



Diseño de kit solar didáctico para el aprovechamiento de la energía solar en el Paraguay

Thalia Alicia Morel Otazú – Esteban Kiyoshi Segovia Nishioka

Orientador Ing. Tamatiá Colmán Aveiro

Universidad Católica "Nuestra Señora de la Asunción" - Facultad de Ciencias y Tecnología

Paraguay

1.1 Resumen

Este trabajo busca despertar la conciencia ciudadana en el marco de la reutilización de materiales reciclables y el uso de una energía limpia renovable. Iniciando de esta manera un proceso, que se pretende vaya multiplicándose, para minimizar futuros desperdicios de elementos y la sustitución paulatina de las energías de fuentes fósiles y contaminantes.

Está orientado principalmente a educadores y a través de ellos a los niños y jóvenes del país, buscando despertar en ellos la curiosidad e interés sobre todo aquello que es posible realizar, a costos reducidos, utilizando la energía renovable disponible y abundante proveniente del sol.

Serán presentados aspectos técnicos y datos específicos sobre las energías solar térmica y fotovoltaica, a fin de poder ofrecer instrucciones para la construcción artesanal de soluciones para satisfacer necesidades familiares básicas, principalmente de los habitantes de zonas aisladas del país que no tienen acceso a la energía eléctrica, ya sea por falta de redes de distribución como también el elevado costo de ella.

El trabajo presentará resultados de pruebas de artefactos que hacen uso de la energía solar en su forma más directa como es la térmica a través de un esquema para purificación de agua, aparatos para cocinar y procedimientos para calentar agua de uso sanitario; así también en su aplicación fotovoltaica transformando la energía solar en eléctrica para el uso de juguetes, lámparas y cargadores de aparatos electrónicos.

1.2 Palabras clave

Energía solar térmica, Energía solar fotovoltaica, Utilización de materiales reciclables, Energía Solar orientada a educadores y educandos.

1.3 Cuerpo del trabajo

1. INTRODUCCIÓN

La calidad de vida del ser humano está íntimamente relacionada con el acceso a los servicios básicos, entre ellos se destaca la energía eléctrica; a través de la cual el individuo dispone de luz artificial, refrigeración y comunicación por cable y radio.

Considerando la problemática medioambiental existente en el planeta, existe un esfuerzo para sustituir las fuentes de energías fósiles y contaminantes por energías limpias y renovables. Entre ellas se destaca por su disponibilidad global la Energía Solar.



XIII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
06 y 07 de Setiembre de 2018

En el Paraguay gran parte de la población aún no tiene conocimientos sobre el aprovechamiento de la Energía Solar y los grandes beneficios de su uso ya sea de forma Térmica o Fotovoltaica, por lo que esta tecnología limpia se utiliza de manera muy escasa actualmente.

2. JUSTIFICACIÓN

La problemática medioambiental afecta a todo el planeta y a cada uno de los habitantes, sin embargo, existe poca o ninguna conciencia al respecto de lo que cada individuo puede realizar para contrarrestar el impacto de sus acciones diarias.

La utilización de energía de fuentes fósiles, no renovables y contaminantes sigue en aumento, en forma de combustibles derivados del petróleo, carbón, gas natural y gas licuado de petróleo.

A pesar de que nuestro país cuenta con grandes hidroeléctricas no toda la población tiene acceso a la energía generada por las mismas, implicando esto que gran parte de los ciudadanos siguen cocinando con gas, leña o carbón y en muchos casos tampoco cuentan con agua potable, desconociendo la posibilidad de acceder a una fuente calórica y energética brindada por el Sol.

Los nuevos Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), presentan la singularidad de instar a todos los países, ya sean ricos, pobres o de ingresos medianos, a adoptar medidas para promover la prosperidad al tiempo que protegen el planeta. Reconocen que, las iniciativas para acabar con la pobreza deben ir de la mano de estrategias que favorezcan el crecimiento económico y aborden una serie de necesidades sociales, entre las que cabe señalar la educación, la salud, la protección social y las oportunidades de empleo, a la vez que luchan contra el cambio climático y promueven la protección del medio ambiente.

Este trabajo está dentro de los siguientes ODS: Objetivo 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos; además, de manera parcial, el Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos; y por consecuencia indirecta del Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. [1]

El 10 de octubre de 2016 se aprobó a través del decreto N° 6092 la Política Energética de la República del Paraguay elaborada por un equipo multidisciplinario bajo la coordinación del Gabinete del Viceministerio de Minas y Energías con aprobación de la Mesa Energética Nacional.

En el decreto se establece desarrollar las energías renovables hasta un 10% en la matriz energética para el 2040. Fueron definidos cinco Objetivos Estratégicos, dentro de los cuales, dos de ellos están relacionados con este proyecto:

1- Garantizar la seguridad energética con criterios de autoabastecimiento, eficiencia, mínimo costo, con responsabilidad socio-ambiental, que acompañe el desarrollo productivo del país.

5- Propiciar, en la población, la comprensión sobre la importancia de la energía y su uso sostenible como factor de desarrollo integral. [2]

A pesar de tener un gran potencial, en la actualidad, la energía solar no se ha desarrollado mucho en el Paraguay. La radiación global horizontal diaria tiene, en promedio, 1725 kWh/m² con una media de 300 días claros al año, que corresponde a un potencial muy interesante para el aprovechamiento de la misma. [3]

XIII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
06 y 07 de Setiembre de 2018

Una posible solución, para esta falta de conocimiento sobre la energía solar, sería despertar la conciencia e interés sobre el uso de esta fuente energética, y sus grandes beneficios en todos los habitantes del Paraguay iniciando por los niños y jóvenes del país.

En enero del año 2014, la Administración Nacional de Electricidad (ANDE) en conjunto con la Dirección de Planificación General y Política Empresarial (DP), la División de Estudios Energéticos (DEE) y el Departamento de Estudios de Generación y Transmisión crearon el Plan Maestro de Generación y Transmisión para el periodo 2014-2023, el cual plasma las necesidades del Sistema Interconectado Nacional (SIN). El Plan se centra fundamentalmente en las obras de refuerzo que permiten atender la demanda. Si bien la definición de un Plan de Obras se ve influenciado por diversos factores, el de mayor preponderancia es el escenario de crecimiento de la demanda.

Dentro de los estudios realizados en el Plan Maestro, se muestra que a partir del año 2025 se estaría teniendo un déficit en el Margen de Reserva de Generación, el cual se puede observar en la siguiente figura. [4]

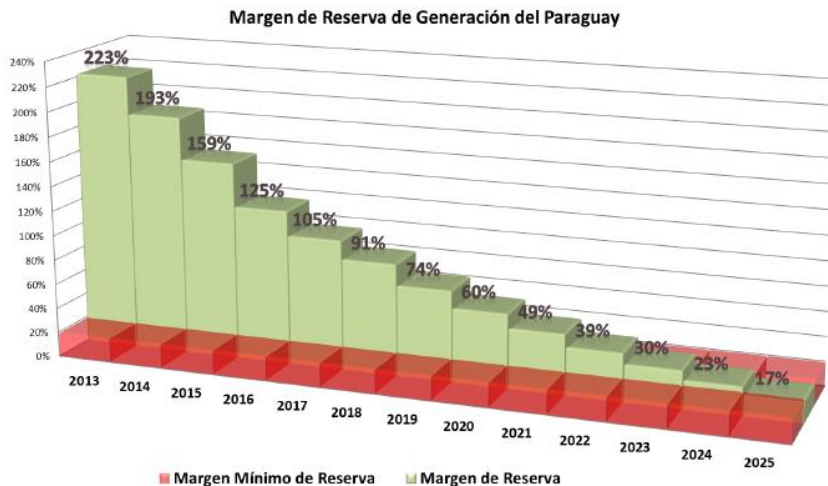


Figura 1: Margen de Reserva de Generación del Paraguay 2013-2025

Enfrentarnos al Margen de Reserva de Generación afectaría la calidad de vida de todos los habitantes, así también evitaría el crecimiento de la sociedad por no atraer nuevos inversionistas al país. El uso de energías renovables, en especial la solar y eólica, presenta una solución posible para no ingresar al Margen de Reserva en los próximos años, debido a que requieren un menor tiempo para su construcción.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Energía Solar

La energía solar es la energía que se obtiene de la radiación emitida por el sol. Se manifiesta de dos maneras, luz y calor. Ambas juegan un papel sumamente importante en la vida de nuestro planeta. [5]

Para el diseño de cualquier sistema es de suma importancia conocer la cantidad de energía disponible, en este caso de radiación solar diaria en el punto de la tierra donde se instalará. Las tecnologías que utilizan la energía solar se clasifican en dos grandes grupos, la solar térmica y la solar fotovoltaica.



**XIII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
06 y 07 de Setiembre de 2018**

La energía solar térmica es utilizada para la generación de calor, que a su vez puede ser aprovechada en forma directa o transformada en energía mecánica o en frío. La energía solar fotovoltaica, en cambio, sirve para la generación de electricidad mediante elementos compuestos de semiconductores que funcionan sobre la base del efecto fotoeléctrico, es decir, la conversión directa de luz solar en electricidad. [6]

3.2 Energía Solar Térmica

Todas las tecnologías que funcionan a través del calor generado por el sol pertenecen a la categoría de energía solar térmica. Esta tecnología se puede dividir en dos niveles. El primer nivel donde las aplicaciones hacen una gran contribución en los países en desarrollo, ya que pueden ser creadas con un bajo nivel de tecnología, con dispositivos simples como cocinas solares y calentadores de agua. Estas aplicaciones usan directamente el calor del sol.

Si bien el uso directo de energía solar térmica está bien desarrollado comercialmente, la generación de energía solar térmica sigue siendo muy nueva y aún no se ha desarrollado en términos comerciales a gran escala.

Cualquier sistema que utilice energía solar térmica se compone de un captador solar, también llamado colector solar o panel solar térmico, que es el dispositivo diseñado para recoger la energía radiada por el sol y convertirla en energía térmica. Los colectores se dividen en dos grupos dependiendo de la temperatura que puedan alcanzar. Los de baja temperatura entrarían en el primer nivel de esta tecnología ya que se utiliza en sistemas domésticos y los de alta temperatura son utilizados para producir vapor que mueve una turbina.

Un colector solar está constituido por un absorbente de color negro normalmente, una cubierta transparente y conductos fijados al absorbente, por los cuales circula el fluido refrigerante, que, según la aplicación, es aire, agua o un aceite térmico. [6]

El absorbente es la parte más importante del colector solar, ya que es el elemento que genera el calor a partir de la radiación solar interceptada. Este calor es inmediatamente transferido al fluido refrigerante que es transportado luego en un conducto a su destino, a fin de ser acumulado o para realizar el proceso para el cual el sistema ha sido diseñado. [6]

El principal rol de la cubierta transparente, la cual es normalmente de vidrio, es evitar que el calor emitido por el absorbente escape al ambiente, lo que permite alcanzar temperaturas más elevadas del fluido refrigerante. El vidrio tiene la propiedad de ser transparente para la luz, pero opaco para la radiación infrarroja (calor). Dicho fenómeno es denominado efecto invernadero. [6]

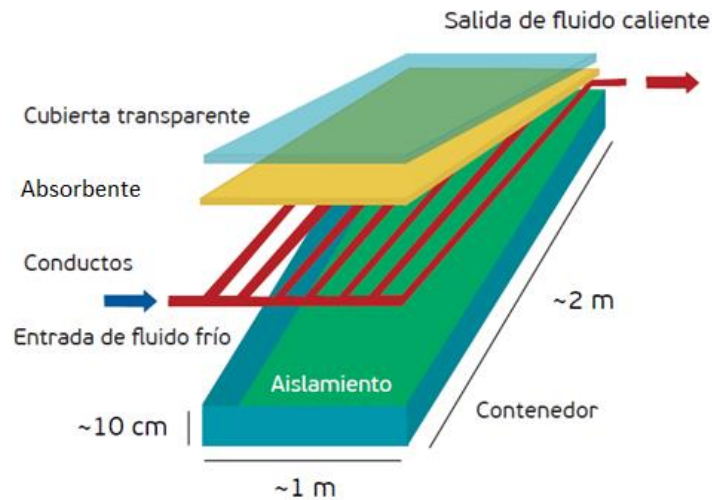


Figura 2: Esquema de funcionamiento de un colector solar

3.3 Energía Solar Fotovoltaica

La Energía Solar Fotovoltaica es una tecnología que genera corriente continua por medio de semiconductores cuando éstos son iluminados por un haz de fotones. Mientras la luz incide sobre una célula solar se genera potencia eléctrica; cuando la luz se extingue, la electricidad desaparece. [7]

La radiación solar puede transformarse directamente en energía eléctrica. A este fenómeno se lo denomina efecto fotovoltaico. El fenómeno FV se produce cuando la luz incide sobre un semiconductor de silicio y el bombardeo de los fotones libera electrones de los átomos creando dos cargas libres, una positiva y otra negativa. El equilibrio eléctrico de la juntura N-P se ve alterado por la presencia de estas nuevas cargas libres. Si al semiconductor se le conectan dos cables (uno por cada zona), se verifica la existencia de un voltaje entre los mismos. Si los terminales de la célula FV son conectados a una carga eléctrica, circulará una corriente eléctrica en el circuito formado por la célula, los cables de conexión y la carga externa. [5]

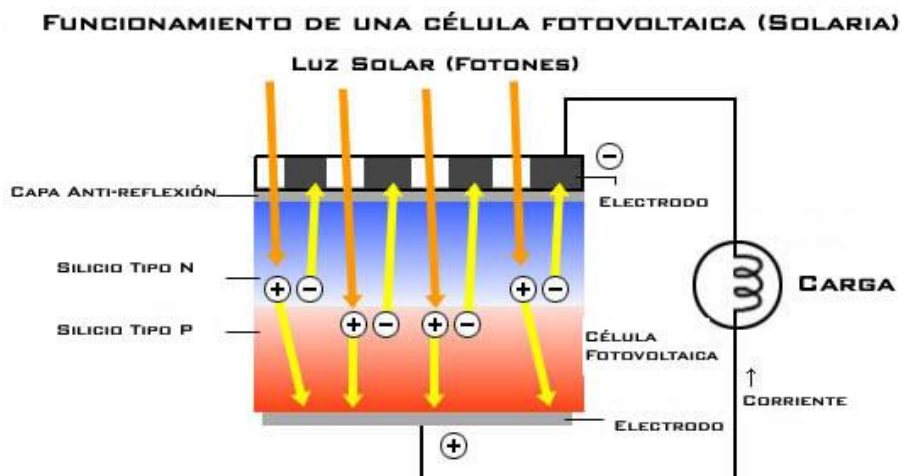


Figura 3: Fenómeno fotovoltaico

4. DESARROLLO DEL KIT PROPUESTO

El Kit Solar Didáctico, denominado desde ahora KSD, está compuesto por dos partes principales. Ambas se enfocan en el uso práctico de la energía solar, siendo la primera sobre la transformación de energía solar a energía térmica y la otra a energía eléctrica. Incluye un documento denominado manual de instrucciones brindando informaciones básicas para entender el funcionamiento de todos los elementos requeridos, a través de ilustraciones para facilitar su comprensión.

El manual de instrucciones da énfasis a la utilización de materiales reciclados para la confección de los trabajos incluidos en el KSD, buscando la utilización de elementos disponibles en el hogar, como botellas de plástico PET, latas de aluminio, discos compactos, cartones, entre otros.



Figura 3: Elementos incluidos dentro del Kit Solar Didáctico

4.1 Kit Solar Térmico

Como parte del KSD se incluyen propuestas de desarrollo de trabajos prácticos orientados al hogar, facilitando la comprensión sobre el uso de la energía solar térmica.

Para todas las aplicaciones incluidas se utilizan mayormente materiales reciclables, de esta manera evitando la excesiva acumulación de basura, y realizarlas de la forma más sencilla y económica.

Como propuestas en este Kit tenemos: un **purificador solar de agua**, un **horno solar** y un **calefón solar**. Donde todos incluyen, en el manual también provisto, la lista de los materiales necesarios para su realización, los pasos a seguir y las instrucciones de uso.

El Kit Solar Térmico sirve para comprender que se puede utilizar la energía solar sin necesidad de transformarla a energía eléctrica y está orientado al hogar para satisfacer a las necesidades domésticas que pudieran tener o también para notar la diferencia y el ahorro en el consumo que se produce al utilizar la energía solar térmica.



XIII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
06 y 07 de Setiembre de 2018

Todas las propuestas mencionadas requieren de tres partes esenciales, incluidas en todos los colectores solares. Los mismos son: **elemento absorbente**, el cual transforma la energía luminosa en calor, una **cubierta transparente**, por la cual entra la radiación y se mantiene el calor dentro debido al efecto invernadero, y un **material aislante térmico** para evitar la pérdida del calor ya generado.

4.2 Kit Solar Fotovoltaico

La segunda parte del KSD consiste en objetos lúdicos y equipos útiles para las casas que puedan funcionar a base de la energía solar por medio de los paneles solares que podrán ser proveídos a los niños y escuelas.

Como propuestas en este Kit se tienen: **juguetes solares**, un **cargador solar básico** y un **cargador con lámpara solar**.

Incluye conocimientos básicos necesarios para la comprensión sobre el funcionamiento de los paneles solares y cómo utilizarlos en sus equipos electrónicos. Se deberán utilizar los paneles solares que cumplan con las especificaciones de voltaje y corriente requeridas por los equipos a ser energizados. Pueden conectarse directamente a los equipos y si el equipo funciona a pilas o baterías recargables se puede conectar el panel solar a las pilas o baterías para recargarlas y luego utilizarlas para poner en funcionamiento el equipo.

Se debe tener en cuenta que el panel solar entrega una corriente continua (CC), por lo tanto, tiene un terminal positivo y otro negativo. Lo mismo se cumple con las pilas y baterías. Se deben conectar los terminales con signos iguales.

4.3 Manual de Instrucciones

Este documento es un compendio escrito en forma descriptiva, detallando todos los procesos elaborados o ejecutados que integran el presente trabajo.

Se elabora el Manual de Instrucciones en base a todos los elementos mencionados anteriormente y que forman parte del KSD, teniendo en cuenta los siguientes criterios: utilizar un lenguaje sencillo de comprender, usar dibujos atractivos facilitando su interpretación, dividir en niveles de dificultad y costo, separar los elementos por tipo de energía solar requerida, diseñar el paso a paso para la construcción de cada ítem del KSD y orientar sobre la utilización objetivando un comportamiento eficiente.

Las observaciones y recomendaciones escritas fueron extraídas de las etapas de construcción y utilización de los productos presentados en el Kit y se incorporan en el manual buscando no sólo facilitar la comprensión sino además ofrecer detalles considerados importantes para llevar a cabo los trabajos de la manera más sencilla y eficiente, basado en la experiencia obtenida durante la evolución de este proyecto.

Está orientado a cualquier persona interesada en general, pero poniendo énfasis en facilitar la tarea de educandos y educadores que pretendan incursionar en el ámbito de utilización de energías renovables, haciendo uso de elementos simples y pudiendo obtener productos útiles para la vida cotidiana, siendo estas propuestas apenas unos pocos ejemplos de todo cuanto es posible realizar con la energía solar.

5. CONCLUSIÓN

En el transcurso de todo el proyecto llevado a cabo para la conclusión de este trabajo final, se han pasado por diferentes etapas que fueron individualizadas en cada uno de los elementos propuestos, cuyo objetivo final se



XIII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
06 y 07 de Setiembre de 2018

materializa en la elaboración de un Kit Solar Didáctico orientado principalmente a educandos y educadores e incluyendo también a cualquier persona con interés en incursionar dentro de la energía solar.

El documento abarca tanto elementos que utilizan la energía solar térmica como la fotovoltaica, presentando tres productos diferentes para cada una de estas modalidades. Facilitando el uso de materiales reciclables para la disminución de desperdicios, además del uso de una energía limpia y renovable como la solar favoreciendo una cultura medio ambiental.

A nivel global y por ende también a nivel nacional la población sigue en aumento ocasionando una mayor demanda en relación a los servicios públicos, tanto sanitarios como de consumo. Las energías limpias y renovables, como la solar y la eólica, pueden constituir una solución futura para satisfacer toda esa demanda, debido a la disponibilidad y sobre todo el menor tiempo que requiere la construcción de una central para la utilización de esta energía.

Sin embargo, uno de los mayores desafíos, en países como el nuestro, sigue siendo la diseminación de la información referente a su uso y un destaque de los beneficios que proporciona. Creemos que la clave de un cambio generacional sería que la información correcta llegue a temprana edad a cada niño y que éste, cuando adulto, pueda ser una fuente de información y multiplicador de nuevos hábitos, generando oportunidades de un mejor vivir para toda la población.

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Objetivos de Desarrollo Sostenible, 2015. Obtenido de Sustainable Development: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- [2] Paraguay, P. d. Decreto N° 6092. Política Energética de la República del Paraguay, Sistema Nacional de Información y Notificación, Asunción, 2016, pág. 47.
- [3] Belt, C., & Puentes, D., Situación de la energía en el Paraguay. En Situación de Energías Renovables en el Paraguay, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), Asunción, 2011, págs. 14-18.
- [4] Plan Maestro 2014-2023, enero de 2014. Obtenido de ANDE: http://www.ande.gov.py/documentos/planMastro2014_2023/PM_GyT2014-2023.pdf
- [5] Gasquet, H. L., Conversión de la Luz Solar en Energía Eléctrica, Cuernavaca: Solartronic S.A., 2004.
- [6] Pulfer, J. C., Energía Solar. En Situación de Energías Renovables en el Paraguay, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), Asunción, 2011, págs. 50-60.
- [7] Alonso Montes, J. I., Fernández Durán, A., & Jiménez Suárez, C., Energía Solar Fotovoltaica. Madrid: Ibergraphi, 2002.