

## **MEDICIÓN DEL RECURSO SOLAR EN LA CIUDAD DE CATAMARCA RESULTADOS PRELIMINARES**

**Watkins Marcelo, Salazar German<sup>1</sup>**

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales – UNCa  
Av. Belgrano 300 – 4700, Catamarca, Argentina.  
E-mail: [watkinsmarcelo@gmail.com](mailto:watkinsmarcelo@gmail.com)

*Recibido 10/09/15, aceptado 09/10/15*

**RESUMEN:** El trabajo muestra los primeros datos obtenidos con un equipo de mediciones Solares ubicado en dependencias de la Universidad Nacional de Catamarca. El dispositivo de medición está constituido por un piranómetro LI-200 asociado a un LogBox - AA-32K-IP65 programado para almacenar automáticamente los datos cada cinco minutos. La calibración del piranómetro se realiza en instalaciones del Inenco Salta y la puesta en funcionamiento en la ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca. El equipo comienza a operar en agosto de 2014, y en la actualidad se cuenta con datos de un año de medición. Se mide radiación solar global en plano horizontal. El dispositivo trabaja correctamente, se encuentra ubicado en un lugar seguro y sin sombreados accidentales. Se muestran gráficas de resultados y algunas estadísticas preliminares. Resultados más concluyentes podrán mostrarse luego de dos o tres años de medición.

**Palabras clave:** energía solar, medición, recurso solar, Catamarca.

### **INTRODUCCIÓN**

Uno de los principales problemas que encuentran los investigadores e ingenieros en el área de las Energías Renovables, es la ausencia o escases de datos del recurso Solar típico del lugar. Teniendo en cuenta las características de la región y los problemas energéticos que lo afectan, se considera altamente relevante comenzar a medir sistemáticamente todos los posibles recursos energéticos renovables. El conocimiento del recurso solar y sus posteriores aplicaciones tanto térmicas como fotovoltaicas puede favorecer el desarrollo económico además de facilitar el acceso a otros recursos básicos tales como el agua potable.

Si bien existen antecedentes de mediciones sistematizadas en la zona, los datos tienen, en algunos casos, casi veinte años de antigüedad. En noviembre de 1978 se instalan las primeras estaciones de medición de la Red Solarimétrica Argentina, proyecto financiado inicialmente por la Organización de los Estados Americanos (O.E.A.). Varios años después se publica el Atlas de Energía Solar de la República Argentina (Grossi Gallegos y Righini; 2007) donde se presentan cartas con la distribución mensual de los promedios datos de la irradiación solar global y de las horas de brillo solar (heliofanía efectiva). Debido a diferentes circunstancias la red deja de funcionar en la década del 90, lo cual hace necesario y deseable continuar de alguna manera con la evaluación del recurso solar en forma continua a fin de contar con datos actualizados.

Una alternativa a los métodos de medición directa es la utilización de información de origen satelital (SWERA, 2014). La precisión de los valores satelitales dependerá de su resolución espacial, es decir, del tamaño del pixel o unidad más pequeña que puede distinguirse en la imagen. El valor del parámetro asociado a cada pixel se obtiene promediando los valores de dicho parámetro en todos los puntos del pixel. Por lo tanto, para valores satelitales de irradiación solar asociados a pixeles de gran

---

<sup>1</sup> Investigador CONICET – UNSa

tamaño, una acentuada variabilidad climática y topográfica en la región puede significar niveles elevados de incerteza en la información suministrada. Grossi Gallegos (1999) compara valores satelitales de irradiación solar global publicados libremente por NASA, correspondientes al Surface Solar Energy (SSE) Data SET versión 1.0, con datos de mediciones en distintas localidades de la República Argentina, obteniendo un error cuadrático medio relativo que va del 3,7% a 24,8% dependiendo del lugar. Se debe considerar además que dichas bases de datos proporcionan en general valores promedio mensuales para cada punto, pero no se cuenta con datos detallados.

En trabajos anteriores se realiza la estimación de la irradiación global, directa horizontal y difusa media mensual, para la Ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca durante el año 2009, usando el Modelo Híbrido de Yang y datos meteorológicos proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional (Salazar y Watkins, 2010) y se analizan datos de irradiancia solar, sobre superficie horizontal, recolectados en tres sitios a más de 1000 metros sobre el nivel del mar (Salazar et al, 2008).

## MATERIALES Y MÉTODO

La medición del recurso solar se lleva a cabo en la localidad de San Fernando del Valle de Catamarca, capital de la provincia de Catamarca, en la región Noroeste de Argentina (coordenadas · 28° 28' 00" S 65° 46' 50" O). La ciudad está ubicada en un valle delimitado por dos sierras, Ambato al oeste y Ancasti al este y se encuentra a una altura de 519 m.s.n.m.

El equipo de medición se instala en el techo de un edificio de la Universidad Nacional de Catamarca, seleccionando el sitio de modo que no existan árboles u otros edificios que puedan sombrear el sensor accidentalmente. El dispositivo de medición está constituido por un piranómetro LI-200 asociado a un LogBox - AA-32K-IP65 programado para almacenar automáticamente los datos cada cinco minutos. Debido a que el sensor es de tamaño pequeño, se monta sobre una plataforma de chapa pintada color negro mate, a un metro de altura respecto de la superficie del techo (Figura 1). La calibración del piranómetro se realiza en instalaciones del Inenco Salta.

El equipo comienza a operar el 24 de Agosto y se mantiene operativo hasta la fecha, con una interrupción en los meses de Enero y Febrero de 2015. En esa ocasión se había programado el equipo para funcionar sin asistencia durante el receso de verano, pero la batería que alimenta el LogBox - AA-32K-IP65 se agota antes de que pudiéramos coleccionar los datos ocasionando la pérdida de los registros. Actualmente se ha modificado el sitio de emplazamiento para poder tener acceso al mismo incluso en temporada de vacaciones.



*Fig.1. Vista del sensor de radiación solar LI-200 instalado en Catamarca*

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 2 muestra una imagen de la pantalla de descarga de datos generada por el software LogChart II. La colecta de datos se realiza aproximadamente una vez al mes y se importa a una planilla Excel, a fin de procesar la información, trazar curvas, calcular valores promedios mensuales y promedios diarios, entre otras estadísticas posibles. Debido a que solo se cuenta con un año de mediciones, no se consideran estadísticamente válidos los resultados actuales.

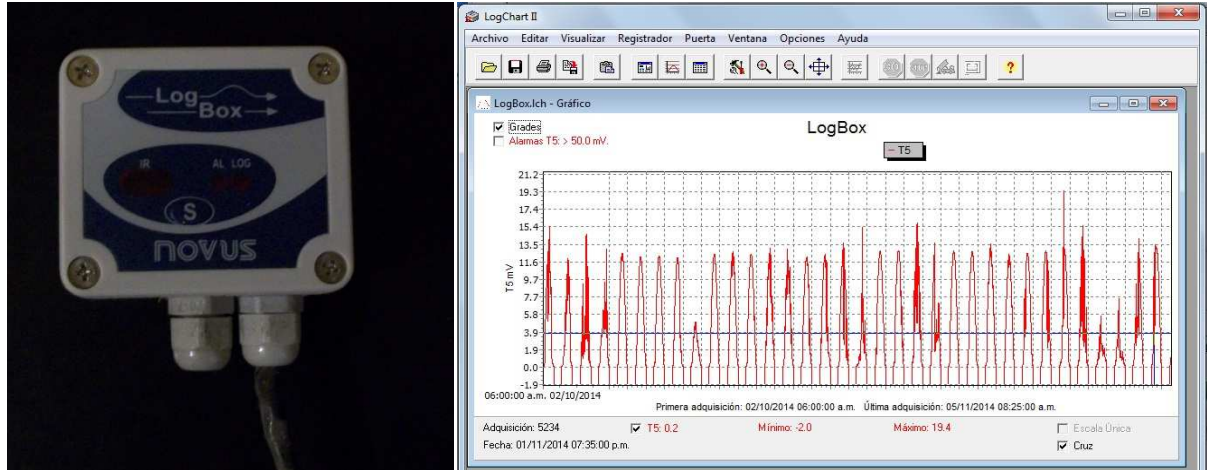


Fig. 2. LogBox - AA-32K-IP65 e Imagen generada por LogChart II, durante la descarga de datos.

La Figura 3 muestra la curva de variación de la irradiancia global en plano horizontal de los meses de septiembre. Los datos de octubre de 2014 pueden verse graficados en la Figura 4. El nivel de detalle de los datos obtenidos permitirá realizar buenas inferencias estadísticas del recurso en el futuro.

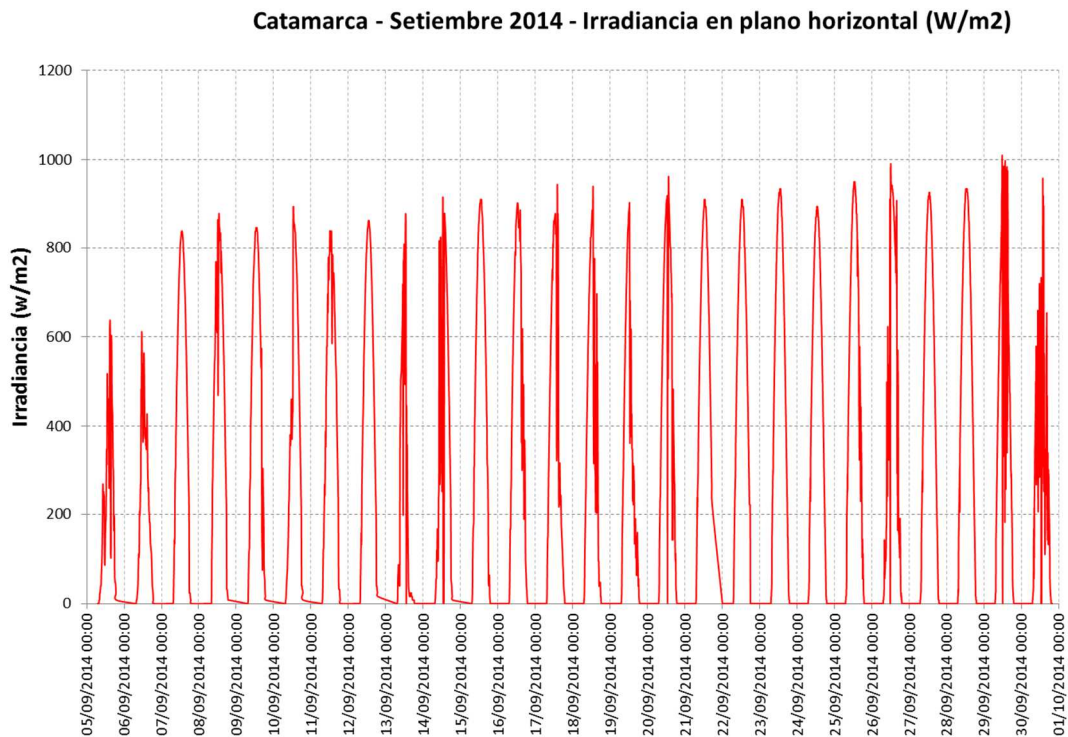
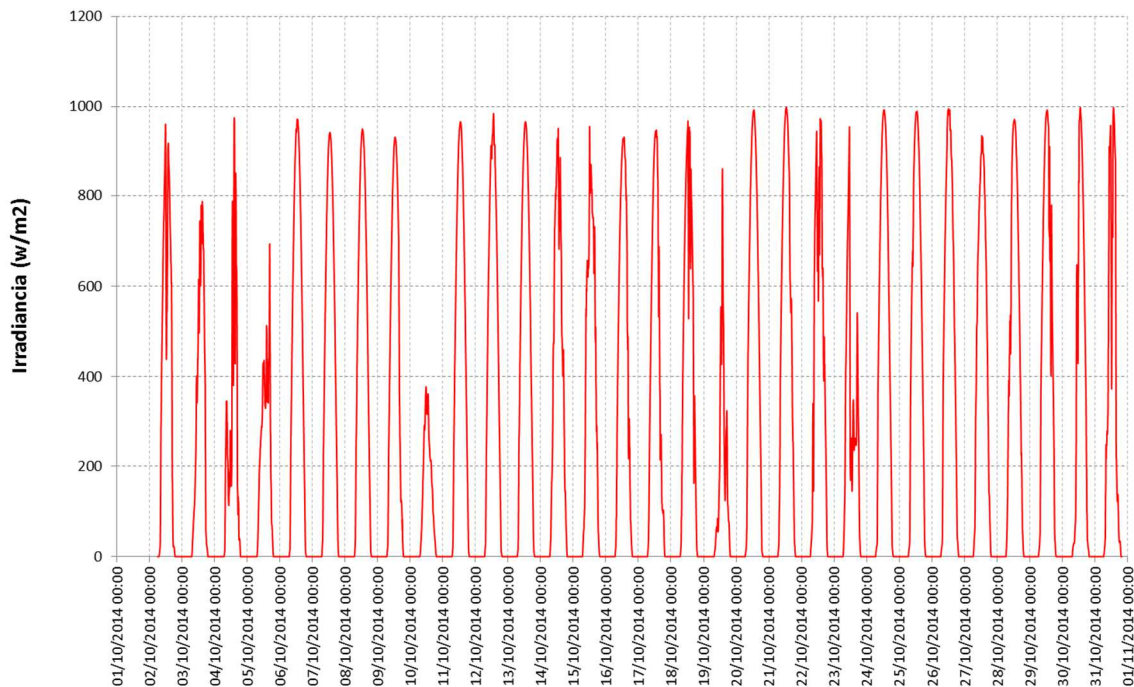


Figura 3: Irradiancia en plano horizontal – Septiembre de 2014

En la Figura 5 pueden verse superpuestas en un mismo gráfico las IDP (Irradiación de día promedio) de los meses de Septiembre y Octubre de 2014. La línea roja corresponde al mes de Septiembre y la azul

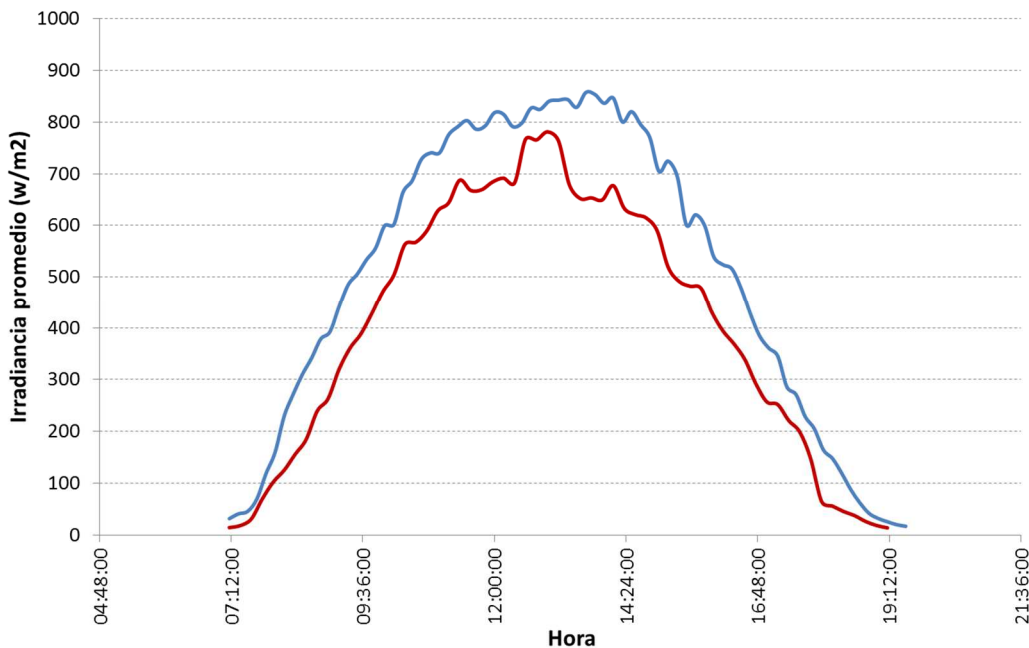
muestra el mes de Octubre. El máximo promedio del mes de Septiembre corresponde a las 12:58 horas y es de 766 w.m<sup>-2</sup>, mientras que el valor máximo promedio para el mes de Octubre se obtiene a las 13:40 horas y es de 842 w.m<sup>-2</sup>. Integrando estas curvas se puede obtener la energía solar promedio por metro cuadrado en el sitio.

**Catamarca - Octubre 2014 - Irradiancia en plano horizontal (W/m2)**



*Figura 4: Irradiancia en plano horizontal – Octubre de 2014*

**IDP Comparativa - Setiembre y Octubre de 2014**



*Figura 5: Curva comparativa de los días promedio (IDP) de Septiembre y Octubre de 2014*

En la Figura 6 se muestran superpuestas en un mismo gráfico las IDP (Irradiación de día promedio) de los meses de Marzo, Abril, Mayo y Junio de 2015. La línea azul corresponde al mes de Marzo, la negra



muestra el mes de Abril, la de color rojo corresponde al mes de Mayo y la verde muestra el mes de Junio. El máximo promedio del mes de Marzo sucede a las 14:20 horas y es de 700 w.m<sup>2</sup>, el valor máximo promedio para el mes de Abril se obtiene a las 13:20 horas y es de 768 w.m<sup>2</sup>. El máximo promedio del mes de Mayo sucede a las 12:30 horas y es de 566 w.m<sup>2</sup>, y la IDP máxima para el mes de Junio se obtiene a las 12:50 horas y es de 546 w.m<sup>2</sup>. En Tabla 1 pueden verse resumidos los resultados obtenidos hasta la fecha.

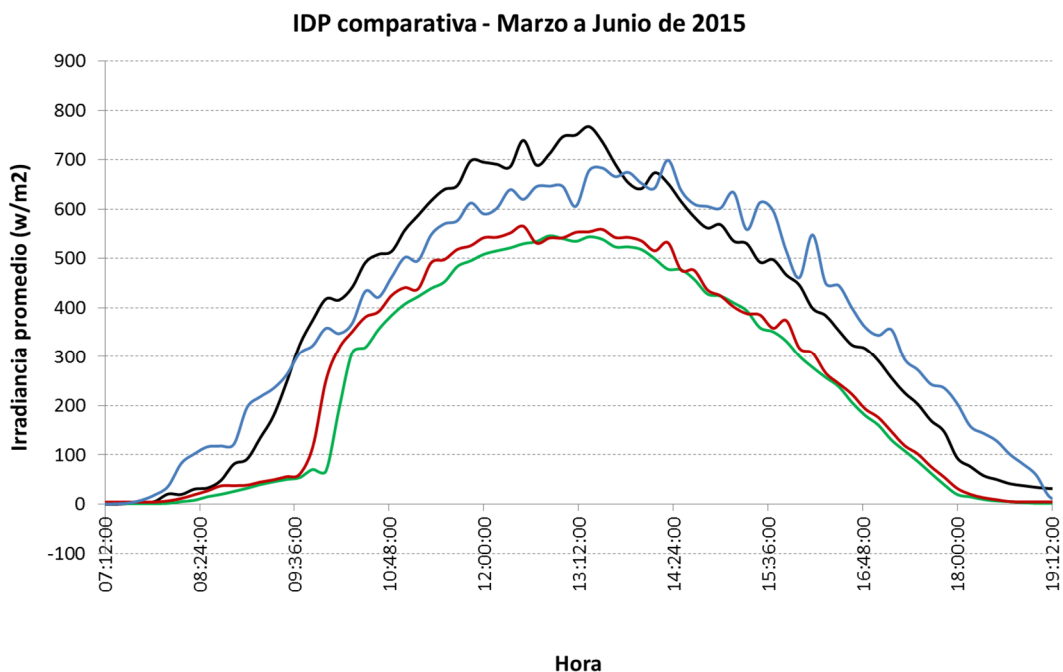


Figura 6: Curva comparativa de los días promedio (IDP) de Marzo a Junio de 2015

Año	2014			2015				
Mes	Setiembre	Octubre	Noviembre	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
IDP máx (w.m <sup>2</sup> )	766	842	897	700	768	566	546	633

Tabla 1: Valores de Irradiancia promedio diaria en Catamarca – Valores preliminares

## CONCLUSIONES

Se muestran resultados preliminares de un procedimiento de medición para determinar la irradiancia solar en un sitio de nuestro país que no cuenta con datos actualizados y detallados.

La sistematización del proceso de medición y su posterior procesamiento y análisis permitirá determinar otros parámetros tales como índice de claridad, radiación directa y difusa, así como contrastar con datos de otros orígenes.

## REFERENCIAS

- Grossi Gallegos, H. (1999) Comparación de los valores satelitales del “Surface Solar Energy (SSE) data set versión 1.0” con datos de tierra de la Red Solarimétrica. Energías Renovables y Medio Ambiente Vol.6, pp 1-6.
- Grossi Gallegos, H., Righini, R. (2007) - Atlas de Energía Solar de la República Argentina. Publicado por la Universidad Nacional de Luján y la Secretaría de Ciencia y Tecnología, Buenos Aires, Argentina, 74 páginas ISBN 978-987-9285-36-7, Registro de la Propiedad Intelectual Nro. 554247.
- Salazar G. A., Watkins M. E. (2010) - Estimación de la Irradiación Global, Directa Horizontal y Difusa Media Mensual, para la Ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca, Usando el

Modelo Híbrido de Yang. Actas de CIACVI 2010 – pp 200

Salazar G. A., Hernandez A., Cadena C., Saravia L., Romero G. (2008) Caracterización de valores de radiación solar global para día claro en sitios de altura en el noroeste de la República Argentina. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol.12, pp 11-33.

SWERA (2014) - Solar and Wind Energy Resource Assessment. Descargado de la página: <http://en.openei.org/wiki/SWERA/Data>.

**ABSTRACT:**

The paper presents the first data from the measurements with solar equipment located in the National University of Catamarca. The measuring device is constituted by a pyranometer LI- 200 associated with a LogBox - AA -32K - IP65 automatically programmed to store data every five minutes. Pyranometer calibration is performed in INENCO Salta and commissioning in the city of San Fernando del Valle de Catamarca. The equipment began operations in August 2014, and now we have data from a year. The global solar radiation is measured in the horizontal plane. The device works properly and is located in a safe place without accidental shaded. The graphics shows preliminary results and some statistics. More conclusive results will be view in two or three years of measurement.

**Key words:** solar energy, measurement, solar resource, Catamarca.