

DESARROLLO Y TRANSFERENCIA DE CARGADOR SOLAR PARA DISPOSITIVOS MÓVILES

Luis H. Vera – luis.horacio.vera@comunidad.unne.edu.ar

Claudia A. Pilar – claudiapilar2014@gmail.com

María José Roibon – majoroibon@gmail.com

Universidad Nacional del Nordeste, Grupo en Energías Renovables – FaCENA- y Facultad de Ingeniería.

Ramón Raúl Sánchez – ramonraulsanchez@gmail.com

Universidad Nacional del Nordeste, Grupo en Energías Renovables – FaCENA.

Resumen. El objetivo del presente artículo es exponer los resultados del desarrollo tecnológico denominado “Cargador Solar para dispositivos móviles” y su transferencia tecnológica en la Región Nordeste de la Argentina (NEA). Se trata del diseño, dimensionado, medición y transferencia de un equipamiento autónomo para uso público que permite la recarga de celulares y dispositivos móviles en espacios de gran afluencia de público como ser el ámbito urbano y lugares turísticos. Además, proporciona luz nocturna a través de luminarias Led, y está diseñado para soportar el consumo de otras Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs). El monitoreo realizado sobre el primer prototipo en condiciones de campo y las simulaciones del comportamiento permitió determinar que el sistema responde adecuadamente a una autonomía de 2 días para una demanda diaria de 9 Ah, consigna que se había estipulado como condición de diseño. Hasta el momento se han implementado tres prototipos, uno en la peatonal de la ciudad de Resistencia, Chaco, otro en una reserva natural (Esteros del Iberá-Corrientes) y el último implantado en dependencias de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). El desarrollo tiene como principal características su diseño agradable, contemporáneo y minimalista que puede ser personalizado por las instituciones públicas o privadas que lo requieran.

Palabras clave: sistema fotovoltaico autónomo, mobiliario público, transferencia tecnológica

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad las energías renovables ocupan un lugar importante dentro de la matriz energética mundial y presentan un crecimiento sostenido principalmente debido a políticas de incentivos a la generación de energía limpia (REN21, 2015). En relación a los sistemas de generación solar a nivel mundial -ya sean Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Red (SFCR) o Sistemas Fotovoltaicos Aislados (SFA)-, el crecimiento de la capacidad instalada está principalmente asociado a la expansión de SFCR. El cual se refleja en el aumento del 34 % la capacidad instalada en el 2014, pasando de 138 GW instalados en el año 2013 a 177 GW en el año 2014 (REN21, 2015). Este crecimiento trae asociado mejoras tecnológicas en los procesos y una importante disminución en los costos de los módulos Fotovoltaicos, así como del resto del sistema (IRENA, 2015).

En diferentes países de Latinoamérica el crecimiento de la tecnología Fotovoltaica (FV) está especialmente direccionada al abastecimiento de energía eléctrica en zonas rurales mediante SFA (Fuente M, 2004). De esta manera, se han acumulado muchos años de experiencias en la implementación de generación aislada, y se ha realizado la transferencia de la tecnología hacia los pobladores rurales; los cuales se han apropiado de la misma al nivel de poder distinguir calidades, problemas, ventajas, etc.

Entre tanto, la tecnología FV todavía no ha sido aún adoptada por la población urbana de Argentina. Situación que no sigue la tendencia mundial donde la utilización de la infraestructuras, en el entorno urbano y suburbano, son la mejor opción de integración solar para reducir el impacto ambiental (Hernández et al, 2014).

Grupos de investigación y Universidades han implementado proyectos y conseguido financiación o subsidios gubernamentales para la instalación de SFCR con el fin de su estudio y difusión (Eyras y Duran, 2013) pero, estas acciones, no han producido aun el efecto de apropiación por parte de la comunidad urbana. Tampoco han sido adoptado como una forma de generación distribuida en la mayoría de las provincias; solamente tres de las veinticuatro provincias hayan implementado una regulación para la conexión de generación FV a la red de baja tensión (Santa Fé, Salta y Mendoza).

En esta situación, una posible forma de difusión tendiente a la apropiación de la energía FV en las comunidades urbanas, es a través de elementos icónicos que respondan a necesidades cotidianas. Es decir, incorporando en el ambiente urbano equipamientos y mobiliarios que permitan una interacción concreta y apropiación de la tecnología FV. Por esta razón se ha considerado la posibilidad de incorporar a equipamientos de uso público, ya sean convencionales o innovadores, la tecnología FV para promover esta transición y llevar a la población a su entendimiento.

El Cargador Solar (CS) es uno de los productos que puede transformarse en un equipamiento urbano emblemático que puede responder a la situación planteada. Equipo que lleva consigo no solo los conceptos tecnológicos utilizados para dimensionar e instalar un sistema fotovoltaico autónomo, sino que también tiene en cuenta su integración urbana,

su morfología y la utilización de materiales que permitan una recuperación de los elementos utilizados, esto es posible a través de un abordaje interdisciplinario del desafío planteado.

Se pueden encontrar diferentes tipos de mobiliarios urbanos solares comerciales o desarrollados por grupos de investigación, los cuales están principalmente orientados a responder a la necesidad de iluminación pública (Cavalcanti A. et al, 2014). También existen otros diseños específicamente orientados a la carga de dispositivos móviles (EcoCargador LG, 2015). En el territorio Nacional, en el III Foro del Desarrollo Sostenible realizado en Rosario, Santa Fe, en junio de 2014 se presentó un cargador realizado en madera reciclada (Green Energy, 2015).

2. EQUIPAMIENTO PARA EL ESPACIO PÚBLICO

El CS para Dispositivos Móviles es un equipamiento que permite recargar la batería de los celulares y otros dispositivos móviles, cuya duración promedio es actualmente muy baja por el alto número de aplicaciones disponibles que consumen muy rápidamente la batería. Integra en un solo producto distintas prestaciones como ser la iluminación y la recarga de energía para baterías de distintos dispositivos móviles, a la vez que puede servir de soporte para el marketing institucional y/o comercial. Al mismo tiempo, que actúa como medio de concientización social sobre la necesidad de una política de transición hacia el uso de las energías renovables.

En la Fig. 1 se presenta un diseño esquemático del prototipo del el cargador; el mismo cuenta con cuatro puertos USB, repisa para el apoyo de los celulares o dispositivos móviles e iluminación LED de encendido automático.

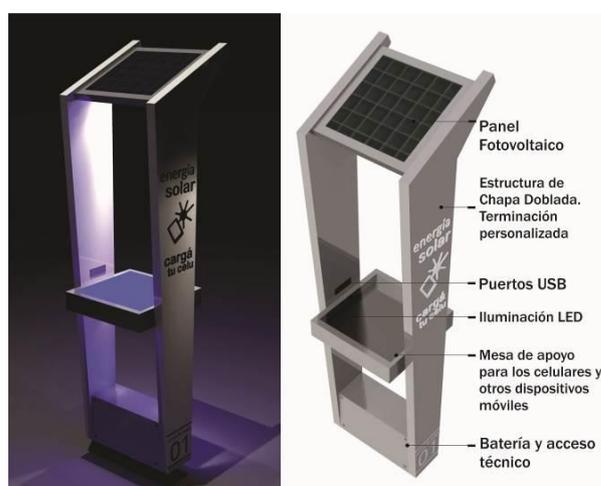


Figura 1 - Diseño del CS desarrollado en el cual se presentan sus aspectos estéticos y técnicos.

3. CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES UTILIZADOS EN EL CS

El CS, en su génesis, fue diseñado para su funcionamiento como un sistema fotovoltaico autónomo; por esta razón, los componentes que lo conforman son: un módulo fotovoltaico de silicio policristalino, un controlador de carga, una batería de electrolito absorbido y cargas en corriente continua. La tensión del sistema es de 12 V y de tipo continua.

El sistema, en su conjunto, fue proyectado con una relativa elevada relación entre capacidad de generación y almacenamiento, comparado con sistemas autónomos típicos, con el objetivo de tener la posibilidad de variar su relación según la potencia de las cargas conectadas en la instalación y permitir una flexibilidad del sistema para operar en diferentes regímenes de trabajo.

3.1. Características del módulo fotovoltaico

El generador está conformado por un módulo de 50 Wp, inclinado a 20°, montado sobre una estructura de perfil angular solidaria a las columnas laterales del cargador.

Para establecer las características eléctricas del módulo fotovoltaico fueron realizadas mediciones de la curva I-V en situaciones de irradiación próximas a la condición patrón; utilizando la metodología e instrumentación propuesta por Firman et al. (2011). Finalmente, las curvas obtenidas fueron corregidas mediante el procedimiento propuesto por Krenzinger (2005) debido a que la radiación solar y la temperatura no fueron de 1000 W/m² y 25° C, respectivamente. En la Fig. 2 se observa la curva I-V medida a una temperatura media de módulo (T) de 53 °C y una irradiancia (G) sobre el plano del generador de 1046 W/m². Para determinar la irradiancia incidente se utilizó una celda patrón calibrada en el Laboratorio ESTI PVLAB localizado en Berkeley (Firman et al, 2014).

Luego, con la curva I-V en condiciones estándar de medida (CEM), los parámetros eléctricos son utilizados como datos de entrada para simular el comportamiento del sistema de generación FV.

La primera caracterización térmica del módulo fotovoltaico se realizó a través de imágenes termográficas, utilizando una cámara termográfica Testo 885-1, que permitió encontrar la célula, en el módulo, con la característica

que representa el valor medio de la temperatura de todo el módulo. Sobre esta celda se adhirió un pt100 calibrado en la parte posterior del módulo. Este procedimiento se realizó para verificar que no existan variaciones en los valores de temperatura durante el ensayo (condición de equilibrio térmico) y determinar la diferencia entre el valor de temperatura leído en la cámara termográfica y la temperatura en la parte posterior de una celda medida con un sensor calibrado. La cámara termográfica posee una precisión de ± 2 °C que viene de fábrica y el Pt100 de calibrado $\pm 0,2$ °C, por esta razón este último es utilizado como valor de referencia.

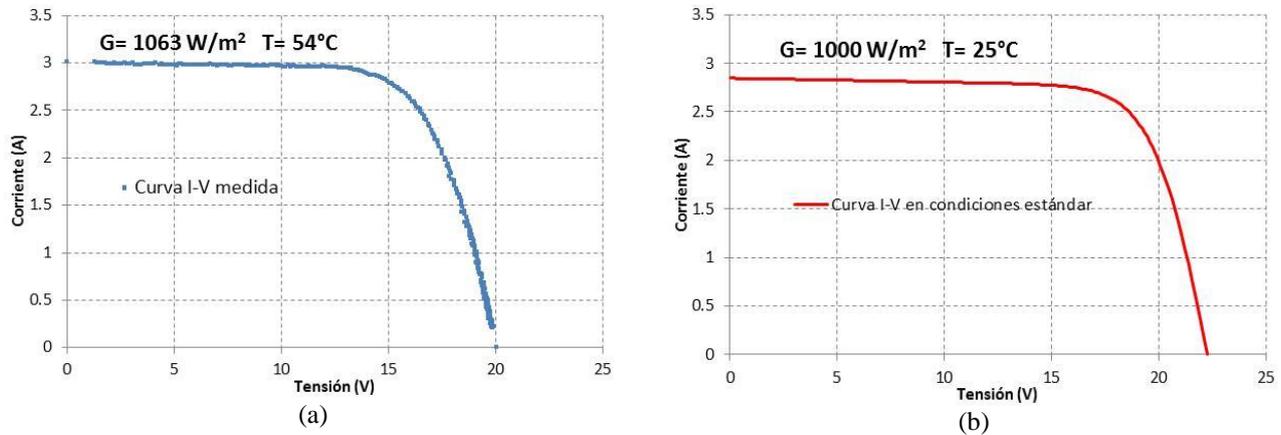


Figura 2 - Curva I-V del módulo FV, (a) en condiciones de operación y (b) trasladada a CEM.

La selección de la potencia del módulo tuvo en una primera instancia un criterio técnico, sumado a la disponibilidad comercial de potencia de módulos que se encuentran en el mercado nacional. Además, la potencia del módulo tiene la capacidad de responder a diferentes configuraciones de demandas energéticas. Variando la capacidad de acumulación responde a diversas condiciones de carga, es decir, está diseñado para funcionar con otros equipos multimedia que aumenten la demanda energética.

3.2. Características de Batería

En el dimensionado del sistema de acumulación, para un SFA, participan varios factores, como: el perfil energético de la fuente primaria y de la demanda, su magnitud e importancia. Para el CS, el criterio fue realizado teniendo en cuenta que trabajaría en un régimen de carga de 20 h con una valor medio de corriente de 1,3 A.

La batería escogida es de electrolito absorbido de 26 Ah de capacidad, con tecnología de plomo-ácido libre de mantenimiento. Se escogió la característica de electrolito absorbido ya que no produce gases corrosivos, evitando sus efectos sobre el gabinete metálico que lo contiene, y en caso de caídas o vuelcos no produce derramamientos.

Considerando las cargas y el sistema de generación, la capacidad de la batería se determinó para que responda a una autonomía de 2 (dos) días. Autonomía adecuada para el tipo de demanda (no crítica) y la variabilidad en su uso.

3.3. Característica del controlador de carga

Para la protección de la batería, y el control de flujo energético hacia las cargas, se dispone de un controlador de carga que interrumpe el abastecimiento de energía, cuando la tensión alcanza un valor previamente determinado, ya sea desde el módulo a la batería o de la batería a las cargas. El valor de regulación puede ser ajustado a través del software que gerencia el equipo.

El controlador de carga posee una compensación de valores de corte por variación de temperatura y, cuando la batería llega a su máxima capacidad entra en un estado de flotación. Estado, en el cual, la batería se encuentra en una condición en la cual su desgaste es mínimo. Posee un seguidor de punto de máxima potencia, lo que asegura maximizar el aprovechamiento de la energía entregada por el generador FV. Además, al ser programable, es posible escoger el horario y periodo de tiempo en el que se encienden los Leds y, de esta forma, disminuir el consumo en las estaciones con mayor probabilidad de días sin sol.

3.4. Características de la carga eléctrica

El módulo fotovoltaico entrega energía eléctrica a través de la batería. Cuando la generación es superior a la demanda, la batería puede absorber el excedente. Caso contrario, la demanda es superior a la generación, la batería puede suplir el déficit. La condición para que esto sea efectivamente realizado es que la tensión de batería se encuentra en el intervalo de operación.

El controlador que gerencia el sistema es programable y permite el encendido automático de las luces tipo Led. La iluminación demanda una potencia de 5W y se encienden cuando la tensión e circuito abierto del módulo FV es menor a 9 V. Las tiras de Led fueron dispuestas en la parte interior de la mesa que sirve de apoyo para la carga de celulares y en la cara posterior del módulo FV.

El sistema también suministra energía a dos (2) fuentes DC/DC que convierten los 12 V nominales de la batería en 5V para alimentar los 4 puertos USB utilizados para la carga de celulares (cada fuente abastece 2 puertos). La fuente DC/DC limita la corriente a 3 A y se desconecta automáticamente cuando la tensión de alimentación es menor a 11V. El valor de corriente máxima que pueden entregar los puertos fue calculada midiendo el consumo de diferentes teléfonos celulares con pantallas de 5" y *tablets* con pantallas de 7" y 10" (dispositivos posibles de ser cargados a través del puerto mini USB). Los teléfonos demandaban aproximadamente 400 mA, de forma constante, y las *tablets* no superaban los 750 mA. Considerando que el CS posee 4 puertos se estimó que la demanda máxima simultanea no sería superior a 3 A.

4. MONITOREO DE PARAMETROS ELÉCTRICOS Y ANALISIS DE SOMBRAS

Para evaluar el comportamiento del CS se instaló un sistema de monitoreo, en conjunto con una serie de sensores, para medir el flujo de corrientes y los valores de tensión. Además, se midió la irradiancia incidente sobre el generador FV y la temperatura ambiente.

Para medir el flujo de corriente del módulo FV hacia la batería, y de esta última hacia los conectores USB y las lámparas Led, se utilizan *shunts* de manganina de clase 0,5. Para medir la corriente entregada por el módulo FV, y la demandada en la carga de dispositivos móviles, se utilizaron *shunts* cuya relación es 10A/60 mV. Para la medición de la corriente demandada por los leds se utilizó un *shunt* cuya relación es 5A/60 mV. La tensión de la batería fue medida directamente sobre los bornes de la misma. La temperatura ambiente fue medida a través de un sensor analógico LM35, previamente calibrados. El sensor utilizado para la medición de temperatura fue encapsulado y cubierto con un blindaje de aluminio para evitar errores en la medición debido a efectos radiativos.

La medición de la irradianción se realizó a través de la celda FV encapsulada que posee un *shunt* clase 0,5 y una relación de 5A/60mV.

Para la lectura de los sensores se seleccionó, para la conversión analógico-digital y como base del sistema de adquisición, una unidad de control 16 bits, disponible en el mercado local (modelo RIAC-QF, de la marca microAXIAL).

Se utilizaron 4 entradas analógicas diferenciales de la unidad de control (RIAC), de las cuales, 3 se destinaron a la medición de corriente y una para la medición de irradiancia, otro canal se utiliza para a la medición de tensión y el canal restante para la medición de temperatura. Según el tipo de señal de entrada, y su rango de trabajo, se asocia a cada canal de medición la ganancia correspondiente.

La medición de todos los canales se realiza cada segundo, valores que son interpretados a través de un programa escrito en el lenguaje Visual Basic, el cual registra el promedio de estos valores cada minuto.

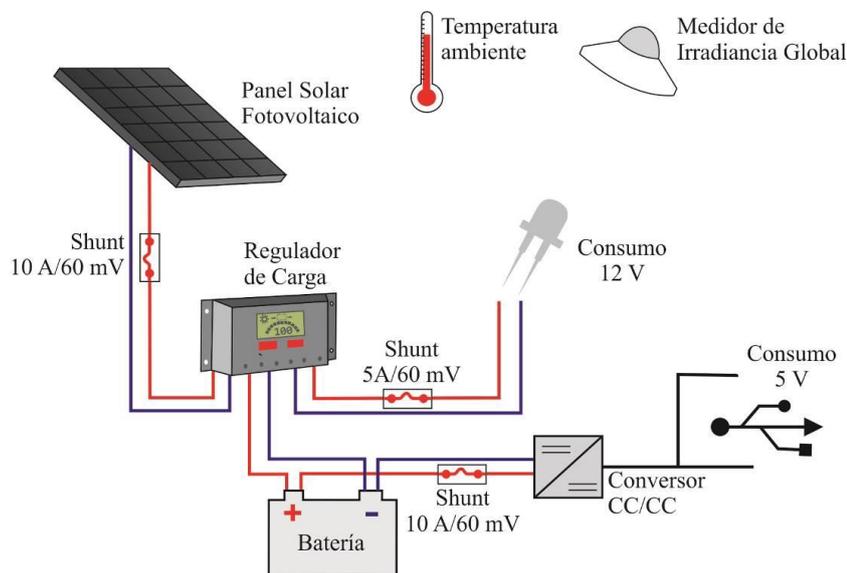


Figura 3- Esquema eléctrico del SFA utilizado para alimentar las cargas del CS y los sensores utilizados para su monitoreo.

En la Fig. 3 se detallan los elementos del SFA utilizados para el desarrollo del cargador, así como los diferentes sensores descritos en el apartado.

El primer prototipo experimental desarrollado fue instalado en la ciudad de Resistencia, capital de la Provincia del Chaco, la cual se encuentra ubicada en las coordenadas 27° 27' 05" Sur y 58° 59' 12" Oeste (región Nordeste de la Argentina). Específicamente localizado en la Peatonal Raúl Alfonsín, próximo al módulo de información turística de la Municipalidad de la Ciudad de Resistencia, con el fin de potenciar la complementariedad de funciones y favorecer su cuidado y adecuado uso.

Para la ubicación del CS en el contexto urbano de la ciudad de Resistencia se realizó un estudio de las condiciones de asoleamiento y sombra, dado que su funcionamiento depende de una adecuada implantación.

Este estudio se debe a que en los entornos urbanos, al momento de realizar el dimensionamiento y estimar el comportamiento de un sistema fotovoltaico, es necesario realizar un análisis de sombras que pudieren incidir sobre el generador FV, ya que su efecto sobre la capacidad de generación es un factor preponderante, y de esto, muchas veces, depende el adecuado funcionamiento del sistema.

En la figura 4 se presenta un diseño esquemático del lugar de instalación del CS con los edificios y vegetación del entorno que pueden provocar sombras sobre la superficie del generador. Este diseño fue utilizado analizar preliminarmente el grado de incidencia de sombras.



Figura 4 - Modelo utilizado para el análisis de la radiación solar y la incidencia de sombras en el contexto urbano.

En una primera instancia, para determinar las sombras sobre el módulo FV, se utilizó la misma herramienta computacional utilizada para el diseño del cargador y del lugar de intervención donde fue instalado. De esta forma, se utilizó un programa de diseño *Sketchup* para evaluar, de forma preliminar, el efecto de sombras y analizar las mismas. Es importante destacar que este software es actualmente una herramienta utilizada para el análisis de funciones y diseños en 3D (Kurtulus y Uygan, 2010). A continuación, se establecieron los días y horarios en que las proyecciones de los obstáculos (edificios y vegetación) producían sombras sobre el área de generación (Fig. 5(a)). Seguidamente se realizó el diseño del perfil de sombras sobre una carta de trayectoria solar (Fig. 5(b)). Procedimiento que permitió analizar el porcentaje de energía que no es transformada (perdida), por causa de las sombras.

Para considerar el efecto de sombras sobre la generación del módulo, se observó que la evolución de sombras cubría, en la mayor parte de los casos, una línea de celdas que activaba ambos diodos de *by-pass*. Con esta consideración, es adecuado suponer que la generación FV es nula a partir de un sombreado del 5%.

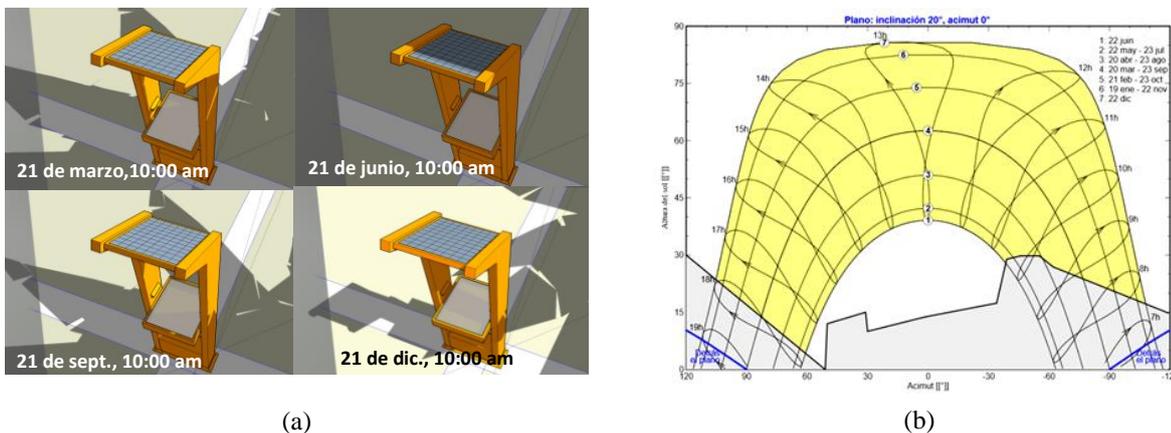


Figura 5 -a) incidencia solar sobre el cargador a las 10:00 am para los solsticios y equinoccios, b) carta de trayectoria solar y de perfiles de sombras.

5. RESULTADOS

Un monitoreo del sistema fotovoltaico experimental, con un perfil nocturno de consumo para las luminarias y una demanda variable para la carga de celulares, fue realizado durante un mes. Este monitoreo se realizó en el mes de julio, ya que representa una condición desfavorable de generación FV.

Los resultados obtenidos permitieron determinar el funcionamiento del sistema de adquisición y caracterizar el SFA en las condiciones de carga impuestas, también se verificó la interacción entre las grandezas medidas.

La Fig. 6 presenta datos registrados durante 120 horas de monitoreo. Las dos curvas que presentan mayores magnitudes corresponden a los valores de tensión (en azul) medidas sobre los bornes de la batería y de irradiancia (en amarillo). En esta última se observa el efecto de sombras en horarios de la mañana y de la tarde, además, durante el día

se observan importantes variaciones debido a la presencia de nubes. La curva roja, presenta las diferencias entre la corriente entregada por el generador y la consumida por las cargas (iluminación y USB). La unificación de los flujos energéticos medidos en 3 *shunts* se realizó con el fin de facilitar su visualización y entendimiento.

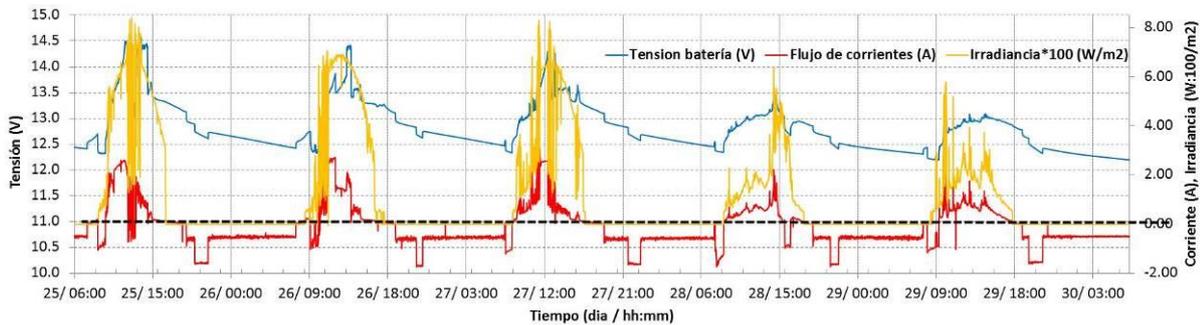


Figura 6 - Curvas d irradiancia flujo de corriente y tensión del CS.

Durante las primeras horas del día se observa que la existe un flujo de corrientes desde la batería hacia la demanda, caracterizada por las luminarias led, con un aporte energético nulo del panel FV, caracterizando por la ausencia de radiación solar. Es decir, existe una corriente constante de descarga del banco de baterías.

A medida que pasan las horas, el valor de la tensión de la batería va bajando levemente en función de la descarga del acumulador, hasta que el regulador se encarga de apagar las luces. Seguidamente existe un flujo energético variable, donde a lo largo del día se caracteriza por una mayor generación que demanda. Esto se refleja en el aumento de tensión de la batería.

En la curva generación, se observa el efecto de sombra sobre el generador FV, que provoca que se comience a entregar energía después de las 9:30 am. En horarios de la tarde también se observa este efecto.

Los datos registrados permiten evaluar la corriente generada por el panel FV y a posteriori su relación con la radiación solar medida de forma simultánea. Para evitar una sobre carga de la batería, se sabe que el regulador de carga abre el circuito al llegar a una tensión predefinida (14,5 V). Situación que se observa en el primer día de monitoreo. En esta situación existe una corriente mínima hacia las baterías para mantenerlas en tensión de flote.

En la Fig. 6 se observa que los 5 días presentados se caracterizan por una gran variación de irradiancia, con valores máximos que no superaron los 800 W/m². En los primeros 3 días la demanda y la generación fueron similares, esto se verifica a través de los valores de tensión al comenzar cada día.

Los últimos 2 días hubo una elevada cobertura de nubes, siendo la demanda superior a la generación, razón por la cual se observa que la tensión de la batería disminuye, sin llegar a una tensión de 12 V, es decir, con la batería con capacidad de seguir respondiendo a la demanda. De esta forma se observa que el dimensionado es adecuado para responder a la autonomía propuesta en el diseño.

5.1. Simulación

Considerando el efecto de sombras y utilizando el programa computacional PVSize (Vera, 2004), se han obtenido los valores mensuales de la energía disponible, la energía no utilizada, la energía abastecida, la energía demandada y la energía perdida a causa de sombreado.

En la Fig. 7 se observan los resultados de simulación del CS, donde se estableció que la demandada diaria de energía era de 110 Wh. El consumo debido a iluminación fue constante a lo largo del año, demandando 50 W diarios. Los 60 W restantes se asocian a la demanda diaria de los usuarios para cargar los celulares, en intervalos horarios discretos durante la mañana, tarde y noche.

La diferencia entre la energía demandada y la abastecida nos informa sobre el déficit mensual de energía. En los meses de abril, mayo, junio y septiembre se observa que toda la energía entregada por el generador fue utilizada, y en los meses de mayo y junio existió un déficit de energía. Se observa que debido al efecto de sombras el generador fotovoltaico ha disminuido su capacidad de generación en un 10,2%. Este efecto, acompañado por una menor irradiancia, produce, en los meses de invierno, un déficit energético de 1,5 kWh. Es importante destacar que los resultados confirman que el dimensionamiento fue adecuado considerando que la autonomía de 2 días fue corroborada través de las simulaciones.

Se determinó que existe una 33% de energía que no fue aprovechada debido a que el estado de carga de la batería se encontraba en un 100%. Situación que lleva a plantear la posibilidad de aumentar la capacidad de la batería para aumentar la autonomía del sistema y el aprovechamiento de esa energía perdida. Con un aumento de capacidad se puede responder a la demanda en los meses de abril, mayo y junio, periodos en los cuales la energía solicitada supera a la suministrada. Implementar una capacidad de acumulación de 33 Ah conduce a un sistema sin falta de energía, pero valores importantes de energía disponible no son utilizadas en los meses de verano.

Considerando los objetivos plantados en el diseño (autonomía de 2 días), y condiciones de asoleamiento, se ha determinado que el dimensionamiento del sistema fue adecuado.

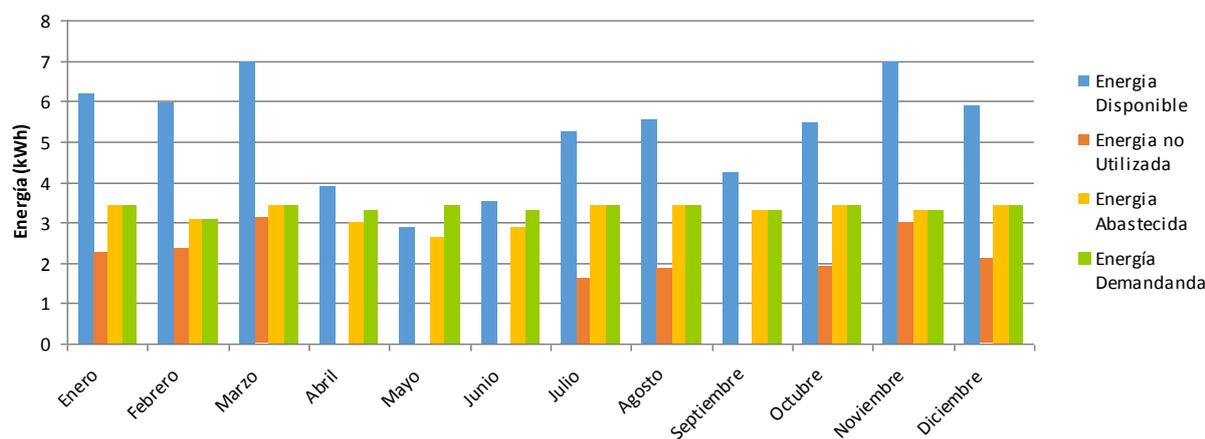


Figura 7 -Gráfico de barras obtenido de simulación, presenta los valores de flujo energético mensual del CS instalado en la peatonal de Resistencia-Chaco.

El análisis plantado, sumado a la metodología implementada, permite evaluar el comportamiento del CS en diferentes condiciones de demanda, irradiancia y sombreado. De esta forma se tiene una herramienta para dimensionar diferentes CS que se adapten a las condiciones específicas que se les impongan.

Las primeras experiencias (reunidas en los últimos 6 meses) muestran que no se utilizan más de 2 puertos de forma simultánea y que diariamente los Ah extraídos para la carga de celulares no supera los 3 Ah. Es importante seguir evaluando el perfil de demanda que los usuarios imponen a este tipo de equipo, ya que al no contar con antecedentes que confirmen su uso diario real no es posible plantear un dimensionamiento adecuado.

6. TRANSFERENCIA DEL CARGADOR SOLAR

Desde el GER se ha realizado la transferencia de tres CS, uno de ellos a la municipalidad de Resistencia (Fig. 8a), otro por requerimiento de la Secretaría de Energía y el Ministerio de Turismo de la provincia Corrientes, ubicado en el ambiente protegido Iberá (Fig. 8b) y el tercero a la UNNE (Fig. 8c).

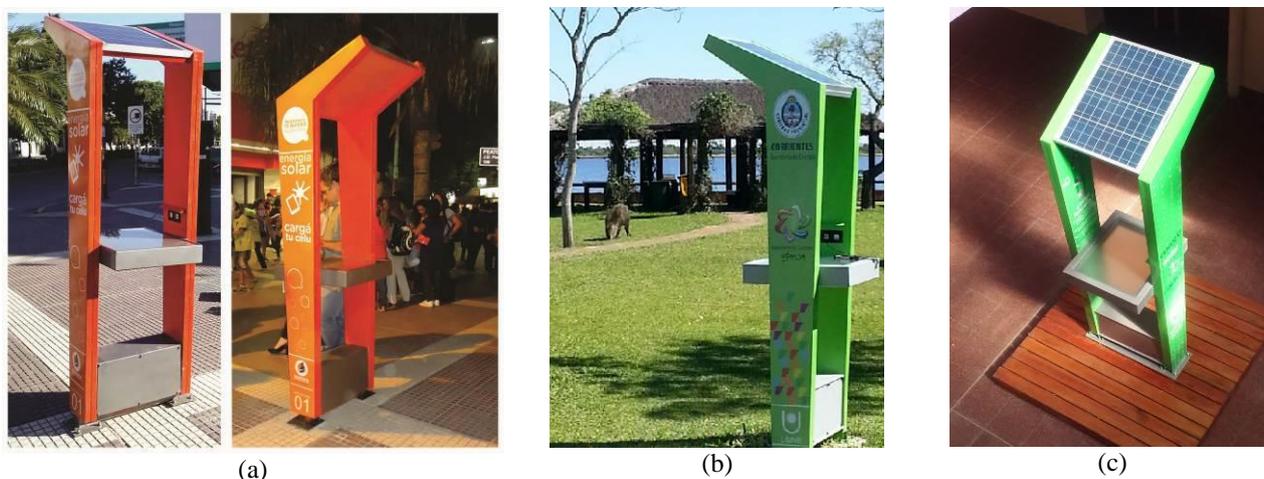


Figura 8 - Prototipo construido e instalado en a) peatonal de la ciudad de Resistencia b) Esteros del Iberá y c) UNNE.

7. CONCLUSIONES

Se ha diseñado, construido, instalado y transferido un dispositivo multipropósito (cargador de celulares, cargador de dispositivos móviles, artefacto de luz, hito urbano) que brinda un servicio y a la vez que actúa como medio de difusión de la conciencia ecológica y la necesidad de incorporar las energías renovables a la vida cotidiana.

El monitoreo realizado sobre el primer prototipo en condiciones de campo y las simulaciones del comportamiento permitió determinar que el sistema responde adecuadamente a una autonomía de 2 días para una demanda diaria de 9 Ah, consigna que se había estipulada como condición de diseño. Hasta el momento se han implementado tres prototipos, uno en la peatonal de la ciudad de Resistencia, Chaco, otro en una reserva natural (Esteros del Iberá-Corrientes) y el último implantado en dependencias de la UNNE. El desarrollo tiene como principales características su diseño agradable, contemporáneo y minimalista que puede ser personalizado por las instituciones públicas o privadas que lo requieran. El análisis plantado, sumado a la metodología implementada, permite evaluar el

comportamiento del CS en diferentes condiciones de demanda, irradiancia y sombreado. De esta forma se tiene una herramienta para dimensionar diferentes CS que se adapten a las condiciones específicas que se les impongan.

El cargador, actualmente, se encuentra en etapa de evaluación para su registro como diseño industrial ante el Instituto Nacional de Propiedad Intelectual (INPI).

REFERENCIAS

- Bello, C., Vera, L. H., Busso, A., y Cadena, C. (2009). Proyecto de electrificación rural a través de sistemas fotovoltaicos autónomos en la provincia de Corrientes. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 13.
- Bello, C., Vera, L. H., Busso, A., y Cadena, C. (2011). Demanda Energética En Una Escuela Rural Equipada Con Un Sistema Fotovoltaico Autónomo: Un Caso De Estudio En La Provincia De Corrientes. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 15.
- Cavalcanti A, Heitor Scalabrini Silvio Diniz de Lourenço Junior (2014). Iluminação Autossustentável: Desenvolvimento de uma Fonte de Iluminação Artificial para Espaços Públicos. V Congresso Brasileiro de Energia Solar – Recife, 31 a 03 de abril de 2014.
- EcoCargador LG (2015), disponible en <http://www.lgblog.cl/2011/06/06/eco-cargador-ig/>, fecha de acceso 22/3/2015
- Eyras, R., y Duran, J. C. (2013). Proyecto IRESUD: Interconexión de Sistemas Fotovoltaicos a la Red eléctrica en ambientes urbanos. In *Primer Encuentro Latinoamericano de Uso Racional y Eficiente de la Energía*.
- Firman, A., Toranzos, V., Busso, A., Cadena, C., y Vera, L. (2011). Determinación del Punto de Trabajo de Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Red: Método Simplificado de Traslación Punto a Punto a Condiciones Estándar de Medida. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 15, 1-8.
- Fuente, M. (2004). Modelos de Electrificación Rural Dispersa mediante Energías Renovables en América Latina: un planteo alternativo basado en el desarrollo rural. *Cuaderno urbano: espacio, cultura y sociedad*, (4), 203-230.
- Green Energy, (2015), disponible en <http://www.sinmordaza.com/noticia/239142-se-vienen-los-cargadores-solares-de-celular.html> fecha de acceso 22/3/2015
- Hernandez, R. R., Hoffacker, M. K., y Field, C. B. (2014). Land-use efficiency of big solar. *Environmental science & technology*, 48 (2), 1315-1323.
- IRENA (2015), Renewable Power Generation Costs in 2014, Disponible en www.irena.org/publications
- Krenzinger, A., y Prieb, C. W. M. (2005). Clasificación y selección de módulos fotovoltaicos para una central conectada a la red. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 9, 04-19.
- Kurtulus, A., y Uygan, C. (2010). The effects of Google Sketchup based geometry activities and projects on spatial visualization ability of student mathematics teachers. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 9, 384-389.
- Morante, F., y Zilles, R. (2001). Energy demand in solar home systems: the case of the communities in Ribeira Valley in the state of São Paulo, Brazil. *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, 9 (5), 379-388.
- REN 21 (Renewables Global Status Report, 2015). Disponible en: <http://www.ren21.net/Portals/0/documents/e-paper/GSR2015/index.html>. (visitado julio 2015).
- SketchUp; 2009, Programa de diseño gráfico y modelado en 3D, Disponible en <http://www.sketchup.com/es>
- Vera, L. H. y Cáceres, M (2014) Grid Connected Photovoltaic Systems to the Urban Environment of Argentinian Northeast” *Energy Procedia* Volume 57, Pages 3171–3180
- Vera, L.H., (2004). Programa para Dimensionamento e Simulação de Sistemas Fotovoltaicos Autônomos. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.

DEVELOPMENT AND TRANSFER OF A MOBILE DEVICE SOLAR CHARGER

Abstract: *This article present the results of technological development called "Solar Charger for Mobile Devices". This solar charger was projected like autonomous public use equipment that allows recharging of mobile devices in urban areas and tourist sites. It also provides night light through LED, and is designed to support the use of other TICs. The first prototype was monitored in field conditions and behavioral simulations allowed to determine that the system responds appropriately to a range of 2 autonomy days to a daily demand of 9 Ah. So far three prototypes have been implemented; one in Resistencia city, Chaco, one in a nature reserve (Iberá Corrientes) and the last units was implanted in UNNE. The development has as main features the pleasant, contemporary and minimalist design that can be customized by public or private institutions that require it.*

Keywords: *stand-alone photovoltaic system, public furniture, technology transfer.*