principales de dichos cursos son: la radiación solar, técnicas de conversión de la energía solar, distintos tipos de energía solar (térmica y fotovoltaica), diseño de sistemas solares, mantenimiento de los mismos, entre otros.

b) Inversión Inicial

Consideramos que a diferencia de las tecnologías tradicionales, las inversiones iniciales en energía solar es elevada por ser comparativamente superior al monto mensual que pagaría un hogar en energía eléctrica tradicional y poder ser recuperada, en promedio, a partir del segundo año.

Dicha barrera se ve debilitada ya que existen organismos que incentivan y ofrecen beneficios para dicha inversión, entre ellos:

- i. Banco de la República Oriental del Uruguay: Brinda financiación y créditos.

El Banco hasta febrero del 2010 tuvo una instancia de recepción de solicitudes para el financiamiento de proyectos de inversión de los sectores de la industria, el comercio y la prestación de servicios, en condiciones favorables en cuanto a tasas y plazos para su amortización. Las propuestas se evaluaron en función de su viabilidad económico-financiera y de otros parámetros que fomenten el desarrollo económico y la competitividad nacional, entre ellos la producción más limpia. Dicho organismo considera que los proyectos que tienen como objetivo la eficiencia energética son mecanismos de Producción Limpia, a los cuales les brinda préstamos de hasta el 70% de la inversión, con un plazo de pago de 36 meses y con 6 meses de gracia para el pago del capital.

- ii. Sistema Nacional de Garantías: Brinda garantías para préstamos.

El SiGa respalda préstamos destinados a capital de trabajo o inversión, que solicite una micro, pequeña y mediana empresa de

cualquier sector de la actividad de la economía, mediante el otorgamiento de garantías.

Podrán acceder al mismo, empresas que cumplan con determinados requisitos:

Empresas unipersonales, sociedades civiles, sociedades de hecho y personas jurídicas en general; que estén debidamente formalizadas; que cuenten con capacidad de pago suficiente para el cumplimiento de sus obligaciones y viabilidad en los negocios para los cuales requiere financiamiento. En el caso de estar operando en el sistema financiero deben encontrarse con operaciones vigentes al momento de la solicitud.

- iii. Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo: Brinda financiamiento para proyectos.

La ANNI ha instrumentado un fondo sectorial de energía en conjunto con ANCAP, UTE y la Dirección Nacional de Energía. Dicho fondo está dedicado a la promoción de las actividades de investigación, desarrollo e investigación en el área de energía, a través de la financiación de proyectos y será manejado a través de convocatorias concursales.

Al menos un 90% de los recursos del fondo se deben utilizar para financiar proyectos que refieran a los siguientes temas:

- Fuentes de energía (incluida la energía solar)
- Planificación energética
- Eficiencia energética
- Aspectos ambientales vinculados al uso y Producción de energía
- Comercialización, distribución y logística en UTE

En el 2008, ANNI suscribió un acuerdo con el BROU y Bandes Uruguay, en el cual estas instituciones facilitarán el financiamiento a

proyectos de investigación e innovación y producción limpia, mientras la ANNI será responsable de analizar la viabilidad de las propuestas y realizar el seguimiento de los distintos proyectos.

- iv. Unidad de Apoyo al Sector Privado: Brinda asesoramiento para proyectos de inversión.

Esta unidad brinda información necesaria para el desarrollo de un proyecto de inversión, asesora sobre los beneficios que el Estado brinda para estimular la implementación de un proyecto, promueve la inversión estudiando e investigando el mercado, asesora al Ministerio de Economía y Finanzas respecto a inversiones y competitividad en nuestro país, brinda información y asesoramiento sobre las nuevas exoneraciones tributarias a las que puede acceder una inversión, así como sobre el resto de los programas que el Estado ofrece en esta materia.

- v. Fideicomiso de Eficiencia Energética:

Se trata de un fondo de garantías, administrado por la Corporación Nacional de Desarrollo, creado para alentar a las empresas y otros usuarios de energía para que desarrollen proyectos de eficiencia energética. Los fondos provienen de la donación recibida por el Ministerio de Industria, Energía y Minería, del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) a través del Banco Mundial.

Pueden acceder usuarios interesados en identificar y desarrollar proyectos de mejora en Eficiencia Energética en sus instalaciones. Para ser considerados de Eficiencia Energética deberán cumplir con la

relación costo-beneficio inferior a 1. La cual a continuación detallamos:<sup>26</sup>

Relación costo – beneficio:  $INV/CEE < 1$

Siendo:

INV: el costo del proyecto, que corresponde al costo total anualizado del proyecto de inversión, incluyendo materiales, equipos y mano de obra.

CEE: el costo anualizado de la energía evitada.

El costo anualizado de la energía evitada será calculado de la siguiente manera:

$$CEE = \sum FF_j / (1+i)^j$$

Siendo:

$$FF_j = \sum E_k \times tek$$

Con:

FF<sub>j</sub>: Costo de todas las energías evitadas en el periodo j

i: tasa de descuento utilizada.

ek: cantidad de energía k evitada en el periodo j medida en unidades energéticas (ejemplo: Kwh.)

tek: tarifa media de la energía k ahorrada de acuerdo a los precios medios publicados en Dirección Nacional de Energía

### c) Promoción

---

<sup>26</sup> Extraído de la página de Eficiencia Energética: [www.eficienciaenergetica.gub.uy](http://www.eficienciaenergetica.gub.uy)

Con esto nos referimos al conocimiento de la población sobre la existencia y ventajas que implica el uso de la energía solar.

Por los datos que pudimos observar hay muy poco conocimiento sobre el tema, ya sea la utilidad, el ahorro que genera, los beneficios que se otorgan para promover su uso, el impacto en el medio ambiente, etc.

Uno de los mecanismos que intenta superar esto es la promoción que se fomenta a través de la Ley de Promoción de Energía Solar N° 18.585 del 18 de setiembre de 2009.

### **VII.3. MARCO NORMATIVO.**

#### **3.1. LEGAL.**

La normativa relacionada con la energía solar en Uruguay se basa principalmente en la reciente promulgación de la Ley de Energía Solar Térmica N° 18.585, la cual declara de interés nacional la investigación, el desarrollo y la formación en el uso de la energía solar térmica; facultando al Poder Ejecutivo a conceder las exoneración previstas en la Ley N° 16.906 (Ley de Promoción de Inversiones), para la fabricación, implementación y utilización efectiva de la misma.

Dicha Ley, como forma de promover la utilización de energías renovables, impone que a partir del 1° de marzo de 2010, toda construcción en centros de salud, hoteles y clubes deportivos en los que se prevea la utilización de agua caliente deberá contar con paneles solares para el calentamiento de al menos en 20% del agua caliente que se prevea utilizar. A partir del 1° de octubre de 2011 esta exigencia se elevará al 50%.

Actualmente la Ley N° 18.585 se encuentra en la etapa de reglamentación, se cuenta con un periodo de seis meses a partir de promulgada para que se reglamente y luego se pondrá en práctica.

Adicionalmente esta ley se encuentra en sintonía con uno de los lineamientos estratégicos en el área de energía a nivel nacional desarrollados por el Poder Ejecutivo: la diversificación de la matriz energética, con el objetivo de reducir la dependencia del petróleo ampliando la participación de fuentes autóctonas y de las fuentes renovables no tradicionales.

Por otro lado también podemos encontrar a través del Decreto 150/007 beneficios fiscales para el sector agropecuario cuando realice inversiones en instalaciones para energía y paneles solares.

#### Beneficios fiscales para la inversión en energía solar

- i. Ley 18.585 del 18 de setiembre de 2009 (VER ANEXO A).

Como sucede con la energía eólica, el costo de la energía solar se compone principalmente de la inversión en equipamiento. Para ello, todas las medidas que logren abaratar el costo de esta inversión inciden directamente en el fomento de la utilización de esta fuente de energía.

Teniendo en cuenta lo anterior, la ley de energía solar 18.585 faculta al Poder Ejecutivo a devolver total o parcialmente el IVA, el IMESI y los impuestos aduaneros a las empresas que fabriquen o importen

paneles solares. En el caso de la importación se debe probar que los bienes importados no son competitivos con la industria nacional.

De adoptarse por el Poder Ejecutivo, la medida constituiría un incentivo para la instalación de fabricantes de equipos que aporten tecnología e incorporen mano de obra y componentes nacionales, por lo cual contribuirá con el aumento de empleo en Uruguay.

En esto, Uruguay comenzaría a igualarse con muchos países que promueven la utilización de energía solar devolviendo parte del precio de los equipos en exoneraciones de impuestos. Tal es el caso de Estados Unidos, que otorga a los particulares que utilizan energía solar para el calentamiento de agua en sus hogares, reintegros y créditos impositivos que pueden alcanzar el 30% del costo del equipamiento; o como ser en España donde el Gobierno, por medio del Real Decreto 436/2004, garantiza a los titulares de instalaciones en régimen espacial (encontrándose dentro de este régimen especial, instalaciones que utilicen como energía primaria la energía solar, dividiéndose en dos subgrupos: instalaciones que únicamente utilicen como energía primaria la energía solar fotovoltaica e instalaciones que utilicen como energía primaria para la generación eléctrica la solar térmica) una retribución razonable para sus inversiones y a los consumidores eléctricos una asignación también razonable de los costos imputables al sistema eléctrico.

En Israel existe una ley que exige que toda nueva vivienda que se construye incorpore su respectivo sistema de climatización solar de agua, siendo esto un ejemplo a seguir para lograr un significativo ahorro energético nacional y económico particular.

ii. Decreto 4448/09 del 3 de agosto de 2009 (VER ANEXO B).

A través de dicho Decreto y con el objetivo de atraer inversiones, el Poder Ejecutivo resolvió exonerar de Impuesto a la Renta a:

- Generación de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables no tradicionales (energía hidráulica de pequeño porte, energía eólica, energía solar térmica y fotovoltaica, energía geotérmica, energía mareomotriz energía undimotriz y distintas fuentes de biomasa utilizada de manera sustentable) o a través de cogeneración (energía eléctrica y otro tipo de energía)
- Producción de energéticos provenientes de fuentes renovables.
- Transformación de energía solar en energía térmica.
- Conversión de equipos destinados al uso eficiente de la energía.
- Fabricación nacional de maquinarias y equipos con destino a la generación de energía (aquellos que en su estructura de costos incorporen al menos 35% de participación nacional).

A efectos de obtener la exoneración (de hasta el 90% de su renta fiscal) las empresas que desarrollen estas actividades deben obtener la aprobación de la Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear y efectuar un trámite sencillo ante la COMAP (Comisión de Aplicación de la Ley de Inversiones). Si optan por esta exoneración, no podrán acogerse a otros regímenes de exenciones fiscales. Como contrapartida, la energía generada debe ser vendida a UTE que, como seguro para los inversores, se compromete a comprar toda la energía generada.

iii. Decreto 150/007 del 26 de abril de 2007 (VER ANEXO C).

El IRAE grava la totalidad de las rentas agropecuarias, incluyendo las actividades de pastoreo, arrendamiento, aparcería, servicios, la enajenación de bienes de activo fijo afectados a la explotación, incluyendo la venta de inmuebles rurales.

La tasa aplicable será de un 25% y será obligatorio para las empresas que cumplan con cualquiera de las siguientes condiciones:

- Sociedades anónimas y en Comandita por Acciones.
- Las empresas con más de 1250 ha. CONEAT 100 en el ejercicio 2009/10
- Ventas netas superiores a los 2 millones de unidades indexadas equivalentes a 136 mil dólares.

Las empresas que no estén comprendidas dentro de estas categorías, mantendrán la opción de tributar IRAE o IMEBA.

El IRAE tiene como ventaja, para quienes lo tributan, que es un impuesto que grava la renta real, en el cual existen mecanismos para incentivar inversiones, así es que en el capítulo VI, sección I – exoneración por inversiones, establece que los contribuyentes del IRAE podrán exonerar hasta un máximo del 40% de las rentas invertidas en la adquisición de instalaciones para la distribución de energía eléctrica dentro del establecimiento y paneles solares para las mejoras en el sector agropecuario, siempre y cuando las rentas que se exoneren no superen el 40% de las rentas netas fiscal. Así nos encontramos frente a un beneficio para la inversión en energía solar

ya que la inversión se deduce en un 140% durante el periodo de amortización.

### 3.2. TÉCNICO.

#### Normas UNIT –Instituto Uruguayo de Normas Técnicas.

Las normas UNIT-ISO 9000 son normas internacionales, las cuales han sido avaladas y adoptadas por más de 130 países que integran la ISO (International Organization for Standardization), sobre calidad y gestión continua de calidad.

En relación con la eficiencia energética en colectores solares podemos encontrar las siguientes normas UNIT-ISO:

9806 – 1: 1994 (Adoptada en octubre 2008): Métodos de ensayo para colectores solares. Parte 1: Desempeño térmico de colectores con vidrio de calentamiento líquido considerado caída de presión.

9806-2: 1995 (Adoptada en noviembre 2008): Métodos de ensayos para colectores solares. Parte 2: Procedimientos de ensayo de calificación.

9806-3: 1995 (Adoptada en diciembre 2008): Métodos de ensayo para colectores solares. Parte 3: Desempeño térmico de colectores sin vidrio de calentamiento líquido considerando caída de presión (solamente transferencia de calor sensible)

705: 2009- (Aprobada en mayo 2009): Sistemas solares térmicos y componentes- Colectores solares Parte 1 Requisitos generales.

#### **VII.4. CASOS EXITOSOS EN URUGUAY.**

Actualmente el uso de la energía solar en Uruguay se está expandiendo, y podemos observar, en comparación con años atrás, que cada vez hay más paneles solares instalados ya sea en hogares, hoteles, clubes, empresas, industrias, etc.

Algunos de estos lugares son:

##### **4.1. PARQUE DE VACACIONES DE UTE-ANTEL.**

El 27 de enero de 2006, el Parque de Vacaciones de UTE – ANTEL inició un plan de gestión energética que involucra: cambios a nivel de tecnología que utiliza la energía y en los hábitos de consumo por parte del personal y de los pasajeros del complejo, a través de campañas de comunicación y también de concientización del uso de la energía eléctrica.

Este plan tiene como objetivo reducir costos operativos con mínima inversión, sin alterar la calidad de servicio y minimizando el impacto ambiental.

Se trabajó en varias líneas de acción (reducción consumo de energéticos, racionalización operativa, sustitución de energéticos tradicionales, etc.).

En las piscinas termales se detectó una oportunidad de mejora, que dio origen a esta obra.

A niveles de cambios tecnológicos, el Parque de Vacaciones de UTE-ANTEL fue uno de los pioneros del sector en la incorporación de energía solar térmica en el calentamiento de agua para sus piscinas y brinda a los

pasajeros del complejo recomendaciones de uso de las distintas instalaciones para evitar el consumo innecesario. El plan de gestión energética ha logrado ahorros que superan los 200 mil dólares y que representan aproximadamente un ahorro del 7%.

La incorporación de la energía solar térmica permitió sustituir parcialmente el uso de energía eléctrica, lo que significa en promedio un ahorro anual previsto entre un 15 y 20% respecto a la línea de base de 2005 (74.000 Kwh.). Esto representa una sustitución del 75% de la energía eléctrica empleada en calentamiento del agua de la piscina.

Los fundamentos básicos para esta investigación fueron los siguientes:

Estudio del mercado: Se trata de un uso en fase de expansión (hoteles, estancias turísticas, viviendas particulares).

Justificación de la inversión: Es un uso que requiere de cantidades importantes de energía para lograr climatizar, independientemente del origen de ésta.

Carácter no firme de la energía solar: es necesario un respaldo de energía convencional para satisfacer la prestación.

Aspectos tecnológicos: Se trata del uso en que la participación de la energía solar está bien resuelta técnicamente.

Las posibilidades tecnológicas consideradas fueron las siguientes:

- Climatización con paneles solares y apoyo de energía convencional (eléctrica o combustibles).
- Utilización de los paneles como fuente caliente de un sistema bomba de calor.

Las oportunidades de mejora que vieron en la climatización de piscinas fueron las siguientes:

- La piscina es el acumulador de energía.
- Tiene un horario de funcionamiento continuo durante el día.
- Es compatible con energía eléctrica de apoyo funcionando en la noche.
- Tiene medición del consumo de energía eléctrica individualizado, lo cual permite realizar evaluaciones sobre el ahorro comparando consumos antes y después de instalar los paneles solares.

El sistema se aplicó a piscinas existentes con las siguientes características:

- 2 piscinas interiores (local cerrado).
- Superficie 40 m<sup>2</sup> cada una
- Cada piscina tiene un circuito independiente (bomba circulación, filtro y resistencia de calentamiento de agua).
- Temperatura agua 37°C
- Temperatura aire 27°C
- Calentamiento de agua mediante resistencia eléctrica de 30 Kw.
- Horario de uso 9 a 21hs. todo el año

- Horario fuera de uso se cubren con manta aislante (esta manta aislante permite reducir pérdidas de 1°C cada 10 horas con manta y sin cubrir 1°C cada 6 horas, es la principal medida de eficiencia energética manteniendo la misma fuente energética para climatizar).
- Consumo anual para calentamiento de agua 109.000 Kwh.

El sistema instalado tiene las siguientes características:

- Calentamiento de agua mediante paneles solares térmicos del tipo plano, baja temperatura.
- Paneles: tubo de cobre, placa de aluminio, bandeja de aluminio, aislamiento térmico en fondo y bordes, cubierta en vidrio.
- Los paneles están instalados en módulos en paralelo. Cada módulo consta de 4 o 5 paneles inclinados 30° respecto a la horizontal y orientados al Norte.
- Superficie total de paneles: 90 m<sup>2</sup>.
- Instalación común a las 2 piscinas.
- Transferencia al circuito hidráulico de piscinas mediante intercambiador agua-agua
- Control de temperatura de agua mediante termostato diferencial.

Los resultados fueron:

- El ahorro anual se evalúa al precio medio de la tarifa eléctrica correspondiente (Mediano consumidor en Baja Tensión).
- El período de retorno es de 3.5 años.

	<b>2006</b>	<b>2007</b>
<b>Energía ahorrada (Kwh.)</b>	83.420	64.902
<b>Egresos evitados (USD)</b>	8.077	6.936

Notas:

1. En el año 2007 la instalación solar no funcionó durante 14 semanas
2. En el 2006 no hubo registro de consumos durante 9 semanas.

#### 4.2. COOPERATIVA ASISTENCIAL MÉDICA DEL ESTE DE COLONIA.

La mutualista Camec de Colonia utiliza energías renovables con una de las mayores instalaciones de colectores solares. La instalación consta de 48 colectores térmicos ocupando 150 m<sup>2</sup>.

Cuando el calor generado de esta forma no es suficiente, se recurre a un sistema complementario, que funcionaba con fuel oil, siendo esta su forma de abastecimiento anterior.

Según datos aportados por el arquitecto responsable del proyecto, la mutualista ahorró en enero de 2009 un 89,50% del fuel oil que utilizaba antes de su instalación, y un 88,70% en febrero.

En la mutualista se consumían un promedio de 100 litros de fuel oil por día, para calentar 5.000 litros de agua a 60°C. La caldera y las cañerías eran viejas, y se perdía gran parte de la energía por un inadecuado aislamiento.

Se propusieron dos soluciones: mejorar la instalación a fuel oil o cambiarse a la energía solar.

En total, la inversión fue de US\$ 30.000, más el estudio de viabilidad. El ahorro anual previsto es de unos 24.870 litros de fuel oil y 7.515 Kwh. de electricidad por año. Esto implica unos US\$ 17.460 anuales, por lo que se prevé que en dos años la inversión esté completamente amortizada, mientras que las instalaciones tienen una perspectiva de duración de 25 años.

Además, con este sistema se evita la emisión de 78 toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), 150 Kg. de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y 50 Kg. de óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), gases producto de la quema del fuel oil y causantes de problemas medioambientales como el efecto invernadero.

#### 4.3. GRANJA SOLAR FOTOVOLTAICA EN SALTO GRANDE.

En el lado uruguayo de Salto Grande se construirá una granja fotovoltaica que comenzara a funcionar a finales del 2010 o principios del 2011. Se sabe que tendrá una capacidad de generación de 350 Kwh.

El gobierno japonés facilitará un crédito no reembolsable de hasta US\$ 8,2 millones para financiar la puesta en marcha de este proyecto.

El proyecto incluye la instalación de paneles y transformadores para la generación de energía solar en Uruguay con el fin de recortar las emisiones de CO<sub>2</sub> gracias a la reducción del uso de combustibles fósiles.

La iniciativa pretende además promover el uso y conocimiento relacionada con energías renovables entre la población uruguaya.

Este proyecto va a ser una nueva fuente de energía en una zona de mucha radiación, lo que va a permitir aprovechar de mejor manera esto y va a ser utilizado no solamente como laboratorio, sino la generación de energía que va a permitir no depender tanto del agua o combustible.

#### 4.4. CABO POLONIO.

El área costero-marina Cabo Polonio ingresó a fines de julio 2009 al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) de Uruguay bajo la categoría Parque Nacional.

Esta designación constituye un gran paso en la implementación del SNAP, dado que Cabo Polonio se transforma en la tercera área en ser incorporada al Sistema y la primera con características costero marinas que lo hace. Se logra luego de un intenso proceso en el que participaron todas las partes involucradas.

El proceso consistió en un espacio de diálogo entre las autoridades, la población local y otros interesados, sobre el ingreso de esta área al SNAP, tal como se prevé en la Ley de Áreas Protegidas (17.234), para que todos aquellos que pudieran verse afectados por la creación del área o tuvieran un interés particular, expresaran su opinión respecto de la propuesta.

En lo referente a la energía solar, Cabo Polonio, es uno de los balnearios uruguayos donde más se promociona el uso de la misma, por no contar con el servicio de corriente eléctrica convencional. Es así que ya varias casas están implementando esta tecnología para abastecerse de energía.

#### 4.5. PIRIÁPOLIS CIUDAD SOLAR.

La Mesa Solar, para la promoción de la energía solar en el Uruguay, ha lanzado la idea de convertir a la ciudad de Piriápolis en la primera Ciudad Solar del país.

El primer paso del proyecto será la construcción de un foco en la puerta de Asociación de Promoción Turística (APROTUR) que utilizará energía solar.

Un grupo de organizaciones proponen que Piriápolis se convierta en una ciudad ecológica, con iniciativas que respondan globalmente al cambio climático. Este proyecto incluye desde circuitos limpios al uso exclusivo de la energía solar.

La ciudad de Piriápolis podría transformarse en una ciudad ecológica que funcione básicamente con energía solar.

La transformación del balneario se prevé lenta, pero ya se han empezado a dar los primeros pasos. Algunos hoteles ya han instalado equipos de energía solar térmica; se está capacitando a técnicos y a arquitectos para instalar estos equipos.

Algunos de los motivos de llevar a cabo este proyecto en Piriápolis es que reúne muchas condiciones apropiadas y también tiene un elemento muy importante que es el turismo, porque en los últimos tiempos el turismo internacional está eligiendo destinos que respeten el medio ambiente, entonces, también Piriápolis se podía presentar a nivel internacional como “un punto verde”.

Y a su vez, la propuesta no ataca la identidad de Piriápolis, que es una ciudad tranquila y que no está tan invadida todavía por los grandes edificios; tiene un gran patrimonio verde; está de cara al mar; tiene sierras.

#### 4.6. PLAN PILOTO EN SUÁREZ, CANELONES.

Suárez, localidad de Canelones, puede convertirse en una de las primeras del país en tener alumbrado público a base de energía solar. Aún es un plan piloto, pero puede ser la solución para uno de los lugares más oscuros de Canelones.

El déficit en alumbrado es muy alto en la localidad de Suárez hay 104 focos y el 40% están apagados.

La idea de la energía solar nació por parte de una empresa local: Uruled. En la plaza Pons la Intendencia de Canelones instaló una columna en la que la empresa Uruled colocó ocho focos que integran la tecnología Led y la energía solar.

Los diodos Led son semiconductores de muy bajo consumo y de alta luminosidad; gracias a eso se puede hacer una alimentación a energía solar. Antes no se podía porque las lámparas consumían mucho. Con los Leds - creados luego de los paneles solares- se puede tener tres o cuatro días de autonomía con una batería. Con eso se puede prever oscuridades de tres o cuatro días por lluvia o tormenta.

Incluso las lámparas hechas con Leds pueden abastecerse con energía eléctrica, por lo que en el alumbrado público puede haber un sistema mixto: eléctrico y solar.

Con los Leds es posible ahorrar hasta un 90%, porque si se necesita más potencia se gasta un poco más, pero un 60 o 70% se puede ahorrar.

Lo que se hizo en Suárez fue cambiar las lámparas de 400W por estas que son de 10 y de 12W. El motivo por el cual se analizan otras alternativas de alumbrado público es porque el costo del mismo es elevado. En Canelones el costo es de aproximadamente \$ 10.000.000 mensuales. Donde una columna de alumbrado de sodio cuesta \$ 670 por mes y la de energía solar \$ 67 por mes.

Cada 15 días la intendencia mide la eficiencia de las Leds con energía solar frente a las lámparas comunes, ya que evaluarán su eficacia para ver la posibilidad de instalarlas en calles de Suárez y en otros puntos del departamento.

#### 4.7. OTROS.

Si bien hoy en día Uruguay no cuenta con datos taxativos de los lugares que utilizan paneles solares para el calentamiento de agua, algunos proveedores han publicado un listado con sus principales clientes:

- Supermercado Disco
- Hotel Regency Jacksonville
- Balmoral Plaza Hotel
- Club Nautilus
- Estancia turística El Renacimiento
- Fábrica Ricard
- Grupo Bimbo Uruguay
- Pinturerías INCA

- Administración Nacional de Combustible y Portland (ANCAP)  
Maldonado
- Estación de Servicio ESSO Salto

Por otro lado en 1992 UTE inicio una donación de equipos solares fotovoltaicos a escuelas públicas, destacamentos policiales y policlínicas del medio rural, las cuales se encontraban muy alejadas del medio de distribución.

Existieron también donaciones provenientes de particulares.

A la fecha de hoy se llegó a cubrir la totalidad de Escuelas Públicas Rurales y destacamentos policiales.

## **CAPÍTULO VIII. MERCADO NACIONAL.**

### **VIII.1. DEFINICIÓN DE MERCADO.**

En términos económicos, mercado es el escenario físico o virtual donde tiene lugar un conjunto regulado de transacciones e intercambios de bienes y servicios entre partes compradoras y partes vendedoras que implica un grado de competencia entre los participantes a partir del mecanismo de oferta y demanda.

Atendiendo al número de personas que participan en el mercado o nivel de competencia, se pueden clasificar en:

#### **Competencia Perfecta.**

Los mercados de competencia perfecta son aquellos en los que se asume que existen tantos vendedores como compradores de un mismo bien o servicio, que ninguno de ellos, actuando independientemente, puede influir sobre la determinación del precio y que éste a su vez, está dado y es fijado por las mismas fuerzas del mercado.

En un mercado de competencia perfecta la interacción recíproca de la oferta y la demanda determina el precio, existen muchos compradores y muchos vendedores, de forma que ningún comprador o vendedor individual ejerce influencia decisiva sobre el precio.

La oferta y la demanda del producto determina un precio de equilibrio, y a dicho precio las empresas deciden libremente que cantidad producir, aceptando el precio como un dato sobre el cual no puede influir.

En los mercados de competencia perfecta, las empresas que pretenden obtener mayores beneficios deben recurrir al máximo aprovechamiento de la tecnología. Por lo tanto, la búsqueda de mayores beneficios va asociada a la combinación más eficiente y rentable de los factores productivos y a la modernización de la tecnología.

En resumen los supuestos del modelo de competencia perfecta son los siguientes:

- Atomicidad: es decir gran cantidad de vendedores y compradores.
- Homogeneidad del producto o servicio: Las empresas ofrecen bienes estandarizados e idénticos.
- Transparencia: todos los participantes tienen pleno conocimiento de las condiciones generales en que opera el mercado.
- Movilidad de factores: Los factores que se utilizan para la producción pueden ser movidos a otras formas de producción.
- No existen barreras de entrada ni de salida.

### Competencia Imperfecta.

Los mercados de competencia imperfecta son todos aquellos en los cuales no se cumplen alguno de los supuestos de competencia perfecta expuestos anteriormente.

Los tres grandes mercados que integran esta categoría son: Monopolio, Competencia Monopolística y Oligopolio.

Características de cada uno:

- Monopolio:
  - Existencia de un solo vendedor en el mercado.
  - Existen barreras de entrada, es decir limitaciones legales, tecnológicas, naturales o de capital que se oponen al acceso de nuevas empresas o a una industria o sector determinado que les impide competir en el mercado.
  - No existe diferenciación del producto.
  
- Competencia Monopolística:
  - Muchos números de vendedores
  - No existen barreras de entrada
  - Si existe diferenciación del producto
  
- Oligopolio:
  - Pocos vendedores
  - Normalmente existen barreras de entrada
  - Quizá existe una diferenciación del producto

La diferencia fundamental con los mercados de competencia perfecta reside en la capacidad que tienen las empresas oferentes de controlar el precio. En estos mercados, el precio no se acepta como un dato, sino que los oferentes intervienen activamente en su determinación.

En general, puede afirmarse que cuanto más elevado resulte el número de participantes, más competitivo será el mercado.

## **VII.2. OFERTA.**

### **2.1. DEFINICIÓN DE OFERTA.**

En términos económicos, oferta es la cantidad de bienes o servicios que los productores están dispuestos a ofrecer a los potenciales consumidores, a diferentes precios y condiciones en un determinado momento.

La oferta estará determinada por los siguientes factores: el precio que ostente el producto en el mercado, los costos que tiene llevar a cabo la producción de ese producto, el tamaño del mercado al cual va dirigido especialmente ese producto, la disponibilidad de factores, la cantidad de competencia que se le presenta y la cantidad de bienes producidos.

### **2.2. ANÁLISIS DE LA OFERTA EN EL URUGUAY.**

Para conocer nuestro mercado nos basamos principalmente en entrevistar a distintos proveedores de colectores solares y así poder identificar los distintos factores que influyen en la oferta de energía solar.

El tipo de energía solar que se ofrece en el Uruguay es la energía solar térmica para el calentamiento de agua. El motivo principal por el cual no es utilizada la energía solar fotovoltaica es por su alto costo de inversión, que haría que su adquisición sea inaccesible para la población Uruguaya, además el voltaje que produce no es el que se utiliza en Uruguay, se necesitaría de un transformador o intercambiador de energía lo cual encarecería mucho más su adquisición. Por otro lado el Estado no se encuentra en condiciones de otorgar subvenciones para este tipo de tecnología como sucede en otros países, por ejemplo en España. A su vez

con la energía solar térmica se puede ahorrar una gran cantidad de energía en el calentamiento del agua, considerando que a esto se debe uno de los mayores gastos de energía en los hogares, así como también en clubes, hoteles u hospitales.

Bienes comercializados:

En plaza se comercializan básicamente cuatro grupos de equipos, dos de los cuales son producidos localmente y otros dos son importados:

- Equipos producidos localmente:
  - i. Colectores solares planos con superficie de absorción metálica y tubos de Cobre.
  - ii. Colectores solares planos con cámara de Policarbonato y tubos de Polietileno.

Costos de producción:

Por razones lógicas de competitividad no pudimos obtener información sobre los costos que tiene cada uno de los productores locales.

- Equipos importados:
  - i. Colectores solares con tubos de vacío.
  - ii. Colectores solares “Heat pipe”.
  - iii. Colectores solares planos con cámara de Polietileno

Si bien la mayoría de los equipos importados, instalados en la actualidad, son colectores solares con tubos de vacío, se está observando un aumento en las instalaciones de colectores solares heat pipe.

El origen de los equipos importados es fundamentalmente de China, siendo también Israel, Brasil e Italia otros países proveedores pero en una inferior cantidad.

Costos de importación:

- Valor del ICOTERM pactado.
  - Gravámenes y otros gastos de importación:
- ii. **Tasa global arancelaria (TGA):** esta compuesta por dos tributos: los recargos y el IMADUNI (impuesto aduanero único a la importación).

En el caso de tratarse de una importación de origen intra zona, es decir, originaria de países del MERCOSUR, la TGA es 0%.

En el caso de tratarse de una importación de origen extra zona, es decir, originaria de países fuera del MERCOSUR, la TGA es igual al Arancel Externo común es decir el impuesto que pagará la mercancía al ingresar al MERCOSUR por cualquiera de sus Estados Partes. Los Aranceles se ubican entre el 0% y el 20%.

iii. **Impuesto al valor agregado:**

El monto imponible será:

- Contribuyentes de IVA:  $VAD + TGA$
- No contribuyentes de IVA , a nombre propio y por cuenta ajena:  
 $(VAD + TGA) * 1.5$

Impuesto a pagar:

- Gravado a tasa básica:    Impuesto: 22%    Anticipo: 10%
- Gravado a tasa mínima:    Impuesto: 10%    Anticipo: 3%

**iii. Tasa de la Dirección Nacional de Aduana:**

- Por servicios extraordinarios:

VAD menor a USD 500	USD 0
VAD de USD 500 a USD 1.000	USD 12
VAD de USD 1.001 a USD 2.000	USD 30
VAD de USD 2.001 a USD 8.000	USD 48
VAD de USD 8.000 a USD 30.000	USD 108
VAD de USD 30.001 a USD 100.000	USD 240
VAD mayor a USD 100.000	USD 600

- Por servicios preferenciales: 0.2% máximo USD 50.

**iv. Tasa consular: 2% sobre valor CIF.**

**v. Guía de tránsito: \$ 126.**

**vi. Comisión y gastos del despachante de aduana.**

Precios:

Los precios promedio, que ofrece el mercado son los siguientes:

Colector solar de tubos al vacío simple:

- Calentadores de aprox. 150 lts. \$U 15.500, esto sirve para una casa familiar de 2 a 4 personas.
- Calentadores de aprox. 250 lts. \$U 24.000, esto sirve para una casa familiar de 5 a 7 personas.

Colector solar de tubos al vacío de flujo directo:

- Calentador de 168 litros \$ 19.800
- Calentador de 310 litros \$ 29.800

Colector solar heat pipe:

- Calentador \$ 29.900

Se recomienda que el tamaño ideal sea de acuerdo al número de personas, calculándose un uso diario de agua caliente por persona entre 40-50 litros (considerando el uso en baños y cocina).

Lo recomendable:

Calentadores de 115 lts para una casa familiar de 2 a 3 personas.

Calentadores de 150 lts para una casa familiar de 3 a 4 personas.

Calentadores de 200 lts para una casa familiar de 4 a 5 personas.

Calentadores de 250 lts para una casa familiar de 5 a 7 personas.

Proveedores:

Al analizar la oferta podemos identificar tanto actores en el área industrial como comercial, es decir que existen proveedores que fabrican los equipos y otros que los importan.

Actualmente en el mercado Uruguayo los proveedores de equipos solares que se conocen son aproximadamente diez, dos de los cuales se dedican a la fabricación e instalación de los mismos y los restantes ocho a la importación.

El tamaño de las empresas existentes en Uruguay se califican como Micro o Pequeñas empresas.

A continuación se expone el listado de los proveedores:

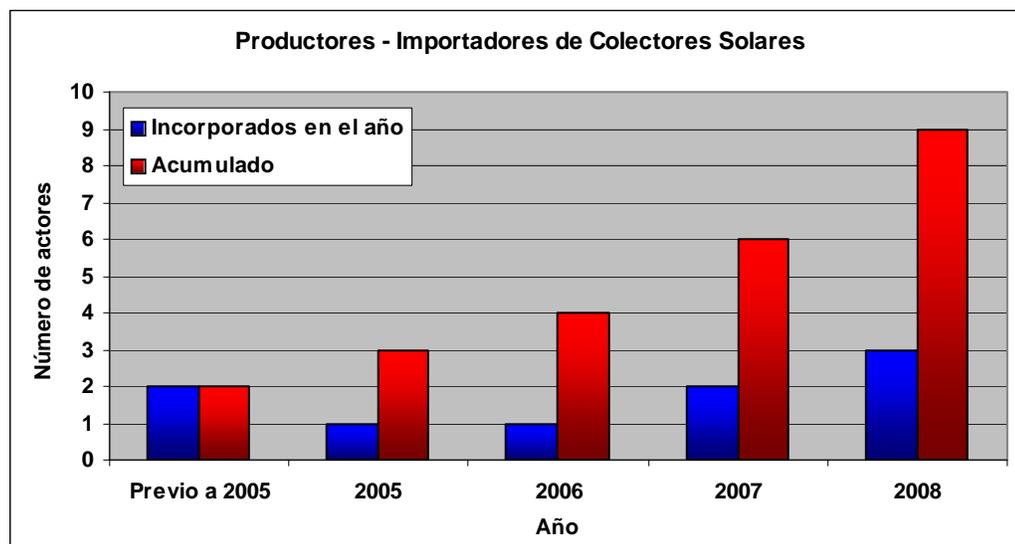
Productores locales:

- Ing. Julio Méndez.
- Tiempo SRL (Alejandro Baroni).

Importadores de equipos:

- Calor Sur
- Ciemsa
- Cir
- Coldry Solar
- Consol
- Ensol SRL
- H2Sol
- On Flow
- Tecnosolar S.A

La evolución de las empresas oferentes en el mercado de la energía solar en Uruguay, es la siguiente:



Con respecto a las autorizaciones para la venta de colectores solares, los proveedores no necesitan actualmente ningún permiso específico, pero quizás a partir de la ley comience a regularizarse para poder establecer por ejemplo, quienes pueden acceder a los beneficios tributarios. Es decir, que no se cuenta con un listado de proveedores habilitados. Con respecto a esto existen dos corrientes, la primera opina que la cantidad de proveedores competentes se regulará sola en el mercado y la segunda opina que habría que controlar que los proveedores que existan en el mercado cumplan con determinadas condiciones para evitar la desestimulación de los consumidores, por no contar con garantías suficientes o no recuperar realmente la inversión realizada en los colectores solares.

Por ejemplo, en Brasil mensualmente el Estado solicita a una lista de proveedores identificados y habilitados, las instalaciones que han realizado, y esto le permite realizar un monitoreo de la opinión de las personas sobre la conformidad o no del servicio que le prestaron.

### 2.3. POSIBLE EVOLUCIÓN DE LA OFERTA EN LOS PRÓXIMOS AÑOS.

Como mencionábamos en los párrafos anteriores son mayoría los proveedores que importan los equipos, pero la ley de energía solar térmica beneficia a la industria nacional, y podemos verlo en su artículo número 12, exonerando de Impuesto al Valor Agregado (IVA) e Impuesto Específico Interno (IMESI), a los colectores solares de fabricación nacional e importados no competitivos con la industria nacional así como los bienes y servicios nacionales e importados no competitivos con la industria nacional, necesarios para su fabricación. Por lo cual con el surgimiento de la ley se incentiva que los proveedores comiencen a cuestionarse comenzar a fabricar al menos, alguno de los insumos necesarios como por ejemplo los tanques que acumulan el agua caliente. Como consecuencia de esto, podrá aumentar el empleo ya que se necesitará de mano de obra para la fabricación de insumos nacionales.

Por otro lado los proveedores también se verán beneficiados por la ley, ya que hará obligatorio a clubes, hoteles y centros de asistencia de salud el uso de la energía solar, con un posible aumento en las ventas.

Se espera que la oferta de energía solar comience a crecer: por un lado por los beneficios fiscales que la ley otorga, y por otro lado dicha ley lleva implícito el aumento de la demanda la cual deberá ser satisfecha por los oferentes.

### **VIII.3. DEMANDA.**

#### **3.1. DEFINICIÓN DE DEMANDA.**

La demanda es definida como la cantidad y calidad de bienes y servicios que pueden ser adquiridos a los diferentes precios que propone el mercado por un consumidor o por un conjunto de consumidores en un momento determinado<sup>27</sup>.

Los factores que determinarán la demanda de un individuo son el precio del bien, el nivel de renta, los gustos personales, el precio de los bienes sustitutivos y el precio de los bienes complementarios.

#### **3.2. ANÁLISIS DE LA DEMANDA DE URUGUAY.**

Para poder conocer la demanda de energía solar en el mercado uruguayo procedimos a realizar encuestas a la mayoría de los clubes y hoteles de Montevideo con el objetivo de poder identificar a aquellos que contaban con dicha tecnología y así poder observar si existía mucha o poca demanda.

#### **Consumidores**

La tecnología solar puede ser adquirida por una amplia gama de consumidores:

- Industrias: Minera, Forestal, Agrónoma, etc

---

<sup>27</sup> Definición obtenida de el sitio web [www.definicionabc.com](http://www.definicionabc.com)

- Empresas: Restaurantes, Hoteles, Colegios, Clubes deportivos, centros de salud, etc
- Personas: Casas unifamiliares, condominios, edificios, parcelas, comunidades.

Si bien todos estos actores obtendrían beneficios por utilizar la energía solar, en nuestro estudio nos enfocaremos a los residenciales, clubes deportivos y hoteles debido a la importancia que les otorga la Ley 18.585 recientemente promulgada.

### Residenciales

Según el decreto 212/008 del 14 de abril del 2008 se recomienda a los residenciales adoptar las siguientes acciones, con el fin de contribuir con el Plan de Ahorro de Energía Eléctrica Nacional:

- Reducir la temperatura máxima de equipos de acondicionamiento térmico a no más de 20°C y de calefones a 50°C y reducir su tiempo de uso, en lo posible fuera del horario entre las 18 y 23 horas.
- Reducir la frecuencia y temperatura de uso de lavarropas, lavavajillas, secarropas, hornos eléctricos, estufas de resistencia, planchas, etc., utilizando dichos equipos a plena carga de trabajo.
- Incorporar acciones de racionalización de uso de agua, dado el efecto que esto tiene en el bombeo y otros consumos de electricidad asociados.
- En el caso de edificios de viviendas, se recomienda adoptar medidas similares para los servicios de uso común, así como considerar la instalación de dispositivos de corrección del factor de potencia.

El uso de la energía solar contribuiría a dichas peticiones ya que la energía solar térmica en los hogares podría usarse para el acondicionamiento de aire, calefacción, potabilización y calentamiento del agua, hornos solares, etc.

En las entrevistas realizadas a los distintos proveedores no nos pudieron brindar datos certeros sobre la cantidad de instalaciones en hogares en Uruguay. A pesar de esto todos coincidieron que la mayoría de sus clientes eran residencias.

A nuestro parecer la demanda de energía solar por parte de residencias crecerá en el mediano y largo plazo en la medida que se promocióne su utilización.

Suponemos que hogares de medianos y altos niveles económicos serán los primeros en utilizar este tipo de tecnología ya que se requiere, como mencionamos en el capítulo VII, de una importante inversión inicial.

Para poder mostrar, el desarrollo que tiene la energía solar a nivel residencial y que realmente es utilizada como fuente de energía en los hogares, procederemos a describir como es demanda de residencias en algunos países, ya que a nuestro entender es utilizada en demasía con respecto a Uruguay, principalmente por dos razones: el cuidado del medio ambiente y el ahorro que produce.

### Ejemplos de Instalaciones en residencias en otros países

#### **China**

Ha inaugurado en Dezhou, en la provincia de Shandong ,el edificio más grande del mundo dotado con energía solar, teniendo una superficie superior a los 75.000 metros cuadrados, fue inteligentemente diseñada para asemejarse a la morfología de un antiguo reloj de sol.

Gracias a su arquitectura de primer nivel en conjunto a una gran diversidad de tecnologías innovadoras, permitirán un ahorro considerable en el uso de electricidad. El edificio cuenta con un aislamiento avanzado en paredes y techos que ayudan a recortar un 30% su consumo de energía en comparación con la media nacional.

Asimismo en esta provincia el 90% de las viviendas funcionan con calefacción, agua caliente o aire acondicionado de origen solar.

También en la ciudad china de Rizhao, un 99% de sus habitantes utiliza energía solar para calentar el agua doméstica.

#### **Israel**

En éste país el 90% de los hogares cuentan con instalaciones que aprovechan la energía solar para climatizar el agua, lo cual supone que es el país con mayor tasa de energía solar térmica por habitante.

#### **República Dominicana**

Aproximadamente 400.000 hogares rurales en República Dominicana carecen de acceso a la red eléctrica. La demanda creciente de electricidad en todo el país, especialmente en las áreas rurales pobres, ha originado la

búsqueda de fuentes alternativas de energía. Gracias a un proyecto nacional, financiado por el gobierno nacional y el Programa de Pequeños Subsidios del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, más de 600 hogares rurales en 18 provincias están empleando energía solar para generar electricidad para televisores, radios y bombillas.

### **España**

El edificio Feygón III: Está ubicado en una de las zonas de mayor densidad demográfica del centro de Madrid, constituyendo un ejemplo de cómo la energía solar puede integrarse sin dificultad en el ambiente urbano.

Cuenta con una superficie de captación de 224 m<sup>2</sup>. Proporciona agua caliente sanitaria para el uso doméstico de las 50 viviendas del edificio.

Instalación solar térmica en Orcasitas: Se trata de un barrio de Madrid que consta de un sistema solar térmico ha sido diseñado para realizar el suministro de agua caliente sanitaria de las 134 viviendas edificadas, situándose el subsistema de captación sobre dos de los bloques de viviendas.

### Clubes:

La energía solar térmica en los centros deportivos es principalmente utilizada para las piscinas climatizadas y para las duchas de los vestuarios, lo cual significa el mayor consumo de energía eléctrica.

Si bien la inversión inicial será mayor a la que tenga que realizar un hogar para colocar colectores solares, el período de amortización será menor ya que los clubes tienen un mayor consumo.

No existe registro de la cantidad de clubes deportivos en Uruguay que utilizan la energía solar para el calentamiento de agua.

Sin embargo realizamos una serie de encuestas a distintos clubes de Montevideo, para obtener información si contaban con paneles solares o no:

<b>CENTROS DEPOSTIVOS</b>	<b>NO</b>	<b>SI</b>
ASOCIACION CRISTIANA DE JOVENES	X	
ATLETICO DEFENSOR CLUB	X	
CARRASCO LAWN TENNIS CLUB		X
CARRASCO POLO CLUB	X	
CIRCULO DE TENIS	X	
CLUB ATLETICO ARTIGAS	X	
CLUB ATLETICO BELLA VISTA	X	
CLUB ATLETICO BOHEMIOS	X	
CLUB ATLETICO OLIMPIA	X	
CLUB ATLETICO PEÑAROL	X	
CLUB ATLETICO URUNDAY	X	
CLUB BANCO COMERCIAL	X	
CLUB BPS	X	
CLUB BANCO DE SEGUROS	X	
CLUB BANCO HIPOTECARIO	X	
CLUB BIGUA	X	
CLUB DE LA FUERZA AEREA	X	
CLUB LA ESTACADA	X	
CLUB MALVIN	X	
CLUB NAUTICO	X	
CLUB NAUTILUS		X
CLUB NAVAL	X	
CLUB NEPTUNO	X	
CLUB TROUVILLE	X	
CLUB UNION ATLETICO	X	

Por lo cual solamente dos clubes de Montevideo nos informaron que tenían paneles solares: Carrasco Lawn Tennis, el cual tiene instalado un panel solar en una de las piscinas exteriores y el Club Nautilus.

Si bien solamente aproximadamente el 8% de los clubes más populares de Montevideo utilizan energía solar, suponemos que la demanda por parte de dichos consumidores también crecerá en el mediano y largo plazo pero principalmente por la aplicación de la ley 18.858, analizada en el capítulo VII. Con respecto a la instalación de paneles solares en centros deportivos en otros países pudimos encontrar que en México existen muchos clubes que los utilizan para el calentamiento del agua de las piscinas y las duchas.

Así es, que la demanda más importante de energía solar en México se da por parte de hoteles y centros deportivos, como ser el Club Hacienda San Javier el cual tiene instalados 1596 m<sup>2</sup> para el calentamiento de agua de piscinas, Unidad deportiva Mario Vázquez el cual tiene instalados 952 m<sup>2</sup>, Itesm Campus con 1.330 m<sup>2</sup>, Club deportivo Alpha 4 con 1155 m<sup>2</sup>, Club El Campanario Queretano con 836 m<sup>2</sup>, Club Campestre Ecológico Asturiano con mas de 4000 m<sup>2</sup> para piscinas, hotel y toboganes.

Para poder apreciar las dimensiones de esto mencionamos que para un hogar de 2 a 4 personas bastaría con un colector solar de 2m<sup>2</sup>

#### Hoteles:

Hoy en día en la mayoría de los proyectos hoteleros han tomado conciencia de la importancia del cuidado del medio ambiente por lo que se han enfocado en reducir los daños a los que posiblemente exponen el medio donde se desarrollan.

La energía solar térmica, en los hoteles se aplica para calentar el agua de las piscinas, para las duchas, para la lavandería y los restaurantes.

Una de las principales ventajas de utilizar esta tecnología en hoteles, es la alta rentabilidad que tiene ya que las necesidades de agua caliente son considerables, y por ésta razón es que el tiempo de recuperación de la inversión es corto, debido a las grandes reducciones de consumo de combustible y por ende, de dinero.

Una de las dificultades que se les presenta a los hoteles para poder medir el ahorro de energía que logran con la instalación de paneles solares, es que el consumo de agua es muy variable al igual que el tiempo. Es el caso, por ejemplo, de un día de mucho frío y con gran cantidad de personas alojadas, por lo que de esta forma se va a utilizar en mayor cantidad la energía tradicional. O puede suceder lo contrario, que sea un día de mucho sol, pero no haya muchas personas, por lo que de esta forma no se estará aprovechando al máximo el potencial de la energía solar.

No existe registro de la cantidad de hoteles en Uruguay que utilizan la energía solar para el calentamiento de agua. Sin embargo realizamos una serie de encuestas a distintos hoteles de Montevideo.

En la tabla de la página siguiente, se detallan los hoteles encuestados.

<b>HOTELES DE MONTEVIDEO</b>	<b>NO</b>	<b>SI</b>
HOTEL DEL PRADO	X	
HOTEL COTTAGE	X	
HOTEL ERMITAGE	X	
HOTEL SHERATON	X	
HOTEL HISPANO	X	
HOTEL MEDITERRANEO		X
HOTEL AMERICA	X	
HOTEL CALIFORNIA	X	
HOTEL CRILLON	X	
HOTEL EMBAJADOR	X	
HOTEL EUROPA	X	
HOTEL IGUAZU	X	
HOTEL CLEE	X	
HOTEL LAFALLETE	X	
HOTEL LIBERTADOR	X	
HOTEL ANGELES		X
HOTEL NIRVANA	X	
HOTEL OXFORD	X	
HOTEL LANCASTER	X	
HOTEL TRES CRUCES	X	
HOTEL BELMOND HOUSE	X	
HOTEL PEDRO FIGARI	X	
RICHMONDS HOTELES	X	
HOTEL NH COLUMBIA	X	
HOTEL BEST WEATERN PALLADIUM	X	
HOTEL CALA DI VOLPE	X	
HOTEL HOLIDAY INN MONTEVIDEO	X	
HOTEL RADISSON VICTORIA PLAZA	X	
HOTEL FOUR POINTS SHERATON	X	
ALVEAR HOTEL	X	
REGENCY SUITES HOTEL	X	
MARTY APART HOTEL	X	
ARMON SUITES HOTEL	X	
POCITOS PLAZA HOTEL	X	
CRYSTAL PALACE HOTEL	X	
BALMORAL PLAZA HOTEL		X
LONDON PALACE HOTEL	X	
DAYS INN OBELISCO HOTELES	X	
HOTEL ARAMBURU	X	
HOTEL CARAVELLE	X	
HOTEL DE LA TERMINAL	X	
HOTEL MARBELLA	X	
HOTEL METRO	X	
HOTEL ROCHELLE	X	

Los hoteles que poseen paneles solares y logramos concretar entrevista son: Los Ángeles y Balmoral Plaza Hotel.

De las mismas surge que en ambos casos se les dificulta obtener en forma exacta el ahorro que tiene, sin embargo coinciden en que la instalación tuvo como consecuencia un ahorro importante de energía tradicional.

### Hotel Los Ángeles

La instalación la realizaron en febrero del 2008, consta de 14 equipos de tubos de vidrio, la inversión fue de aproximadamente US\$ 20.000 que esperan recuperarla en 2 años.

La única forma que encontraron de medir el ahorro fue comparando la cantidad de m<sup>3</sup> de gas que utilizaban antes y después de la instalación, porque como fuente de energía utilizan gas por cañería y el precio de éste es muy variable.

Así es que estiman que el ahorro que están teniendo de gas es de aproximadamente un 50%.

### Balmoral Plaza Hotel

La instalación la realizaron en enero de 2009, consta de 60 m<sup>2</sup> de colectores de tubos de vidrio, la inversión fue de aproximadamente US\$ 30.000 que esperan recuperar también en 2 años.

Expresaron que el porcentaje en la reducción del gasto es relativo y depende 100% del mes del año y del clima del mismo. Lo que si pudieron asegurar es que en diciembre de 2009 el ahorro fue de un 70%.

Si bien son pocos los hoteles que están empleando la energía solar térmica, algunos de los que encuestamos se mostraron interesados en el tema y otros se encuentran en vías de comenzar a utilizarla.

Para el caso de los hoteles también suponemos que la demanda va a aumentar en el mediano y largo plazo principalmente por el surgimiento de la ley y la promoción de la utilización de la energía solar.

### 3.3. POSIBLE EVOLUCIÓN DE LA DEMANDA EN LOS PRÓXIMOS AÑOS.

Si bien la demanda nacional no parece estar muy desarrollada actualmente, pensamos que con el surgimiento de la Ley 18.585, la misma crecerá ya que hace obligatorio el uso de dicha tecnología tanto para clubes, hoteles, centros de salud y nuevas edificaciones. Además creemos que con el correr de los años va a aumentar la promoción del uso de la energía solar, por lo cual los posibles consumidores de la misma podrán conocer las ventajas de este tipo de tecnología.

### 3.4. CONCLUSIONES DEL MERCADO NACIONAL.

Si bien el mercado nacional de vendedores de equipamiento e instaladores de energía solar no se trata de un mercado desarrollado, podríamos pensar que el mismo comenzará a crecer ya que a partir de marzo de 2010 será obligatorio su uso para los establecimientos antes mencionados.

Actualmente lo clasificaríamos como un mercado que se encuentra en competencia imperfecta, debido a que presenta las características de una competencia monopolística por tratarse de varios proveedores para la demanda actual, no existen barreras para la entrada al mercado principalmente porque el Estado no tiene ninguna exigencia para ingresar al mismo. Y hay diferenciación en los productos o servicios ofrecidos por los distintos proveedores, basándose en los servicios de post-venta, costos, garantías, calidad, etc.

## **CAPÍTULO IX. TRABAJO DE CAMPO.**

### **IX. 1. INTRODUCCIÓN.**

En el presente capítulo realizaremos un análisis sobre el ahorro que un hogar puede llegar a tener con la utilización de energía solar térmica, es decir energía solar utilizada para el calentamiento de agua.

Nuestro trabajo de campo se basó en analizar hogares de distinta cantidad de habitantes, con el objetivo de exponer casos puntuales y poder concluir si lograrían un ahorro o no en el gasto de energía tradicional y en cuanto recuperarían la inversión. Dicha conclusión no la extrapolaremos a los hogares en general ya que no se trató de una muestra representativa de la población.

### **IX.2. ASPECTOS GENERALES PARA LA INSTALACIÓN.**

Previo al análisis de la viabilidad, expondremos algunas preguntas frecuentes que suelen hacerse las personas al momento de instalar paneles solares.

¿Son necesarios sistemas convencionales de apoyo?

Las instalaciones necesitan de la energía tradicional como prevención a la falta de radiación o por un consumo superior al proporcionado por el panel solar.

En invierno el agua caliente se utiliza a mayor temperatura, en una mayor proporción y es más baja la radiación solar lo que implica que con energía solar no se pueda cubrir el 100% de las necesidades. En ésta época del año se cubre en promedio un 60%.

En cambio en verano el agua caliente se utiliza a menor temperatura y en menor proporción, siendo mayor la radiación solar, es decir que la instalación cubrirá un mayor porcentaje de las necesidades energéticas para producir agua caliente, aproximadamente el 95% de las mismas.

A su vez un factor que influye en el apoyo de energía convencional, es el horario que las personas acostumbren bañarse. Por ejemplo una persona que se bañe a primera hora de la mañana necesitará mayor apoyo de energía convencional, ya que el agua acumulada luego de la noche estará a una menor temperatura que a última hora de la tarde. Así es que una persona que se duche a la tarde necesitará menor apoyo de energía convencional.

- ¿Funcionan los paneles solares térmicos en días nublados?

La energía que se colecta es proporcional a la radiación que se recibe. Aún los días en que el sol está cubierto existe una importante cantidad de radiación que penetra en los colectores. De todas formas los equipos siempre contarán con otra energía de respaldo por lo cual estará asegurada el agua caliente sin importar las condiciones climáticas reinantes.

- ¿Qué ocurre con el agua caliente en la noche?

Toda la energía colectada durante las horas de sol, es reservada en un termo-tanque. El agua caliente es conservada en un aislante térmico, éste hace que las pérdidas de temperaturas durante el horario nocturno sean muy bajas. Por lo tanto en horarios nocturnos se tiene agua caliente casi a la misma temperatura que a últimas horas de la tarde.

➤ ¿Dónde se instalan los calentadores solares?

En los lugares que cumplan con los siguientes requisitos:

- Que reciban la mayor cantidad de sol posible. Las superficies deben estar orientadas hacia el norte debido a que Uruguay se encuentra en el hemisferio Sur.
- No deben tener sombras proyectadas en ninguna época del año y de ningún objeto, (árboles, edificios o estructuras).
- Lo más cercano posible a los lugares de consumo del agua caliente, casi siempre se instalan en los techos de las viviendas.

➤ ¿Cuál es la vida útil de la instalación solar?

En el caso de los sistemas solares térmico las instalaciones poseen un período de vida útil de 25 años aproximadamente.

➤ Los calentadores de agua solar ¿tienen mantenimiento?

Casi inexistente, la lluvia hará por si sola un buen trabajo en cuanto a su limpieza. Lo que si podría llegar a necesitarse un chequeo de las instalaciones sanitarias, por alguna perdida eventual de agua, pero no siendo esto por fallas en el equipo en si.

### **IX.3. ANALÍISIS DE LA INVERSIÓN.**

Para poder analizar si una inversión en energía solar es rentable o no en nuestro país, estudiamos una serie de hogares, los cuales agrupamos de acuerdo a la cantidad de habitantes y en tres escenarios distintos.

A cada uno de ellos se le realizó una encuesta (VER ANEXO D) en la cual se les preguntó sobre la utilización de energía, con la finalidad de obtener datos sobre la cantidad de electrodomésticos que disponen, la potencia de los mismos, así como también la cantidad de horas diarias utilizados.

Los electrodomésticos que se tuvieron en cuenta, por ser considerados los de mayor popularidad, fueron los siguientes: lámparas incandescentes, tubos fluorescentes, lámparas de bajo consumo, calefón, heladera, aire acondicionado, televisores, equipos de audio, computadoras y microondas.

Con éstos datos, y a través de información obtenida de UTE en su página WEB, pudimos obtener cuanto es el gasto aproximado en energía de cada uno de éstos aparatos eléctricos.

A su vez se tuvieron en cuenta tres escenarios: En el primero tomamos en cuenta la tarifa aplicada por UTE en los últimos 5 años, para poder obtener un promedio de su variación y utilizarlo como dato. En el segundo escenario se hizo el supuesto de que el aumento de la tarifa de UTE será un 5%. Y en el tercer escenario, se optó por una postura más conservadora en la cual se supone que la tarifa de UTE se mantiene constante durante los próximos 5 años.

Una vez obtenido el gasto total mensual en energía de cada hogar, lo anualizamos, para obtener así el gasto del primer año. Luego, con la tarifa aplicada por UTE calculamos el valor futuro del gasto para los próximos 5 años.

$$F_1: G (1+\alpha)$$

$$F_2: G (1+\alpha)^2$$

$$F_n: G (1+\alpha)^n$$

Siendo:

- G, el gasto anual en energía
- $\alpha$ , la tarifa media de UTE.
- {0, 1, 2 ...n} años

$$\text{Gasto considerando todos los electrodomésticos en n años} = F_1 + F_2 + \dots + F_n$$

Por otro lado con la información brindada por UTE podemos calcular, aproximadamente, que porcentaje del gasto de energía mensual, corresponde al calentamiento de agua.

Una vez obtenido éste dato, podemos calcular por diferencia el consumo de energía de un hogar sin considerar el gasto en el calentamiento de agua, y de esta forma nos aproximaremos al gasto de energía que tendrá el mismo al tener paneles solares.

$$K_1: F_1 - (AC\% * 0,8 * F_1)$$

$$K_2: F_2 - (AC\% * 0,8 * F_2)$$

$$K_n: F_n - (AC\% * 0,8 * F_n)$$

Siendo:

- AC%, el porcentaje aproximado del consumo de energía correspondiente a agua caliente
- 0,8 es lo que en promedio se ahorra con el uso de energía solar en el calentamiento de agua, debido a que si bien en verano el ahorro puede llegar a ser 95 %, en invierno es de 65 % aproximadamente porque es necesario complementarlo con energía tradicional

Gasto con paneles solares = $K_1 + K_2 + \dots + K_n$
---

Ahorro de energía al utilizar paneles solares = $(F_1 + F_2 + \dots + F_n) - (K_1 + K_2 + \dots + K_n)$
---

Con dichos cálculos podemos comprobar si con el uso de paneles solares simples los hogares estudiados, ahorran realmente energía.

Por otro lado se debe tomar en cuenta la inversión inicial que implica colocar paneles solares, así como también los costos de instalación y mantenimiento para poder determinar el tiempo en el cual se podría recuperar la misma.

Para determinarlo elegimos uno de los criterios más utilizados que es el periodo de recupero.

El periodo de recupero se define como el lapso en el cual los beneficios derivados de una inversión, medidos en términos de flujos de fondos, recuperan la inversión inicialmente efectuada, se da en el momento en el cual la sumatoria de los flujos de fondos se iguala a la inversión inicial.

Consideraremos el flujo de fondos como el ahorro que logra obtener un hogar que tiene instalados paneles solares.

Otro criterio que utilizaremos para el análisis de la inversión será el Valor Presente Neto, el cual puede definirse como “El valor presente del conjunto de flujos de fondos que derivan de una inversión, descontados a la tasa de retorno requerida de la misma al momento de efectuar el desembolso de la inversión, menos ésta inversión inicial, valuada también a ese momento.”

$$VPN = \frac{H_1}{(1+i)} + \frac{H_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{H_n}{(1+i)^n} - H_0 = 0$$

Siendo:

- $H_0$  la inversión inicial
- $H_1, H_2, \dots, H_n$  los flujos de fondos que genera la inversión inicial durante los 1, 2, ..., n años. Consideraremos como flujos positivos el ahorro anual de utilizar el panel durante 5 años.
- $i$  la tasa de retorno requerida (costo del capital), para este cálculo tomaremos una tasa del 12%.

El criterio de aceptación o rechazo de la inversión se establece en función del monto del Valor Presente Neto. La regla es aceptar toda inversión cuyo valor actual neto es mayor que cero, obtenido descontando los flujos de

fondos a la tasa de rendimiento requerida. El ranking de las inversiones en el criterio del valor presente neto se efectúa sobre la base del valor de éstos.

Adicionalmente también calcularemos la tasa interna de retorno (TIR), siendo la misma una medida de rentabilidad, que muestra cual sería la tasa de interés más alta a la que el proyecto no genera ni pérdidas ni ganancias.

$$TIR = \frac{H_1}{(1+i)} + \frac{H_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{H_n}{(1+i)^n} + H_0 = 0$$

Siendo:

- $H_0$  la inversión inicial.
- $H_1, H_2, \dots, H_n$  los flujos de fondos que genera la inversión inicial durante los 1, 2, ..., n años. Consideraremos como flujos positivos el ahorro anual de utilizar el panel durante 5 años.
- Ya que los flujos de fondo se generan durante varios años, deben actualizarse a efectos de tomar en consideración el valor tiempo del dinero, para ello debe multiplicarse por:  $1/(1+i)^n$ .

#### **IX.4. CASOS PRÁCTICOS.**

A continuación mostraremos ejemplos de análisis de inversión para hogares de diferente cantidad de habitantes ya que consideramos que ésto es una de las principales variables que afecta al consumo de energía.

**Datos a utilizar:**

Escenarios:

En un primer escenario se consideró el promedio de la variación de la tarifa de UTE de los últimos 5 años para así obtener el gasto en electricidad de los próximos años en los cuales se amortizará la inversión.

El promedio de la variación fue de 11,97%.

En un segundo escenario se consideró que el aumento en la tarifa de UTE en los próximos años será un 5%, por entender que 11,97% es un porcentaje bastante elevado como consecuencia de las grandes sequías que hubo en los últimos años en nuestro país.

En un tercer escenario se consideró que la tarifa de UTE se mantendrá constante, para tener un criterio conservador.

En cada uno de éstos escenarios se realizará el análisis para hogares de 2, 4 y 6 habitantes.

Inversión Inicial:

Nos basaremos en los precios establecidos por uno de los proveedores.

A estos precios se les debe adicionar el IVA a la tasa del 22% y un costo de instalación de \$ 6.100.

A continuación exponemos la tabla con los mismos:

	Tubos	Captador (m2)	Frente (mts)	Ancho (mts)	Altura (mts)	Peso vacío (kg)	Precio
115 Lts.	15	1.80	1.20	1.20	1.60	63	US\$ 550
150 Lts.	18	2.70	1.42	1.71	1.65	84	US\$ 690
200 Lts.	24	3.60	1.90	1.71	1.65	110	US\$ 890
250 Lts.	30	4.40	2.38	1.71	1.65	130	US\$ 1050
300 Lts.	36	5.40	3.0	1.71	1.65	168	US\$ 1,380
400 Lts.	48	7.2	4.0	1.71	1.65	220	US\$ 1,780
500 Lts.	60	8.8	5.0	1.71	1.65	260	US\$ 2,100
750 Lts.	90	13.2	7.5	1.71	1.65	390	US\$ 3,150
1000 Lts.	120	17.6	10.0	1.71	1.65	520	US\$ 4,200
Collector -30	30	4.2	2.5	1.5	1.4	90	US\$ 990
Collector -50	50	8.0	4.0	1.5	1.6	160	US\$ 1.450

Todos los cálculos fueron efectuados en Pesos uruguayos.

**Escenario A – Supuesto: la tarifa de UTE asciende a 11,97%**

a) Hogar de 2 personas

1	<b><u>Gasto de UTE mensual:</u></b>	1.400,00	
2	<b><u>Gasto anual</u></b>	16.800,00	
3	<b><u>Gasto de UTE en 5 años:</u></b>	18.811,77	1er año
		21.064,44	2do año
		23.586,86	3er año
		26.411,34	4to año
		29.574,04	5to año
	<b>GASTO TOTAL EN 5 AÑOS</b>	<b>119.448,44</b>	
4	<b><u>Gasto de UTE correspondiente a consumo de agua:</u></b>	1.041,43	
5	<b><u>% correspondiente a agua caliente en el gasto total:</u></b>	74%	
	1.041 / 1.400		
6	<b><u>% de ahorro de energía (del dinero que se gasta en agua caliente) con paneles solares:</u></b>	80%	
	Tomamos un 80% debido a que si bien en verano el ahorro puede llegar a ser un 95%, en invierno es de un 65% (aprox.) ya q es necesario complementar con energía tradicional		
7	<b><u>Gasto en energía con paneles solares:</u></b>	6.802,25	
	16,800 - (16,800 * 0,74 * 0,8)		
8	<b><u>Gasto de UTE en 5 años con paneles solares:</u></b>	7.616,81	1er año
		8.528,91	2do año
		9.550,22	3er año
		10.693,84	4to año
		11.974,41	5to año
	<b>GASTO TOTAL EN 5 AÑOS CON PANELES SOLARES</b>	<b>48.364,19</b>	
9	<b><u>Ahorro de energía con paneles solares en 5 años:</u></b>	11.194,96	1er año
		12.535,53	2do año
		14.036,64	3er año

		15.717,49	4to año
		17.599,63	5to año
<b>10</b>	<b>Precio del panel solar: US\$ 550 a TC prom. 2009 = 24,03</b>	13.216,50	
	<b>IVA</b>	2.907,63	
	<b>Precio total del equipo</b>	<b>16.124,13</b>	
<b>11</b>	<b>Costos de Instalación</b>	<b>6.100,00</b>	
<b>12</b>	<b>Costo de mantenimiento</b>	<b>0</b>	
<b>13</b>	<b>Inversión Inicial</b>	<b>22.224,13</b>	
	<b>Periodo de repago</b>	11.194,96	<b>1 año</b>
	(22.224,13 – 11.194,96) =	11.029,27	<b>11 meses</b>

**La inversión se recupera en 1 años y 11 meses**

<b>b) Hogar de 4 personas</b>			
<b>1</b>	<b><u>Gasto de UTE mensual:</u></b>	2.200,00	
<b>2</b>	<b><u>Gasto anual</u></b>	26.400,00	
<b>3</b>	<b><u>Gasto de UTE en 5 años:</u></b>		
		29.561,35	1er año
		33.101,26	2do año
		37.065,07	3er año
		41.503,53	4to año
		46.473,50	5to año
	<b>GASTO TOTAL EN 5 AÑOS</b>	<b>187.704,70</b>	
<b>4</b>	<b><u>Gasto de UTE correspondiente a consumo de agua:</u></b>	1.320,65	
<b>5</b>	<b><u>% correspondiente a agua caliente en el gasto total:</u></b>	60%	
		1,320 / 2,200	
<b>6</b>	<b><u>% de ahorro de energía (del importe que se gasta en agua caliente) con paneles solares:</u></b>	80%	
	Tomamos un 80% debido a que si bien en verano el ahorro puede llegar a ser un 95%, en invierno es de un 65% (aprox.) ya que es necesario complementar con energía tradicional		
<b>7</b>	<b><u>Gasto en energía con paneles solares:</u></b>	13.721,81	
	26,400 - (26,400 * 0,6 * 0,8)		
<b>8</b>	<b><u>Gasto de UTE en 5 años con paneles solares:</u></b>	15.364,97	1er año
		17.204,89	2do año
		19.265,14	3er año
		21.572,10	4to año
		24.155,32	5to año
	<b>GASTO TOTAL EN 5 AÑOS CON PANELES SOLARES</b>	<b>97.562,42</b>	
<b>9</b>	<b><u>Ahorro de energía con paneles solares en 5 años:</u></b>		
		14.196,38	1er año
		15.896,37	2do año
		17.799,93	3er año
		19.931,43	4to año
		22.318,18	5to año

10	Precio del panel solar: US\$ 890 a TC prom. 2009 = 24,03	21.386,70	
	IVA	4.705,074	
	<b>Precio total del equipo</b>	<b>26.091,77</b>	
11	Costos de Instalación	6.100,00	
12	Costo de mantenimiento	0	
13	<b>Inversión Inicial</b>	<b>32.191,77</b>	
	<b>Periodo de repago</b>	14.196,38	<b>1 año</b>
	(32.191,77 – 14.196,38) =	17.995,39	<b>14 meses</b>

**La inversión para este caso se recupera en 2 años y 2 meses**

<b>c) Hogar de 6 personas</b>		
<b>1</b>	<b><u>Gasto de UTE mensual:</u></b>	5.800,00
<b>2</b>	<b><u>Gasto anual</u></b>	69.600,00
<b>3</b>	<b><u>Gasto de UTE en 5 años:</u></b>	
		77.934,46 1er año
		87.266,95 2do año
		97.716,99 3er año
		109.418,40 4to año
		122.521,03 5to año
	<b>GASTO TOTAL EN 5 AÑOS</b>	<b>494.857,84</b>
<b>4</b>	<b><u>Gasto de UTE correspondiente a consumo de agua:</u></b>	3.124,30
<b>5</b>	<b><u>% correspondiente a agua caliente en el gasto total:</u></b>	54%
	3.124 / 5.800	
<b>6</b>	<b><u>% de ahorro de energía (del importe que se gasta en agua caliente) con paneles solares:</u></b>	80%
	Tomamos un 80% debido a que si bien en verano el ahorro puede llegar a ser un 95%, en invierno es de un 65% (aprox.) ya q es necesario complementar con energía tradicional	
<b>7</b>	<b><u>Gasto en energía con paneles solares:</u></b>	39.606,76
	69,600 - (69,600 * 0,54 * 0,8)	
<b>8</b>	<b><u>Gasto de UTE en 5 años con paneles solares:</u></b>	
		44.349,58 1er año
		49.660,36 2do año
		55.607,08 3er año
		62.265,92 4to año
		69.722,14 5to año
	<b>GASTO TOTAL EN 5 AÑOS CON PANELES SOLARES</b>	<b>281.605,08</b>
<b>9</b>	<b><u>Ahorro de energía con paneles solares en 5 años:</u></b>	
		33.584,87 1er año
		37.606,59 2do año
		42.109,91 3er año
		47.152,48 4to año
		52.798,90 5to año

10	Precio del panel solar: US\$ 1.050 a TC prom. 2009 = 24,03	25.231,50	
	IVA	5.550,93	
	<b>Precio total del equipo</b>	<b>30.782,43</b>	
11	Costos de Instalación	6.100,00	
12	Costo de mantenimiento	0	
13	<b>Inversión Inicial</b>	<b>36.882,43</b>	
	Periodo de repago	33.584,87	1 año
	<b>(36.882,43 – 33.584,87) =</b>	<b>3.297,56</b>	<b>1 mes</b>
	<b>La inversión para este caso se recupera en 1 año y 1 mes</b>		

**Escenario B – Supuesto: la tarifa de UTE asciende 5,0%.**

<b>a) Hogar de 2 personas</b>			
<b>1</b>	<b><u>Gasto de UTE mensual:</u></b>	1.400,00	
<b>2</b>	<b><u>Gasto anual</u></b>	16.800,00	
<b>3</b>	<b><u>Gasto de UTE en 5 años:</u></b>		
		17.640,00	1er año
		18.522,00	2do año
		19.448,10	3er año
		20.420,51	4to año
		21.441,53	5to año
	<b>GASTO TOTAL EN 5 AÑOS</b>	<b>97.472,14</b>	
<b>4</b>	<b><u>Gasto de UTE correspondiente a consumo de agua:</u></b>	1.041,43	
<b>5</b>	<b><u>% correspondiente a agua caliente en el gasto total:</u></b> 1.041 / 1.400	74%	
<b>6</b>	<b><u>% de ahorro de energía (del importe que se gasta en agua caliente) con paneles solares:</u></b>	80%	
	Tomamos un 80% debido a que si bien en verano el ahorro puede llegar a ser un 95%, en invierno es de un 65% (aprox.) ya q es necesario complementar con energía tradicional.		
<b>7</b>	<b><u>Gasto en energía con paneles solares:</u></b> 16,800 - (16,800 * 0,74 * 0,8)	6.802,25	
<b>8</b>	<b><u>Gasto de UTE en 5 años con paneles solares:</u></b>		
		7.142,36	1er año
		7.499,48	2do año
		7.874,46	3er año
		8.268,18	4to año
		8.681,59	5to año
	<b>GASTO TOTAL EN 5 AÑOS CON PANELES SOLARES</b>	<b>39.466,07</b>	
<b>9</b>	<b><u>Ahorro de energía con paneles solares en 5 años:</u></b>		
		10.497,64	1er año
		11.022,52	2do año
		11.573,64	3er año
		12.152,33	4to año
		12.759,94	5to año
<b>10</b>	<b>Precio del panel solar: US\$ 550 a TC prom. 2009 = 24,03</b>	13.216,50	

	IVA	2.907,63	
	<b>Precio total del equipo</b>	<b>16.124,13</b>	
11	Costos de Instalación	6.100,00	
12	Costo de mantenimiento	0	
13	<b>Inversión Inicial</b>	<b>22.224,13</b>	
	<b>Periodo de repago</b>	10.497,64	<b>1 año</b>
	(22.224,13 - 10.497,64 ) =	11.726,49	<b>13 meses</b>

**La inversión para este caso se recupera en 2 años y un mes**

<b>b) Hogar de 4 personas</b>		
<b>1</b>	<b><u>Gasto de UTE mensual:</u></b>	2.200,00
<b>2</b>	<b><u>Gasto anual</u></b>	26.400,00
<b>3</b>	<b><u>Gasto de UTE en 5 años:</u></b>	
		27.720,00 1er año
		29.106,00 2do año
		30.561,30 3er año
		32.089,37 4to año
		33.693,83 5to año
	<b>GASTO TOTAL EN 5 AÑOS</b>	<b>153.170,50</b>
<b>4</b>	<b><u>Gasto de UTE correspondiente a consumo de agua:</u></b>	1.320,65
<b>5</b>	<b><u>% correspondiente a agua caliente en el gasto total:</u></b>	60%
	1,320 / 2,200	
<b>6</b>	<b><u>% de ahorro de energía (del importe que se gasta en agua caliente) con paneles solares:</u></b>	80%
	Tomamos un 80% debido a que si bien en verano el ahorro puede llegar a ser un 95%, en invierno es de un 65% (aprox.) ya q es necesario complementar con energía tradicional	
<b>7</b>	<b><u>Gasto en energía con paneles solares:</u></b>	13.721,81
	26,400 - (26,400 * 0,6 * 0,8)	
<b>8</b>	<b><u>Gasto de UTE en 5 años con paneles solares:</u></b>	
		14.407,90 1er año
		15.128,29 2do año
		15.884,71 3er año
		16.678,94 4to año
		17.512,89 5to año
	<b>GASTO TOTAL EN 5 AÑOS CON PANELES SOLARES</b>	<b>79.612,73</b>
<b>9</b>	<b><u>Ahorro de energía con paneles solares en 5 años:</u></b>	
		13.312,10 1er año
		13.977,71 2do año
		14.676,59 3er año
		15.410,42 4to año
		16.180,94 5to año

10	Precio del panel solar: US\$ 890 a TC prom. 2009 = 24,03	21.386,70	
	IVA	4.705,07	
	<b>Precio total del equipo</b>	<b>26.091,77</b>	
11	Costos de Instalación	6.100,00	
12	Costo de mantenimiento	0	
13	<b>Inversión Inicial</b>	<b>32.191,77</b>	
	<b>Periodo de repago</b>	14.407,90	<b>1 año</b>
	(32.191,77 – 14.407,90) =	17.783,87	<b>16 meses</b>

**La inversión para este caso se recupera en 2 años y 4 meses**

<b>c) Hogar de 6 personas</b>	
<b>1</b>	<b><u>Gasto de UTE mensual:</u></b> 5.800,00
<b>2</b>	<b><u>Gasto anual</u></b> 69.600,00
<b>3</b>	<b><u>Gasto de UTE en 5 años:</u></b>
	73.080,00 1er año
	76.734,00 2do año
	80.570,70 3er año
	84.599,24 4to año
	88.829,20 5to año
	<b>GASTO TOTAL EN 5 AÑOS</b> <b>403.813,13</b>
<b>4</b>	<b><u>Gasto de UTE correspondiente a consumo de agua:</u></b> 3.124,30
<b>5</b>	<b><u>% correspondiente a agua caliente en el gasto total:</u></b> 54%
	3.124 / 5.800
<b>6</b>	<b><u>% de ahorro de energía (del importe que se gasta en agua caliente) con paneles solares:</u></b> 80%
	Tomamos un 80% debido a que si bien en verano el ahorro puede llegar a ser un 95%, en invierno es de un 65% (aprox.) ya q es necesario complementar con energía tradicional
<b>7</b>	<b><u>Gasto en energía con paneles solares:</u></b> 39.606,76
	69,600 - (69,600 * 0,54 * 0,8)
<b>8</b>	<b><u>Gasto de UTE en 5 años con paneles solares:</u></b>
	41.587,09 1er año
	43.666,45 2do año
	45.849,77 3er año
	48.142,26 4to año
	50.549,37 5to año
	<b>GASTO TOTAL EN 5 AÑOS CON PANELES SOLARES</b> <b>229.794,94</b>
<b>9</b>	<b><u>Ahorro de energía con paneles solares en 5 años:</u></b>
	31.492,91 1er año
	33.067,55 2do año
	34.720,93 3er año
	36.456,98 4to año
	38.279,82 5to año

10	Precio del panel solar: US\$ 1050 a TC prom. 2009 = 24,03	25.231,50	
	IVA	5.550,93	
	<b>Precio total del equipo</b>	<b>30.782,43</b>	
11	Costos de Instalación	6.100,00	
12	Costo de mantenimiento	0	
13	<b>Inversión Inicial</b>	<b>36.882,43</b>	
	Periodo de repago	31.492,91	1 año
	(36.882,43 – 31.492,91)	5.389,52	2 meses

**La inversión para este caso se recupera en 1 año y 2 meses**

**Escenario C – Supuesto: la tarifa de UTE permanece constante.**

a) Hogar de 2 personas			
1	<b><u>Gasto de UTE mensual:</u></b>	1.400,00	
2	<b><u>Gasto anual</u></b>	16.800,00	
3	<b><u>Gasto de UTE en 5 años:</u></b>		
		16.800,00	1er año
		16.800,00	2do año
		16.800,00	3er año
		16.800,00	4to año
		16.800,00	5to año
	<b>GASTO TOTAL EN 5 AÑOS</b>	<b>84.000,00</b>	
4	<b><u>Gasto de UTE correspondiente a consumo de agua:</u></b>	1.041,43	
5	<b><u>% correspondiente a agua caliente en el gasto total:</u></b>	0,74	
	1,041 / 1,400		
6	<b><u>% de ahorro de energía (del importe que se gasta en agua caliente) con paneles solares:</u></b>	0,80	
	Tomamos un 80% debido a que si bien en verano el ahorro puede llegar a ser un 95%, en invierno es de un 65% (aprox.) ya q es necesario complementar con energía tradicional		
7	<b><u>Gasto en energía con paneles solares:</u></b>	6.802,25	
	16,800 - (16,800 * 0,74 * 0,8)		
8	<b><u>Gasto de UTE en 5 años con paneles solares:</u></b>	6.802,25	1er año
		6.802,25	2do año
		6.802,25	3er año
		6.802,25	4to año
		6.802,25	5to año
	<b>GASTO TOTAL EN 5 AÑOS CON PANELES SOLARES</b>	<b>34.011,26</b>	
9	<b><u>Ahorro de energía con paneles solares en 5 años:</u></b>		
		9.997,75	1er año
		9.997,75	2do año
		9.997,75	3er año
		9.997,75	4to año
		9.997,75	5to año
10	<b>Precio del panel solar: US\$ 550 a TC prom. 2009 = 24,03</b>	13.216,50	

	IVA	2.907,63	
	<b>Precio total del equipo</b>	<b>16.124,13</b>	
11	<b>Costos de Instalación</b>	<b>6.100,00</b>	
12	<b>Costo de mantenimiento</b>	-	
13	<b>Inversión Inicial</b>	<b>22.224,13</b>	
	<b>Periodo de repago</b>	9.997,75	<b>1 año</b>
	(22.224,13 – 9.997,75) =	12.226,38	<b>15 meses</b>

**La inversión para este caso se recupera en 2 años y 3 meses**

<b>b) Hogar de 4 personas</b>		
<b>1</b>	<b><u>Gasto de UTE mensual:</u></b>	2.200,00
<b>2</b>	<b><u>Gasto anual</u></b>	26.400,00
<b>3</b>	<b><u>Gasto de UTE en 5 años:</u></b>	
		26.400,00 1er año
		26.400,00 2do año
		26.400,00 3er año
		26.400,00 4to año
		26.400,00 5to año
	<b>GASTO TOTAL EN 5 AÑOS</b>	<b>132.000,00</b>
<b>4</b>	<b><u>Gasto de UTE correspondiente a consumo de agua:</u></b>	1.320,65
<b>5</b>	<b><u>% correspondiente a agua caliente en el gasto total:</u></b>	0,60
		1,320 / 2,200
<b>6</b>	<b><u>% de ahorro de energía (del importe que se gasta en agua caliente) con paneles solares:</u></b>	0,80
	Tomamos un 80% debido a que si bien en verano el ahorro puede llegar a ser un 95%, en invierno es de un 65% (aprox.) ya q es necesario complementar con energía tradicional	
<b>7</b>	<b><u>Gasto en energía con paneles solares:</u></b>	13.721,81
		26,400 - (26,400 * 0,6 * 0,8)
<b>8</b>	<b><u>Gasto de UTE en 5 años con paneles solares:</u></b>	
		13.721,81 1er año
		13.721,81 2do año
		13.721,81 3er año
		13.721,81 4to año
		13.721,81 5to año
	<b>GASTO TOTAL EN 5 AÑOS CON PANELES SOLARES</b>	<b>68.609,04</b>
<b>9</b>	<b><u>Ahorro de energía con paneles solares en 5 años:</u></b>	
		12.678,19 1er año
		12.678,19 2do año
		12.678,19 3er año
		12.678,19 4to año
		12.678,19 5to año
<b>10</b>	<b>Precio del panel solar: US\$ 890 a TC prom. 2009 = 24,03</b>	21.386,70

	IVA	4.705,07	
	<b>Precio total del equipo</b>	<b>26.091,77</b>	
11	<b>Costos de Instalación</b>	<b>6.100,00</b>	
12	<b>Costo de mantenimiento</b>	-	
13	<b>Inversión Inicial</b>	<b>32.191,77</b>	
	<b>Periodo de repago</b>	12.678,19	<b>1 año</b>
	(32.191,77 – 12.678,19) =	19.513,58	<b>18 meses</b>

**La inversión para este caso se recupera en 2 años y 6 meses**

<b>c) Hogar de 6 personas</b>			
<b>1</b>	<b><u>Gasto de UTE mensual:</u></b>	5.800,00	
<b>2</b>	<b><u>Gasto anual</u></b>	69.600,00	
<b>3</b>	<b><u>Gasto de UTE en 5 años:</u></b>	69.600,00	1er año
		69.600,00	2do año
		69.600,00	3er año
		69.600,00	4to año
		69.600,00	5to año
	<b>GASTO TOTAL EN 5 AÑOS</b>	<b>348.000,00</b>	
<b>4</b>	<b><u>Gasto de UTE correspondiente a consumo de agua:</u></b>	3.124,30	
<b>5</b>	<b><u>% correspondiente a agua caliente en el gasto total:</u></b>	0,54	
	3,124 / 5,800		
<b>6</b>	<b><u>% de ahorro de energía (del importe que se gasta en agua caliente) con paneles solares:</u></b>	0,80	
	Tomamos un 80% debido a que si bien en verano el ahorro puede llegar a ser un 95%, en invierno es de un 65% (aprox.) ya que es necesario complementar con energía tradicional		
<b>7</b>	<b><u>Gasto en energía con paneles solares:</u></b>	39.606,76	
	69,600 - (69,600 * 0,6 * 0,8)		
<b>8</b>	<b><u>Gasto de UTE en 5 años con paneles solares:</u></b>	39.606,76	1er año
		39.606,76	2do año
		39.606,76	3er año
		39.606,76	4to año
		39.606,76	5to año
	<b>GASTO TOTAL EN 5 AÑOS CON PANELES SOLARES</b>	<b>198.033,78</b>	
<b>9</b>	<b><u>Ahorro de energía con paneles solares en 5 años:</u></b>	29.993,24	1er año
		29.993,24	2do año
		29.993,24	3er año
		29.993,24	4to año
		29.993,24	5to año
<b>10</b>	<b>Precio del panel solar: US\$ 1050 a TC prom. 2009 = 24,03</b>	25.231,50	

	IVA	5.550,93	
	<b>Precio total del equipo</b>	<b>30.782,43</b>	
11	<b>Costos de Instalación</b>	<b>6.100,00</b>	
12	<b>Costo de mantenimiento</b>	-	
13	<b>Inversión Inicial</b>	<b>36.882,43</b>	
	<b>Periodo de repago</b>	29.993,24	<b>1 año</b>
	(36.882,43 – 29.993,24) =	6.889,19	<b>3 meses</b>
<b>La inversión para este caso se recupera en 1 año y 3 meses</b>			

**CUADRO RESUMEN PERÍODO DE REPAGO:**

Hogares/ Tarifa UTE	11.97%	5%	0%
<b>2 personas</b>	1 año y 11 meses	2 años y 1 mes	2 años y 3 meses
<b>4 personas</b>	2 años y 2 meses	2 años y 4 meses	2 años y 6 meses
<b>6 personas</b>	1 año y 1 mes	1 año y 2 meses	1 año y 3 meses

Según el análisis anteriormente expuesto podemos observar que a mayor tarifa de UTE, menor es el período de repago debido a que el ahorro anual será mayor. Si bien a mayor cantidad de personas el período de repago debería ser menor, para el caso de cuatro personas la inversión inicial es tanto mayor que la de un hogar de dos personas, que hace que esto no se cumpla.

**CUADRO VALOR PRESENTE NETO:**

Hogares/Tarifa UTE	11,97%	5%	0%
2 personas	27.730,87	19.137,09	13.815,51
4 personas	31.156,41	20.258,58	13.510,27
6 personas	112.982,58	87.201,23	71.236,50

Con éstos resultados podemos observar que en todos los casos ésta inversión es aceptable, ya que todos los valores fueron mayores a cero. Es coherente que en los hogares de seis personas se observe un VPN mayor al de los otros hogares por ser mayor el consumo de energía en calentamiento de agua y por ende el ahorro que se genera.

**TASA INTERNA DE RETORNO:**

Debido a que el criterio del Valor Presente Neto, nos indica que las inversiones son aceptables, realizamos el cálculo de la TIR para complementar el análisis de inversión. El mismo lo realizamos para el escenario C, por tratarse del supuesto más conservador.

Hogares/Tarifa UTE	0%
2 personas	35%
4 personas	28%
6 personas	77%

Con estos cálculos podemos observar que una inversión en paneles solares es muy tentadora por su alta rentabilidad. Basándonos en el criterio de la TIR la inversión también sería aceptable ya que la misma es mayor al costo de obtener los fondos para realizar la inversión.

## CAPÍTULO X. MATRIZ FODA.

### X.1. DEFINICIÓN DE MATRÍZ FODA.

El término FODA es una sigla conformada por las primeras letras de las palabras Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (en inglés swot: Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats).

Podemos definir la matriz FODA como una herramienta de análisis estratégico, que permite analizar elementos internos a la empresa y por tanto controlables, además de factores externos a la misma y por tanto no controlables.

El modelo tiene múltiples aplicaciones y puede ser utilizado por todos los niveles de la empresa y en diferentes unidades de análisis, tales como producto, mercado, empresa, unidad estratégica de negocio, entre otros.

- Fortalezas: Son todos aquellos elementos positivos que me diferencian de la competencia.
- Debilidades: Son los problemas presentes que una vez identificado y desarrollando una adecuada estrategia, pueden y deben eliminarse.
- Oportunidades: Son situaciones positivas que se generan en el medio y que están disponibles para todas las empresas, que se convertirán en oportunidades de mercado para la empresa cuando ésta las identifique y las aproveche en función de sus fortalezas.

- Amenazas: Son situaciones o hechos externos a la empresa o institución y que pueden llegar a ser negativos para la misma.

El análisis de esta herramienta, consiste en evaluar las Fortalezas y Debilidades que están relacionadas con el ambiente interno y Oportunidades y Amenazas que se refieren al entorno externo.

## **X. 2. MATRÍZ FODA DE ENERGÍA SOLAR.**

Para la realización de la matriz FODA de energía solar consideraremos como fortalezas y debilidades elementos propios del uso de la energía solar y oportunidades y amenazas elementos que se pueden observar en el mercado nacional e internacional que puedan influir en el uso de la misma.

### **2.1. FORTALEZAS.**

- Utiliza una fuente energética gratuita e inagotable, renovable, no contaminante y limpia, autónoma y descentralizada, segura.
- Permite reducir las emisiones de gases contaminantes.
- Puede ayudar a mejorar la salud, pues los gases que expelen las lámparas de queroseno en casas mal ventiladas representan un problema para la salud en todas las partes del mundo donde no existe luz eléctrica.
- La energía solar es totalmente segura, no así las lámparas de queroseno, que pueden producir incendios con facilidad, los cuales

matan o hieren a decenas o miles de personas cada año. Igualmente, el queroseno, diesel o gasolina almacenados también representan una amenaza a la seguridad.

- El aprovechamiento de la energía solar reduce el consumo de energía eléctrica.
- Es una fuente energética válida para diversificar la matriz.
- Ubicación de Uruguay en una zona de alta radiación solar.
- La energía solar tiene un alto grado de aprovechamiento para diferentes utilidades energéticas.
- Se trata de una innovación tecnológica para el Uruguay con respecto al desarrollo de la misma en el resto del mundo.
- Sistema silencioso y limpio y con vida útil de entre 20 a 30 años

## 2.2. OPORTUNIDADES.

- El sector de la industria de energía solar tiene gran crecimiento en próximas décadas sin llegar a la saturación.
- Interés nacional en diversificar la matriz energética con la utilización de energías renovables.
- La utilización de energía hidráulica en Uruguay se encuentra topeada.

- La utilización de la energía eólica en Uruguay se verá limitada por la cantidad de espacios físicos aptos para colocar molinos.

### 2.3. DEBILIDADES.

- La radiación solar en invierno (cuando más energía necesitamos) es menor.
- Se hace imprescindible desarrollar la tecnología de captación,/acumulación y distribución de energía solar para que pueda ser competitiva frente al resto de las opciones energéticas que se ofrecen al usuario.
- El país no ha desarrollado la tecnología al mismo nivel que el resto del mundo.
- Falta de experiencia, escasez de información y falta de hábitos de su consumo, por ser una tecnología reciente en nuestro país.
- Escasez de mano de obra especializada para lograr la producción nacional.
- Dificultad de acceso a economías de escala de pequeños productores por poca capacidad de producción en Uruguay.
- Requiere de una importante inversión inicial.

- Las instalaciones solares deben ser cuidadosamente integradas en la estética de los edificios. No tener en cuenta este factor puede provocar el rechazo de los potenciales usuarios

#### 2.4. AMENAZAS.

- Ingreso de equipos importados.
- Existencia de productos sustitutos, es decir el resto de energías renovables.

## **CAPÍTULO XI. CONCLUSIONES FINALES.**

El desarrollo de la energía solar en Uruguay tiene perspectivas de crecimiento para el mediano y largo plazo, considerándose una opción viable para disminuir la dependencia del petróleo y diversificar la matriz energética del país.

Un factor que coopera con el desarrollo de esta tecnología es que Uruguay presenta condiciones particularmente favorables, por ubicarse en una zona de radiación solar comparativamente superior a la de países, donde la energía solar se encuentra altamente desarrollada.

Otro factor es la creación por parte del Estado de un marco normativo legal atendiendo a la necesidad de promover la generación de energía para diversificar la matriz energética del país, el uso de fuentes de energía autóctonas y renovables, la eficiencia energética, la generación de puestos de trabajo y la adquisición de conocimientos y capacidades para el país, orientado a la producción de bienes y servicios de mediana y alta tecnología en industrias estratégicas.

Uno de los objetivos de este marco legal es darle impulso al desarrollo del mercado, mediante beneficios fiscales para productores e importadores y haciendo obligatorio progresivamente el uso de energía solar térmica para ciertos centros de salud, hoteles, clubes y nuevas construcciones del sector público.

Esta ley también logrará atraer nuevas inversiones, porque la misma aumentará la demanda del mercado en el corto y mediano plazo y porque actualmente no se necesita de ninguna autorización para producir y comercializar paneles solares.

Sin embargo sería conveniente que en un futuro próximo existan estándares de calidad exigidos para poder operar en el mercado, con el objetivo de asegurar la aprobación del producto por parte de los consumidores y así lograr un crecimiento sostenido.

Un factor considerado de vital importancia para el desarrollo de la energía solar es la promoción de la misma como fuente alternativa y viable, conquistando así el interés de la población. Inicialmente la única manera que encontró el Estado para que en Uruguay se comience a utilizar es haciéndolo obligatorio.

Por lo expuesto anteriormente en el trabajo de campo podemos concluir que la instalación de colectores solares es económicamente viable.

Esto se debe a el ahorro de energía, con su consecuente ahorro económico, la rápida recuperación de la inversión inicial, en la mayoría de los casos se amortizan a mediano plazo, teniendo una larga vida útil y gozando de energía gratuita a partir del momento de amortización. Esto lo pudimos observar en los hogares estudiados en el Capítulo IX, donde el promedio de amortización de la inversión inicial fue de 2 años aproximadamente.

El plazo de amortización de un sistema solar determinado depende del precio actual de la fuente energética que se sustituye y de su evolución así como de la tasa de interés.

Además de esto se debe tener en cuenta que el beneficio económico de las instalaciones depende de su tamaño, implantación, orientación geográfica, finalidad (instalaciones sanitarias, de calefacción, para piscinas o fines industriales), de la fuente energética que sustituye (electricidad, fuel oil, gas, leña, etc), del correcto mantenimiento y del buen uso del equipo.

Si bien la instalación requiere de una importante inversión inicial, existen organismos que brindan financiamiento así como también garantías, que intentan superar esta limitante.

En términos generales, la incorporación de la energía solar constituye un avance importante en la estructura energética del país, como forma de diversificar la matriz energética y disminuir la elevada dependencia de energías importadas. Si bien el mercado uruguayo no se encuentra comparativamente desarrollado con el mercado internacional, el Estado se muestra interesado en avanzar en este tema.

Es muy importante para incorporar la energía solar térmica a la vida cotidiana de las personas, un conocimiento profundo de sus beneficios económicos, ambientales, estratégicos y sociales.

En términos generales, la incorporación de la energía solar constituye un avance importante en la estructura energética del país, como forma de diversificar la matriz energética y disminuir la elevada dependencia de energías importadas. Si bien el mercado uruguayo no se encuentra comparativamente desarrollado con el mercado internacional, el Estado se muestra interesado en avanzar en este tema.

ANEXOS

A. LEY 18.585

1 E / 949<sup>1</sup>

*Poder Legislativo*

LEY Nº 18.585

*El Senado y la Cámara de  
Representantes de la República  
Oriental del Uruguay, reunidos en  
Asamblea General,*

*Decretan*

**ARTÍCULO 1°.**- Declárase de interés nacional la investigación, el desarrollo y la formación en el uso de la energía solar térmica.

**ARTÍCULO 2°.**- Facúltase al Poder Ejecutivo a conceder las exoneraciones previstas en la Ley Nº 16.906, de 7 de enero de 1998 (Ley de Promoción de Inversiones), para la fabricación, implementación y utilización efectiva de la misma.

**ARTÍCULO 3°.**- A partir de los seis meses de promulgada esta ley, los permisos de construcción para centros de asistencia de salud, hoteles y clubes deportivos en los que su previsión de consumo para agua caliente involucre más del 20% (veinte por ciento) del consumo energético total, sólo serán autorizados cuando incluyan las instalaciones sanitarias y de obras para la incorporación futura de equipamiento para el calentamiento de agua por energía solar térmica, sin perjuicio de lo establecido en el artículo 10 de la presente ley.

*Los 9 de setiembre de 1996*

**ARTÍCULO 4º.**- A partir de los dos años de promulgada esta ley, los permisos de construcción de las edificaciones con las características referidas en el artículo anterior, sólo serán autorizados cuando incluyan equipamientos completos que permitan cubrir al menos un 50% (cincuenta por ciento) de su aporte energético para el calentamiento de agua por energía solar térmica.

**ARTÍCULO 5º.**- Las disposiciones establecidas en los artículos 3º y 4º de la presente ley regirán cuando los permisos refieran a obra nueva o a rehabilitaciones integrales de las respectivas edificaciones.

**ARTÍCULO 6º.**- Todas aquellas construcciones nuevas del sector público cuya previsión de consumo para agua caliente involucre más del 20% (veinte por ciento) del consumo energético total deberán contar, dentro de los cinco años de promulgada esta ley, con al menos un 50% (cincuenta por ciento) de su aporte energético para calentamiento de agua mediante energía solar térmica.

**ARTÍCULO 7º.**- A partir de los seis meses de promulgada la presente ley, el Ministerio de Industria, Energía y Minería podrá exigir, a todos los nuevos emprendimientos industriales o agroindustriales, una evaluación técnica de la viabilidad de instalación de colectores solares con destino al ahorro energético por precalentamiento de agua.

**ARTÍCULO 8º.**- A partir de los tres años de vigencia de la presente ley las piscinas climatizadas nuevas o aquellas existentes que se reconviertan en climatizadas, deberán contar con el equipamiento completo para el calentamiento de agua por energía solar térmica, siempre que no utilicen otras fuentes de energía renovables con ese fin.

**ARTÍCULO 9º.**- El Ministerio de Industria, Energía y Minería determinará las normativas exigibles y aplicables para el equipamiento, en lo referente a su calidad y eficiencia, a los efectos del cumplimiento de la presente ley.

**ARTÍCULO 10.**- El Poder Ejecutivo, en consulta con los organismos competentes, podrá determinar excepciones a través de la reglamentación, por razones tales como volumen de consumo de agua, área, porte de los equipos,

horas de sombra o utilización de otros mecanismos de generación de energía. Podrá asimismo, establecer la ampliación de los plazos y la reducción de los porcentajes para las construcciones o instalaciones descritas en los artículos 3º, 4º, 6º, 7º y 8º de la presente ley.

**ARTÍCULO 11.-** Los Ministerios de Industria, Energía y Minería, de Desarrollo Social y de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente tendrán a su cargo la coordinación de un programa tendiente a procurar la facilitación en el uso de la energía solar térmica.

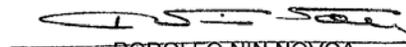
Sin perjuicio de lo señalado en el inciso precedente podrán ser invitadas a participar todas aquellas instituciones u organizaciones que puedan aportar sus conocimientos en esta temática así como las empresas energéticas públicas y privadas del país.

**ARTÍCULO 12.-** Facúltase al Poder Ejecutivo para la exoneración y devolución total o parcial de los Impuestos al Valor Agregado (IVA), Específico Interno (IMESI) e impuestos aduaneros, a los colectores solares de fabricación nacional e importados no competitivos con la industria nacional, así como los bienes y servicios nacionales e importados no competitivos con la industria nacional, necesarios para su fabricación.

**ARTÍCULO 13.-** El Poder Ejecutivo reglamentará la presente ley dentro de los ciento ochenta días contados a partir de su promulgación.

Sala de Sesiones de la Cámara de Senadores, en Montevideo, a 8 de setiembre de 2009.

  
CLAUDIA PALACIO  
Prosecretaria

  
RODOLFO NIN NOVOA  
Presidente

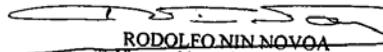
*Presidencia de la República Oriental del Uruguay*

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGIA Y MINERIA  
MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS  
MINISTERIO DE EDUCACION Y CULTURA  
MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PUBLICAS  
MINISTERIO DE SALUD PUBLICA  
MINISTERIO DE GANADERIA, AGRICULTURA Y PESCA  
MINISTERIO DE TURISMO Y DEPORTE  
MINISTERIO DE VIVIENDA, ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y MEDIO  
AMBIENTE  
MINISTERIO DE DESARROLLO SOCIAL

Montevideo, 18 SET. 2009

Cumplase, acúsese recibo, comuníquese, publíquese e insértese en el Registro Nacional de Leyes y Decretos, la Ley por la que se declara de interés nacional la investigación, el desarrollo y la formación en el uso de la energía solar.



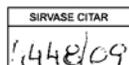
  
RODOLFO NIN NOVOA  
Vicepresidente de la República  
en ejercicio de la Presidencia

## B. DECRETO 44448/09



Paysandú 1101 4º Piso - C.P.11.000  
Tel: (598 2) 900 0231 al 33  
Correo: info@miem.gub.uy  
Montevideo - Uruguay

SECRETARIA DE ESTADO



**MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGIA Y MINERIA**  
**MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS**

Montevideo, - 3 AGO. 2009

**VISTO:** La necesidad de promover la generación de energía para diversificar la matriz energética de país, el uso de fuentes de energía autóctonas y renovables, la eficiencia energética, la generación de puestos de trabajo y la adquisición de conocimientos y capacidades para el país, orientado a la producción de bienes y servicios de mediana y alta tecnología en industrias estratégicas.-----

**CONSIDERANDO: I)** que la promoción de las actividades antedichas encuadra plenamente en los objetivos establecidos en la Ley N° 16.906 de 7 enero de 1998, y en el decreto N° 455/007 de 26 de noviembre de 2007, particularmente en lo que refiere a la generación de empleo calificado, incremento de investigación, desarrollo e innovación, y producción más limpia;

**II)** conveniente, en tal virtud, hacer uso de las facultades otorgadas al Poder Ejecutivo por el artículo 11° de la referida disposición legal.-----

**ATENTO:** a lo expuesto.-----

As 245

**EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA**  
**DECRETA**

**TITULO I**  
**Disposiciones Generales**

**ARTICULO 1º.-** Decláranse promovidas, al amparo del artículo 11 de la Ley N° 16.906 de 7 de enero de 1998, las siguientes actividades:

- a) La generación de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables no tradicionales.
- b) La generación de energía eléctrica a través de cogeneración.
- c) La producción de energéticos proveniente de fuentes renovables.
- d) La transformación de energía solar en energía térmica.
- e) La conversión de equipos y/o incorporación de procesos, destinados al uso eficiente de la energía.
- f) La prospección y exploración de minerales Clase I, según lo establece la Ley N° 15.242 Código de Minería del 8 de enero de 1982 y sus modificaciones.

- g) Los servicios brindados por Empresas de Servicios Energéticos (ESCOs) registradas en la DNETN y calificadas como categoría A.
- h) La fabricación nacional de maquinarias y equipos con destino a las actividades mencionadas anteriormente.

## **TITULO II**

### **Definiciones**

**ARTÍCULO 2º.-** A los efectos de lo dispuesto en el presente decreto, se consideran:

- a) **Fuentes renovables no tradicionales** a la energía hidráulica de pequeño porte, a la energía eólica, a la energía solar térmica y fotovoltaica, a la energía geotérmica, a la energía mareomotriz, a la energía undimotriz y a las distintas fuentes de biomasa utilizada de manera sustentable.
  - b) **Uso eficiente de la Energía (UEE)** a todos los cambios que resulten en una disminución económicamente conveniente de la cantidad de energía necesaria para producir una unidad de actividad económica o para satisfacer los requerimientos energéticos de los servicios que requieren las personas asegurando un igual o superior nivel de calidad y una disminución de los impactos ambientales negativos cuyo alcance abarca la generación, transmisión distribución y consumo de energía. Asimismo se comprende dentro del concepto de UEE la sustitución de fuentes energéticas tradicionales, por fuentes de energía renovables no tradicionales que permitan la diversificación de la matriz energética y la reducción de emisiones de gases contaminantes.
  - c) **Cogeneración:** a la generación simultánea de energía eléctrica (o mecánica) y energía térmica útil destinada a algún proceso, utilizando la misma fuente de energía. A los efectos de este decreto, se considerarán como sistemas de cogeneración a aquellos que puedan ser clasificados como de Uso Eficiente de la Energía (UEE).
  - d) **Fuentes energéticas tradicionales** a los combustibles fósiles y la hidroelectricidad de gran porte.
  - e) **Maquinaria, equipo o componente nacional,** a aquellos que en su estructura de costos incorporen al menos un 35% de participación nacional.
- 
-



Paysondi 1101 4º Piso - C.P.11.000  
Tel: (598 2) 900 0231 al 33  
Correo: info@miem.gub.uy  
Montevideo - Uruguay

SECRETARIA DE ESTADO

SIRVASE CITAR

4448/09

### TITULO III Beneficios fiscales

**ARTÍCULO 3º.-** Exonérase del Impuesto a las Rentas de las Actividades Económicas, a las rentas originadas en las actividades a que refieren los literales b), c), d) e), g) y h) del artículo 1º, de acuerdo a lo siguiente:

- a) 90% (noventa por ciento) de la renta neta fiscal originada en la actividad promovida, en los ejercicios iniciados entre el 1º de julio de 2009 y el 31 de diciembre de 2014.
- b) 60% (sesenta por ciento), en los ejercicios iniciados entre el 1º de enero de 2015 y el 31 de diciembre de 2017.
- c) 40% (cuarenta por ciento), en los ejercicios iniciados entre el 1º de enero de 2018 y el 31 de diciembre de 2020.

As. 245

Para las actividades definidas por el literal a) del artículo 1º, la exoneración será:

- a) 90% (noventa por ciento) de la renta neta fiscal en los ejercicios iniciados entre el 1º de julio de 2009 y el 31 de diciembre de 2017.
- b) 60 % (sesenta por ciento) en los ejercicios iniciados entre el 1 de enero de 2018 y el 31 de diciembre de 2020.
- c) 40% (cuarenta por ciento), en los ejercicios iniciados entre el 1º de enero de 2021 y 31 de diciembre de 2023.

Para los literales a) y b) del Artículo 1º estas exoneraciones sólo se aplican a la energía eléctrica vendida en el mercado de contratos a término, definido por el Decreto 360/2002 de 11 de setiembre de 2002.

**ARTÍCULO 4º.-** Exonérase del Impuesto a las Rentas de las Actividades Económicas, a las rentas originadas en las actividades a que refiere el literal f), de acuerdo al siguiente detalle:

- a) 75% (setenta y cinco por ciento) de la renta neta fiscal originada en la actividad promovida, en los ejercicios iniciados entre el 1º de julio de 2009 y el 31 de diciembre de 2013.
- b) 40% (cuarenta por ciento), en los ejercicios iniciados entre el 1º de enero de 2014 y el 31 de diciembre de 2018.

**ARTICULO 5º.-** Las rentas netas fiscales que sirvan de base para la aplicación de los porcentajes a que refieren los literales precedentes, no podrán ser objeto de ningún otro beneficio en materia del Impuesto a las Rentas de las Actividades Económicas. Tampoco podrá exonerarse al amparo de otros regímenes de exención, el impuesto que surja de aplicar a la parte de

la renta no exonerada en virtud de la aplicación de los citados porcentajes, la alícuota correspondiente.

Se entenderá que la totalidad de la renta neta fiscal del contribuyente corresponde a la actividad promovida, cuando los ingresos del ejercicio vinculados a las actividades a que refieren los literales a) a h) del artículo 1º superen el 75% (setenta y cinco por ciento) del total de ingresos totales por la enajenación de bienes y prestaciones de servicios propios del giro de la empresa.

Por ingresos propios del giro de la empresa se entenderán, además de los originados en las actividades enunciadas en los citados literales a) a h), los derivados de las enajenaciones de bienes y prestaciones de servicios que formen parte de procesos agropecuarios, industriales o de servicios conexos a dichas actividades, o cuyos subproductos constituyan insumos de las mismas.

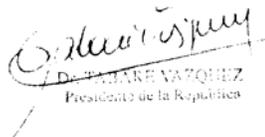
**ARTÍCULO 6º.-** Para tener derecho a los beneficios dispuestos en el presente decreto, las empresas que desarrollen las actividades comprendidas en la declaratoria promocional deberán presentar ante la Comisión de Aplicación establecida en el artículo 12 de la Ley Nº 16.906 de 7 de enero de 1998, la correspondiente solicitud de exoneración. Dicha solicitud deberá incluir una declaración jurada, previamente conformada por la Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear, en la que se establecerá:

- a) La actividad a desarrollar por la solicitante en mérito a la cual solicita la exoneración;
- b) Las inversiones en maquinaria, componentes, equipos e insumos a realizar, discriminando tipo, valor y cantidad de dichos bienes.

La Comisión de Aplicación con el asesoramiento de la Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear, establecerá los procedimientos de control y la información contable y financiera que deberán presentar los beneficiarios en función de la actividad a desarrollar y de la magnitud del emprendimiento.

**ARTÍCULO 7º.-** Es competencia de la Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear la definición de los conceptos de las diferentes fuentes de energías, de eficiencia energética y sustentabilidad. Asimismo es quien define y determina la categorización de las Empresas de Servicios Energéticos.

**ARTÍCULO 8º.-** Comuníquese y publíquese.



DE LA REPÚBLICA VENEZOLANA  
Presidente de la República

## C. DECRETO 150/07

### CAPÍTULO VI EXONERACIONES

#### SECCIÓN I - EXONERACIÓN POR INVERSIONES

**Artículo 114º.- Beneficio.-** Los contribuyentes del Impuesto podrán exonerar hasta un máximo del 40% de las rentas invertidas en la adquisición de los bienes que se indicarán y hasta el 20% de las rentas invertidas en las construcciones y ampliaciones establecidas en los literales A) y B) del inciso 2º del artículo 53º del Título que se reglamenta.

A estos efectos se entenderá por inversión la adquisición de bienes del activo fijo.

En todo caso las rentas que se exoneren no podrán superar el 40% de las rentas netas del ejercicio una vez deducidas las exoneraciones por otras disposiciones incluso las que se exoneren en virtud de lo establecido por la Sección III del presente Capítulo.

**Artículo 115º.- Inversiones.-** Se entiende que un bien mueble ha sido adquirido cuando, como consecuencia de un contrato de compraventa o de permuta, aquél haya sido recibido en forma real o ficta, o cuando hubiera sido construido por la propia empresa. La exoneración se hará efectiva en el ejercicio en el cual se adquiera o se termine la construcción del bien.

Cuando se trate de construcción y ampliación de edificio el monto exonerable se determinará por el costo de obra incurrido en el ejercicio, en la forma y condiciones que determine la Dirección General Impositiva.

La exoneración no comprende la adquisición de inmuebles ni la de empresas o cuotas de participación en las mismas.

**Artículo 116º.- Bienes muebles.-** Los bienes cuya adquisición podrá dar lugar a la exoneración que se reglamenta en este Capítulo serán:

- a) Máquinas e instalaciones destinadas a actividades industriales, comerciales y de servicios, con exclusión de las financieras y de arrendamiento de inmuebles.
- b) Maquinaria agrícola, que comprenderá la utilizada por los establecimientos agropecuarios para la producción de bienes primarios.
- c) Mejoras fijas en el sector agropecuario. Se considerarán tales, las siguientes:
  - Tajamares
  - Represas
  - Pozos y perforaciones
  - Molinos de viento
  - Tanques australianos
  - Bombas para extraer agua
  - Bretes para vacunos y lanares
  - Tubos, cepos
  - Balanza fija
  - Porterías
  - Gallineros, chiqueros y conejeras
  - Represas con destino a irrigación
  - Tanques de frío
  - Instalaciones para la distribución de energía eléctrica dentro del establecimiento y paneles solares
  - Equipamiento para trazabilidad
- d) Vehículos utilitarios. Se entenderán por tales: chasis para camiones, camiones, tractores para remolque, remolques y zorras.
- e) Equipos para el procesamiento electrónico de datos, excluida la programación (software).
- f) Bienes de capital destinados a mejorar la prestación de servicios al turista: adquisición realizada por los hoteles de televisores y de ómnibus para el traslado de sus pasajeros.

- g) Maquinarias, instalaciones y equipos, destinados a la innovación y a la especialización productiva, en tanto no se encuentren incluidos en los literales anteriores, de conformidad con lo que establezca el Poder Ejecutivo con el asesoramiento de la Agencia Nacional de la Innovación.

## D. ENCUESTA A HOGARES.

ENCUESTA CONSUMO DE ENERGÍA EN HOGARES				
<b>Cantidad de habitantes en el hogar</b>				
	<b>Potencia</b>	<b>Números de lámparas</b>	<b>Horas de uso diario</b>	
<b>Incandescentes</b>				
	25W			
	40W			
	60W			
	75W			
	100W			
<b>Tubo fluorescente</b>				
	15W			
	18W			
	21W			
	28W			
	35W			
<b>Lámparas bajo consumo</b>				
	9W			
	11W			
	15W			
	20W			
<b>Calefón</b>	<b>Cantidad de litros</b>	<b>Cantidad</b>		
	10			
	20			
	30			
	40			
	60			
	80			
	110			
<b>Heladera</b>	<b>Cantidad de puertas</b>	<b>Cantidad</b>		
	1			
	2			
	Frigobar			
<b>Aire acondicionado</b>	<b>Tipo</b>	<b>Días de uso</b>	<b>Horas de uso diario</b>	
	7500 BTU			
	9000 BTU			
	12000 BTU			
	15000 BTU			
	18000 BTU			
	Ventilador pequeño			
	Ventilador de techo			
<b>Televisores</b>		<b>Días de uso</b>	<b>Horas de uso diario</b>	<b>Cantidad</b>
	14"			
	20"			
	29"			
<b>Equipo de audio</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Días de uso</b>	<b>Horas de uso diario</b>	
<b>Computadora</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Días de uso</b>	<b>Horas de uso diario</b>	
<b>Microondas</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Días de uso</b>	<b>Horas de uso diario</b>	
<b>Pago de UTE</b>	<b>Mes</b>	<b>\$U</b>		

## **BIBLIOGRAFÍA.**

### **Bibliografía consultada**

- Centro Uruguayo de Tecnologías apropiadas: [www.ceuta.org.uy](http://www.ceuta.org.uy)
  - Catalogo Renovables
  - Manual de Energía Solar
  - Energía, Ambiente y Desarrollo en el MERCOSUR
  - Energía Solar
  - Ecología política del cambio climático
  
- Mesa Solar: [www.mesasolar.org](http://www.mesasolar.org)
  - Proveedores de equipos
  - Energía solar térmica guía para usuarios
  - Espacio multisectorial para la promoción de la energía solar térmica
  - 1er Aniversario de la Mesa Solar – Construyendo la energía del futuro
  - La experiencia de los colectores solares en el Parque de Vacaciones UTE ANTEL
  - Ley de energía solar térmica: implicancias, obligaciones y beneficios para su aplicación
  
- Ministerio de industria, Energía y Minería: [www.miem.gub.uy](http://www.miem.gub.uy)
  - Estrategias de mitigación del cambio climático sector energético

- Energía solar en Uruguay – Breve reseña del estado de situación de esta tecnología en el país.
- Energía solar térmica en Uruguay – Resultados de entrevistas con productores e importadores de colectores solares
- Balance energético nacional 2008
  
- ➔ Real Academia de Ingeniería de España: [www.energiasur.com](http://www.energiasur.com)
  
- Energía y desarrollo sostenible
  
- ➔ Presidencia de la Republica Oriental del Uruguay: [www.presidencia.gub.uy](http://www.presidencia.gub.uy)
  
- Ley 18.585, del 18 de setiembre de 2009
- Ley 16.906, del 7 de enero de 1998
- Decreto 448, del 3 de agosto de 2009
- Decreto 150/007
  
- ➔ Normas UNIT ISO: [www.unit.org.uy](http://www.unit.org.uy)
  
- 9806 – 1: 1994, octubre 2008
- 9806-2: 1995, noviembre 2008
- 9806-3: 1995, diciembre 2008
- 705: 2009, mayo 2009
  
- ➔ Intendencia Municipal de Montevideo: [www.montevideo.gub.uy](http://www.montevideo.gub.uy)
  
- Desarrollo productivo y energías renovables

- Facultad de Ciencias Sociales: [www.fcs.edu.uy](http://www.fcs.edu.uy)
  - Artículo de Lucia Caldes Acosta
  - Artículo de Reto Bertoni
  
- Eficiencia Energética Uruguay: [www.eficienciaenergetica.gub.uy](http://www.eficienciaenergetica.gub.uy)
  - Consulta de consumo energético
  
- Administración Nacional de Combustibles y Alcohol y Portland (ANCAP): [www.ancap.com.uy](http://www.ancap.com.uy)
  - Bicom bustibles, una necesidad más que una alternativa
  
- Repartido Teórico Cátedra: Negocios con el exterior
  
- Decisiones Financieras Ricardo Pascale
  
- Facultad Arquitectura ORT: Manual energía solar térmica e instalaciones asociadas
  
- Estudio preparado para la comisión de sindicatos del sector energético del MERCOSUR (COSSEM) – Lic. Gerardo Honty
  
- Suplemento: Análisis tributario Ferrere, Noviembre 2009.

### **Entrevistas realizadas**

- Ing. Químico Wilson Sierra y Pedro Galione: MIEM – DNETN
- Arq. Alicia Mimbacas y Sociólogo Gerardo Honty: Centro Uruguayo de Tecnologías Apropriadas (CEUTA)
- Senador Rafael Michelini: Parlamento del Uruguay
- Marcelo Ordoqui Departamento Comercial Balmoral Plaza Hotel
- Encargado de mantenimiento: Hotel Los Ángeles
- BROU
- Desp. Aduana Daniel Olaizola: JAUME Y SERE S.A.
- CALORSUN
- Alejandro Baroni: Baroni Acondicionamiento Térmico.
- Alejandro Beschart: CONSOL
- Roxana Mirza: UTE

### **Otros sitios consultados**

- Sistema Nacional de garantías para empresas: [www.siga.com.uy](http://www.siga.com.uy)
- Agencia Nacional de Investigación e Innovación: [www.anii.org.uy](http://www.anii.org.uy)
- Banco de la República Oriental del Uruguay: [www.brou.com.uy](http://www.brou.com.uy)
- Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente: [www.mvotma.gub.uy](http://www.mvotma.gub.uy)
- Consolar: [consolar/www.deisrael.com](http://consolar/www.deisrael.com)
- Energía solar en España: <http://emiliomarquez.com/2008/10/26/la-energía-solar-en-espana/>
- Diario el País: [www.elpais.com.uy](http://www.elpais.com.uy)
- Diario el Observador: [www.observa.com.uy](http://www.observa.com.uy)
- [www.produccionnacional.com.uy](http://www.produccionnacional.com.uy)
- [www.ecolosfera.com](http://www.ecolosfera.com)
- [www.mantenimientoindustrial.wikispaces.com](http://www.mantenimientoindustrial.wikispaces.com)