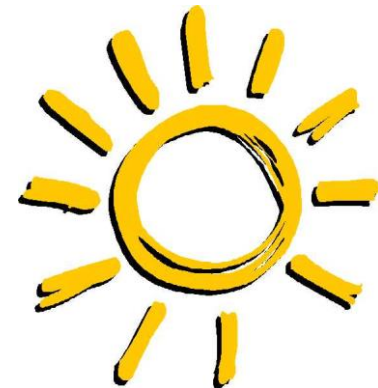




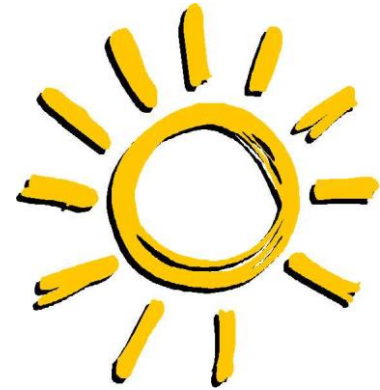
Experiencias, logros y desafíos del desarrollo de fuentes de energías renovables no convencionales en Iberoamérica

ENERGÍA SOLAR EN COSTA RICA

Ing. Kenneth Lobo Méndez
Estudios y Proyectos
Planificación y Desarrollo Eléctrico

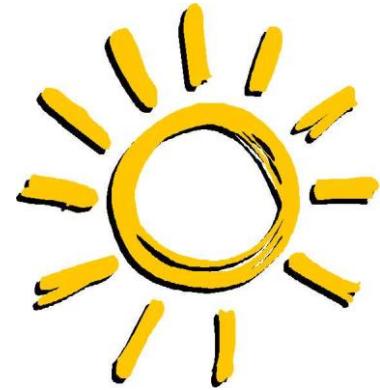


Temas



- ENERGÍA SOLAR
- RED DE MEDICION
- POTENCIAL SOLAR
- VARIABILIDAD DEL RECURSO
- ENERGÍA SOLAR INSTALADA
- PERSPECTIVAS

ENERGÍA SOLAR



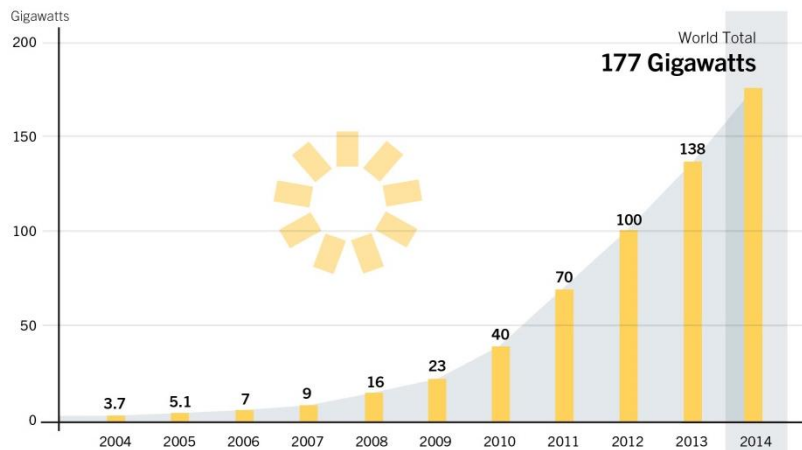
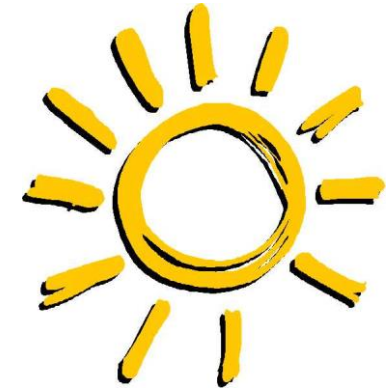
Fuente de energía renovable que se obtiene del sol y con la que se puede generar calor y electricidad.

Tipos de energía solar:

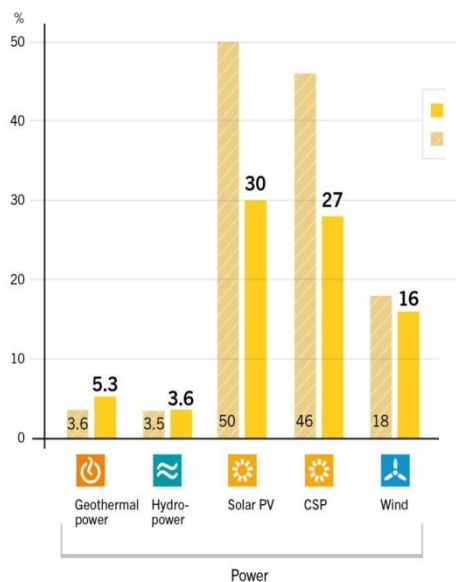
- Fotovoltaica: transforma los rayos en electricidad mediante uso paneles solares.
- Termoeléctrica: transforma el calor en energía eléctrica de forma indirecta.
- Foto térmica: aprovecha el calor a través de colectores solares.



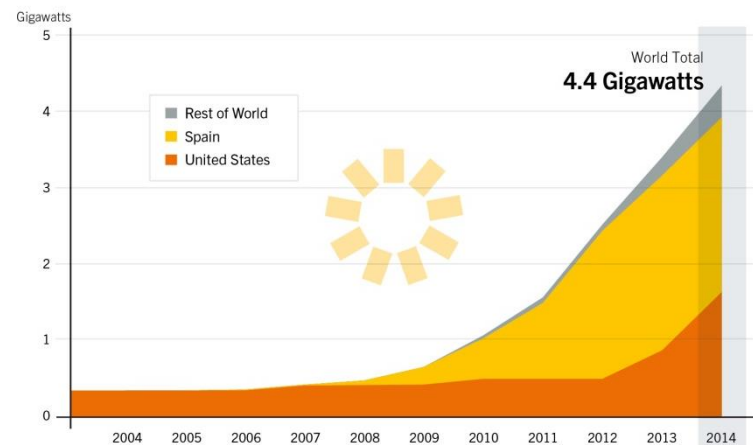
ENERGÍA SOLAR



Capacidad instalada Energía Solar FV, 2004 - 2014



Tasa promedio de crecimiento anual de Energías Renovables



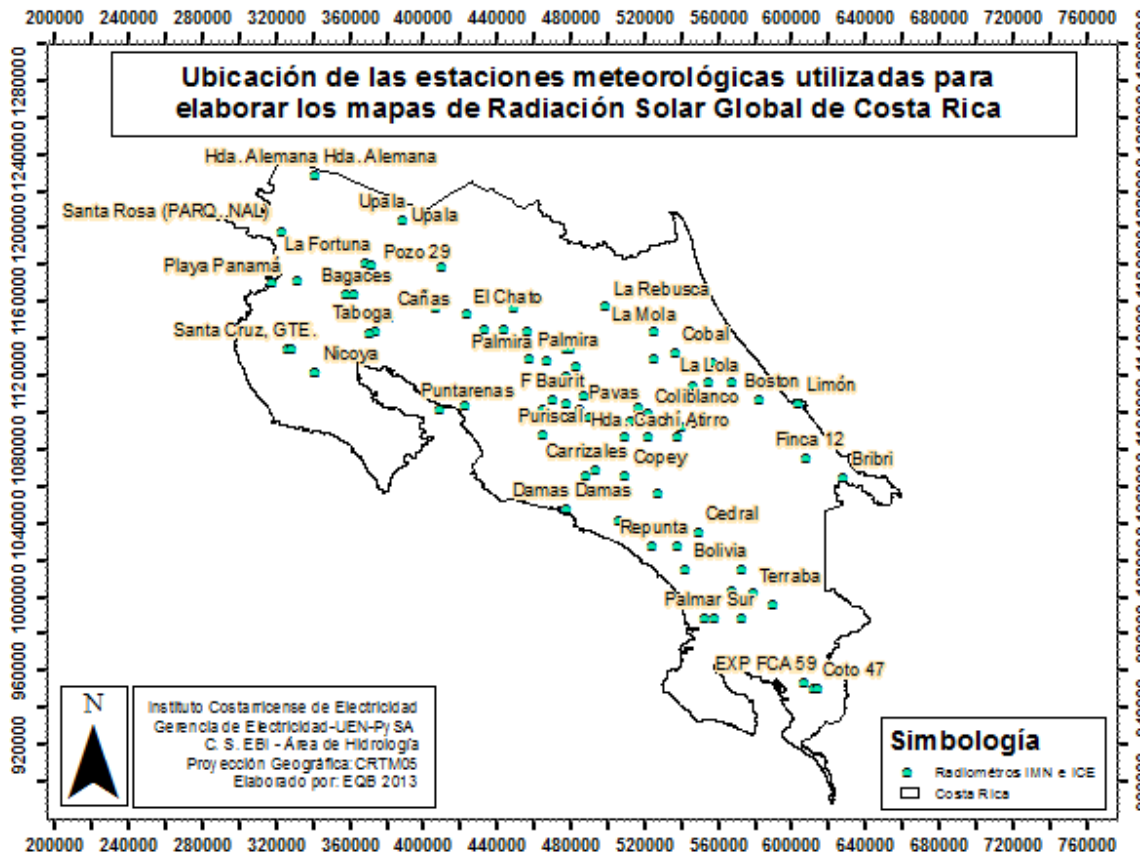
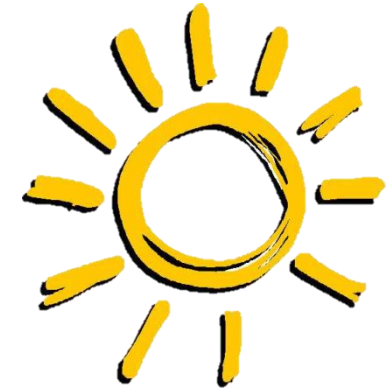
Capacidad instalada Energía Solar Térmica de Concentración, 2004 - 2014

Fuente:

REN21 *Renewables 2015 Global Status Report*



RED DE MEDICION

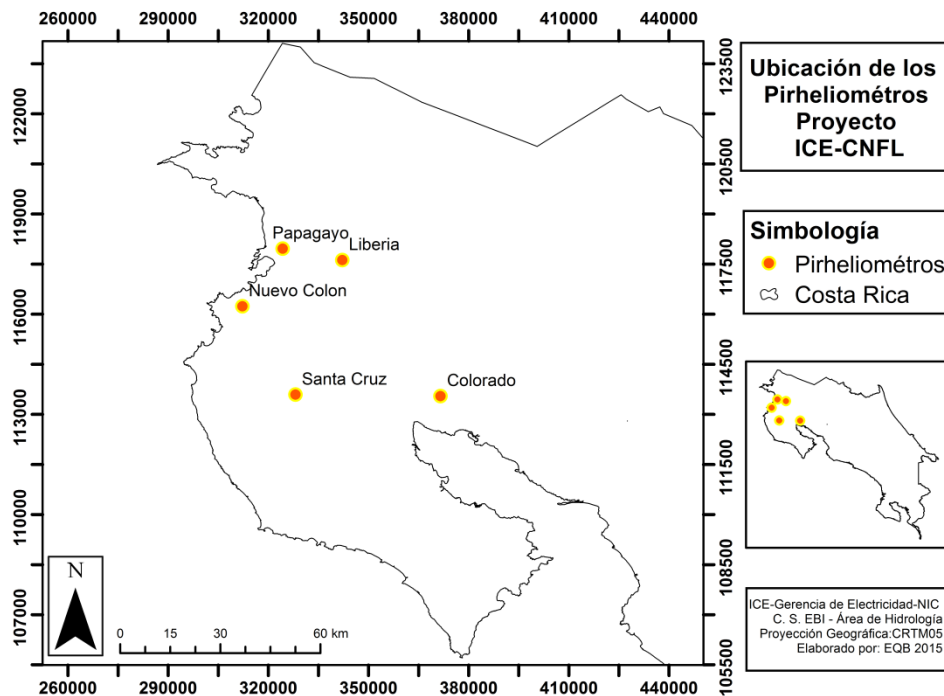
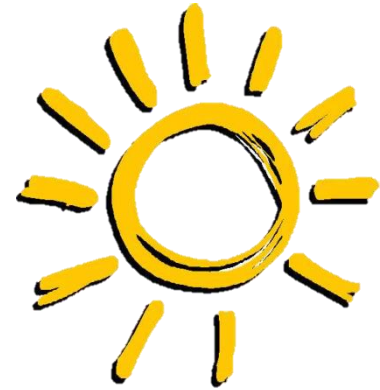


Datos del 1980-2015

Datos de radiación global horizontal de baja calidad (baja resolución temporal, mayor rango de incertidumbre propiamente del tipo de sensor, pérdida de datos, etc).

Red de medición de estaciones meteorológicas tipo B del ICE y del IMN

RED DE MEDICION



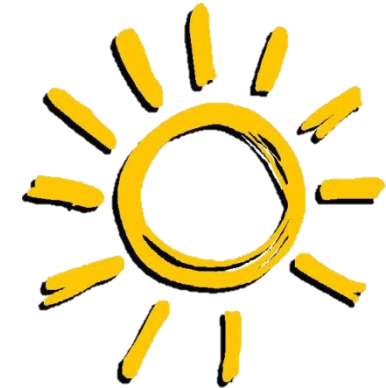
Datos del 2009-2014

Esta es la red de estaciones Pirheliómetros-Piranómetros que miden radiación Directa y Global respectivamente, actualmente todos tienen problemas de operación.

Pirheliómetros Red de Medición de Radiación Directa.

Fuente estudios EBI, CNFL, I+D.

RED DE MEDICION



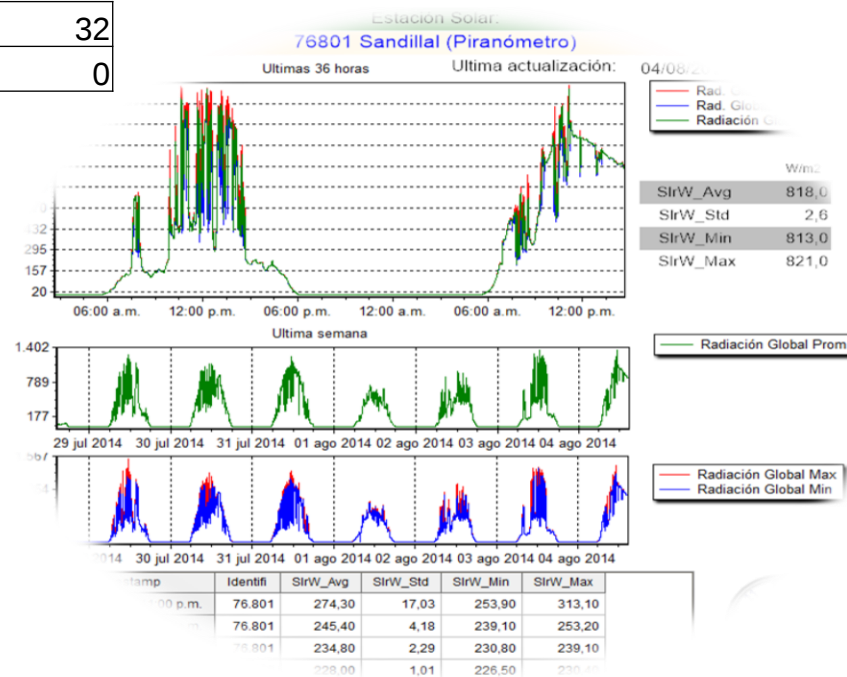
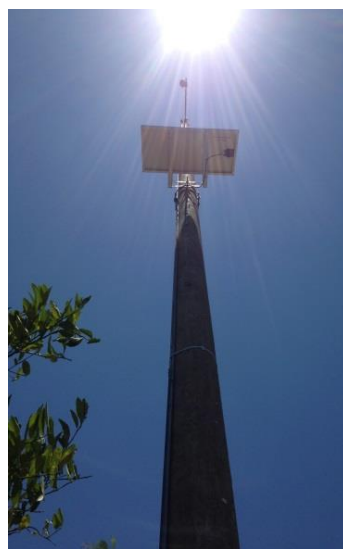
N° Puntos de Medición

Calidad del Sensor según ISO 6090	Secondary Standar	First Class	Second Class
-----------------------------------	-------------------	-------------	--------------

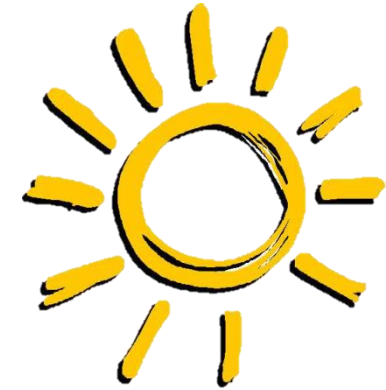
Clasificación de Calidad	La más alta Calidad	Buena calidad	Calidad Media
--------------------------	---------------------	---------------	---------------

Global	4	3	32
Directa	0	3	0

Campaña de Medición Radiación Solar Grupo ICE



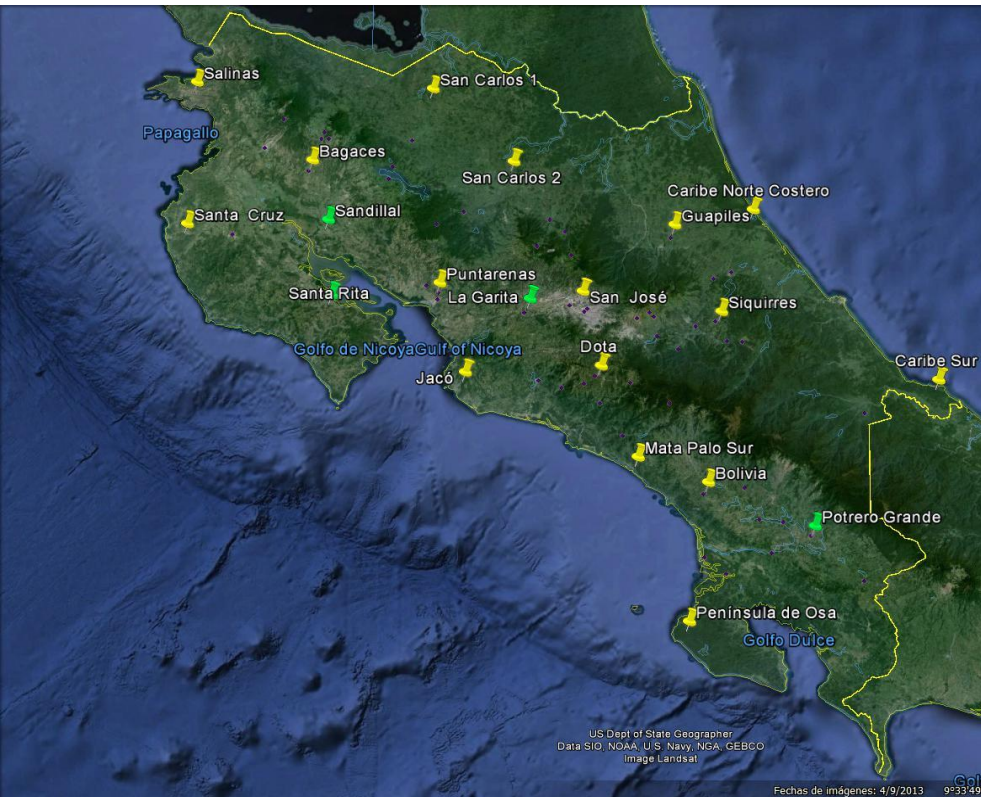
RED DE MEDICION



Campaña de Medición Radiación Solar Grupo ICE

Mapa de las zonas para medición del recurso solar, sensores tipo ***secondary estándar***, medición de radiación solar global horizontal.

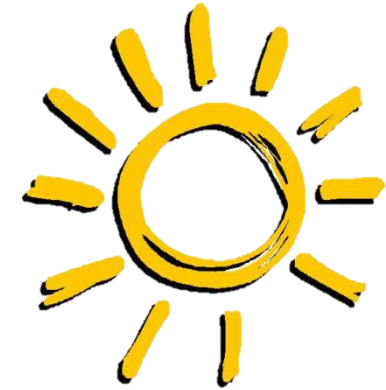
- Modelación atmosférica de variables solares
- Brindar previsión de patrones solares, útiles en reconocer los tiempos en que el recurso es aprovechable
- Planificación y posibilidad de disminución de problemas por rampas
- Reconocer efectos de Cambio Climático en la radiación solar del país.



Propuesta de Puntos de medición radiación global horizontal de alta calidad .

Esta red se está gestionando para 2016-2017.

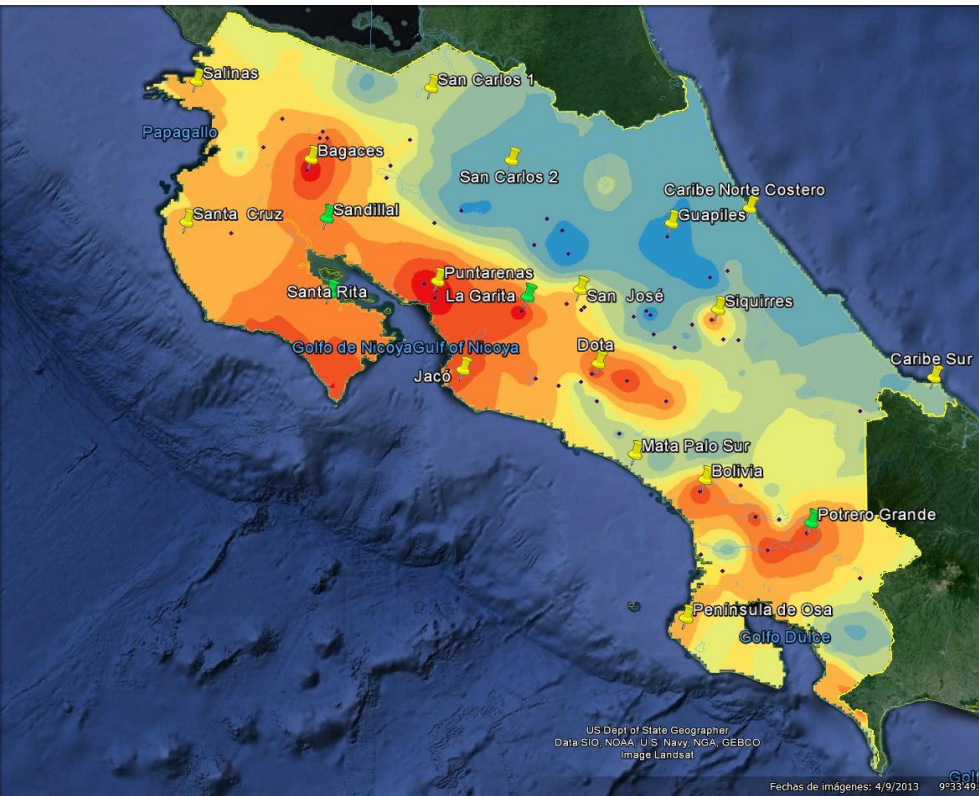
RED DE MEDICION



Campaña de Medición Radiación Solar Grupo ICE

Mapa de las zonas para medición del recurso solar, sensores tipo **secondary estándar**, medición de radiación solar global horizontal.

- Modelación atmosférica de variables solares
- Brindar previsión de patrones solares, útiles en reconocer los tiempos en que el recurso es aprovechable
- Planificación y posibilidad de disminución de problemas por rampas
- Reconocer efectos de Cambio Climático en la radiación solar del país.

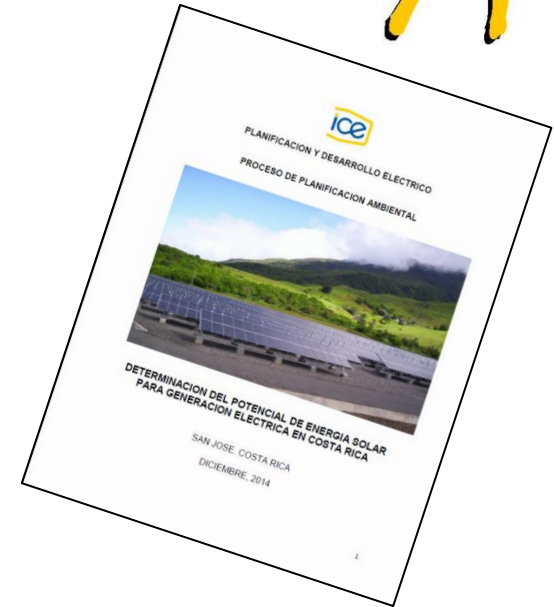
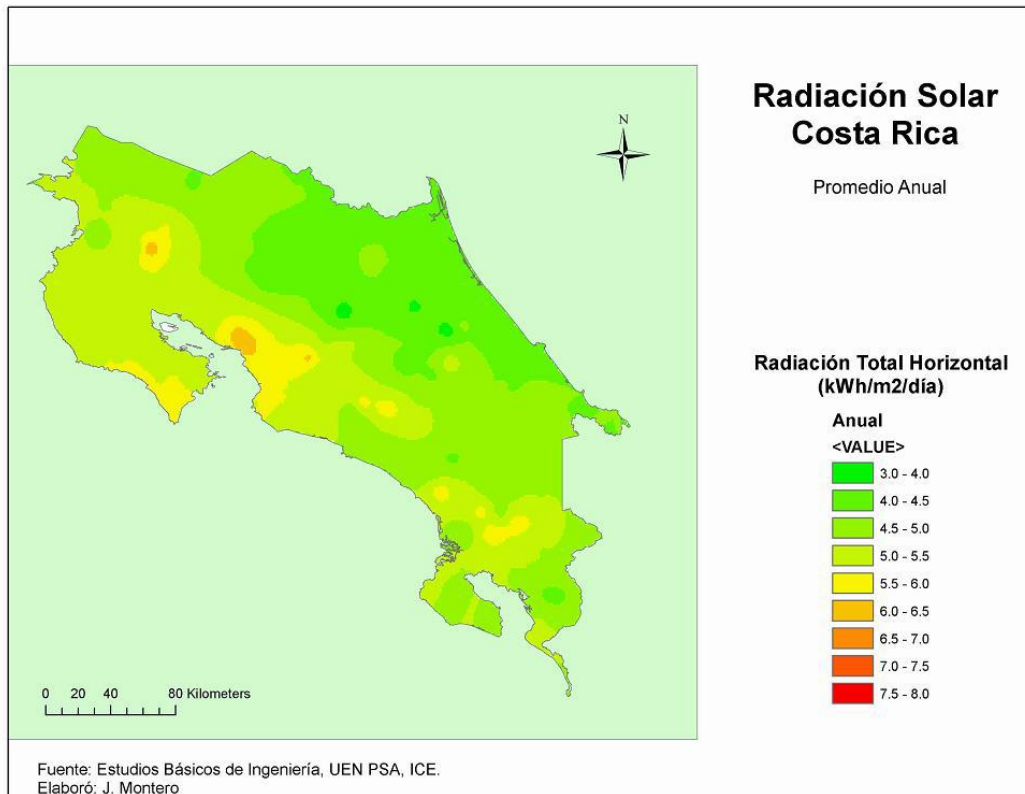
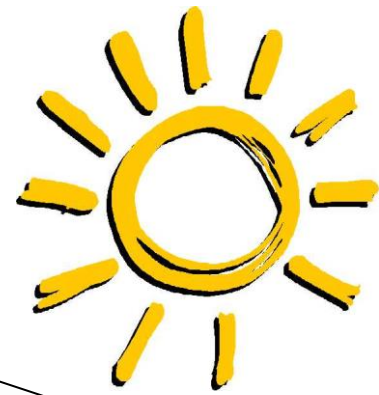


Propuesta de Puntos de medición radiación global horizontal de alta calidad .

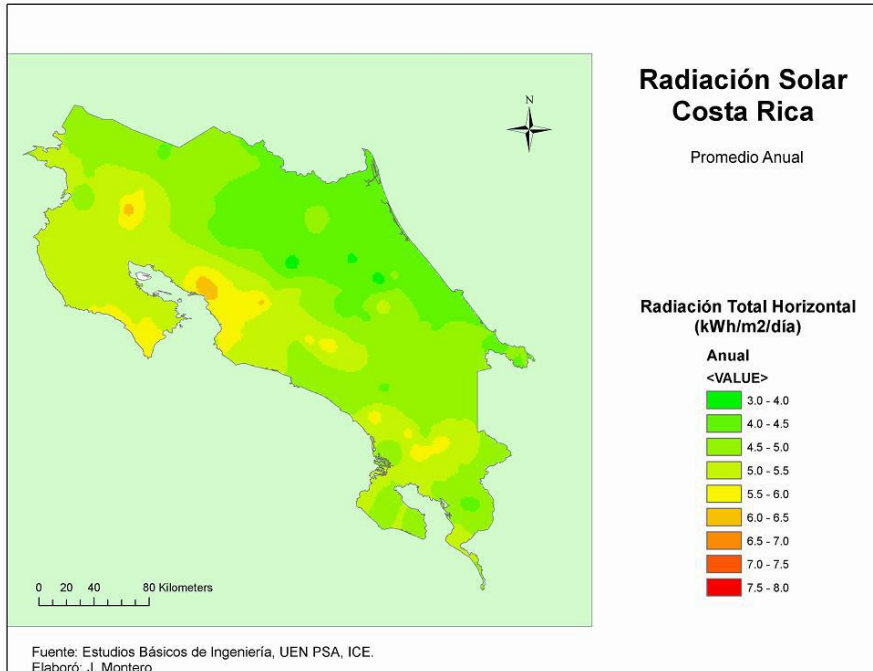
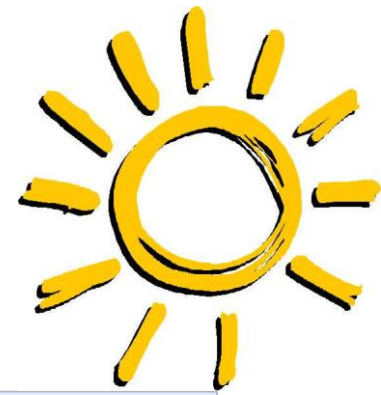
Esta red se está gestionando para 2016-2017.

POTENCIAL SOLAR

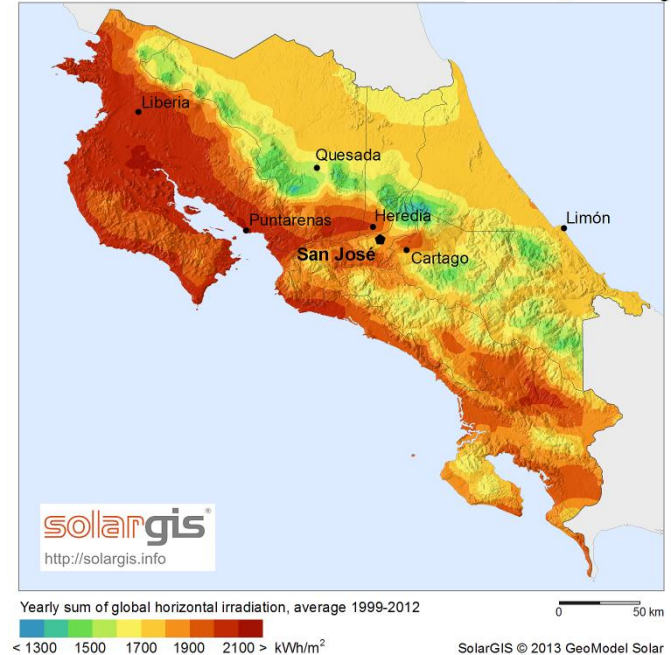
DETERMINACION DEL POTENCIAL DE ENERGIA SOLAR PARA
GENERACION ELECTRICA EN COSTA RICA, Diciembre 2014.



POTENCIAL SOLAR



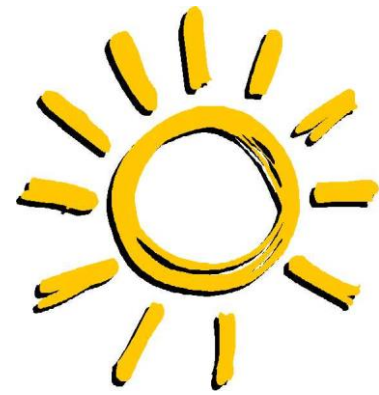
Global Horizontal Irradiation



Mapa de radiación global horizontal promedio anual, tomado de la tesis de Tony Weigl. Analysis of the Technical Potential and Profitability of Photovoltaic in Costa Rica. 2013

POTENCIAL SOLAR

DETERMINACION DEL POTENCIAL DE ENERGIA SOLAR PARA GENERACION ELECTRICA EN COSTA RICA, Diciembre 2014.



POTENCIAL TERMoeLECTRICO :

Los valores promedio anuales de radiación directa obtenidos en este estudio para las distintas regiones de Costa Rica se encuentran por debajo del umbral mínimo requerido de 1 800 KWh/m²*año.

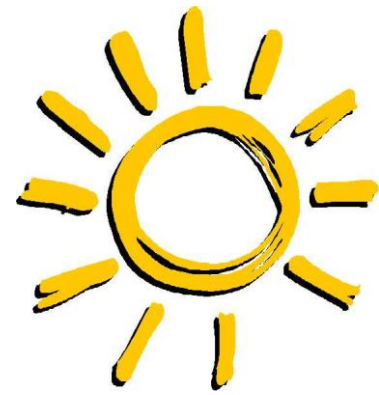
De acuerdo al alcance de la investigación, no existe potencial generalizado en nuestro país para desarrollos solares termoeléctricos.

Sin embargo, sitios puntuales con características especiales de radiación, podrían ser objeto de estudios específicos en el futuro, a fin de determinar la viabilidad de este tipo de desarrollos en dichos sitios.



POTENCIAL SOLAR

DETERMINACION DEL POTENCIAL DE ENERGIA SOLAR PARA
GENERACION ELECTRICA EN COSTA RICA, Diciembre 2014.



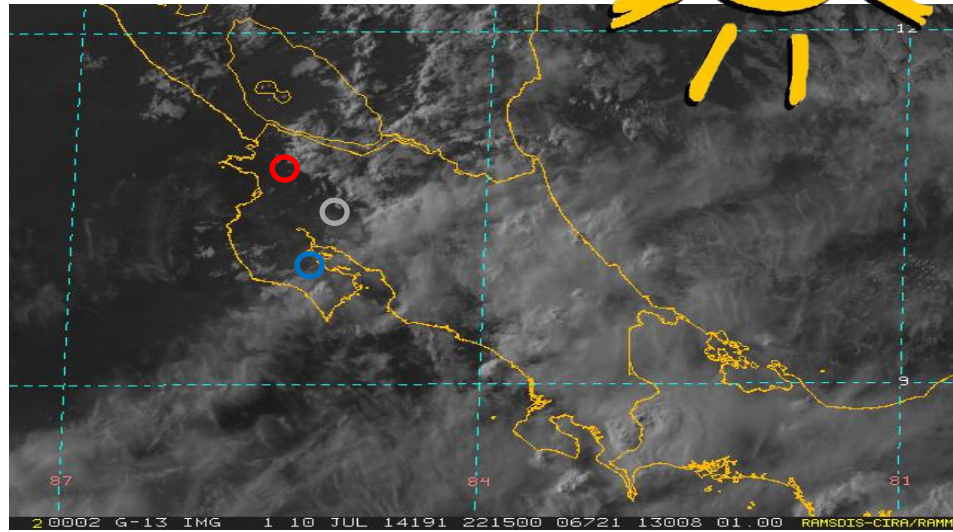
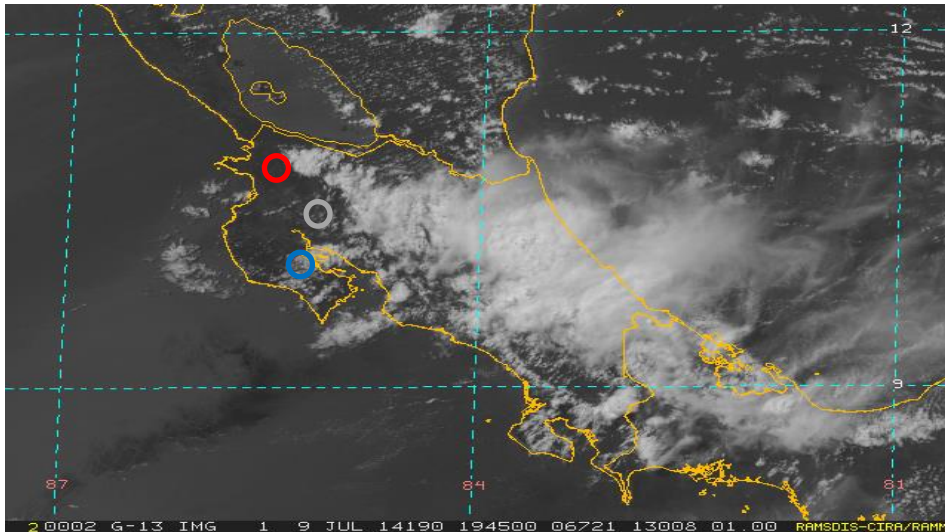
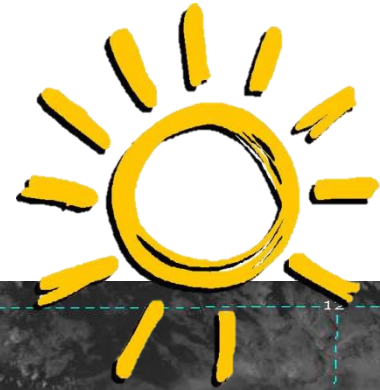
Potencial técnico fotovoltaico de Costa Rica:

Suponiendo que tan solo un 1% del área sin restricciones de nuestro país pudiese ser dedicada a proyectos solares fotovoltaicos, resultaría un potencial de 5 767 MW.

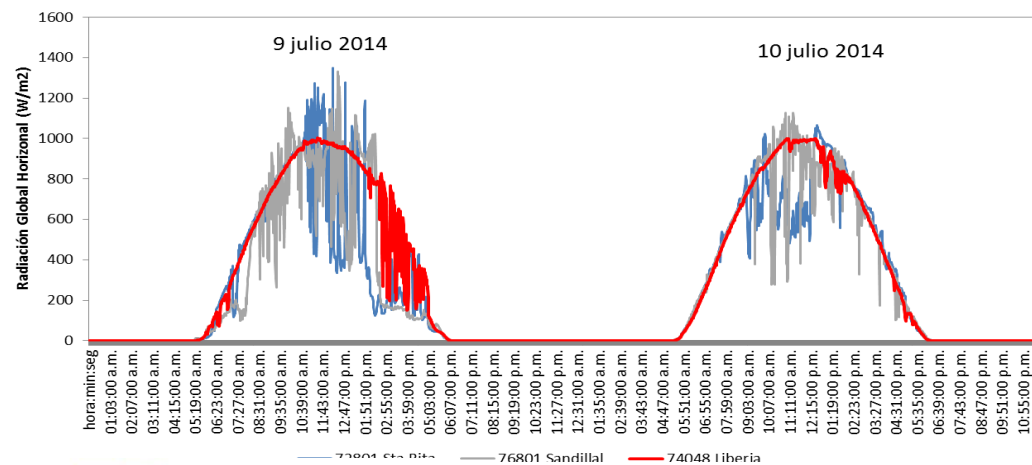
Considerando un 0,1 % del área sin restricciones, se tendría un potencial técnico disponible de 577 MW. (aun considerando áreas de aprovechamiento bastante conservadoras resultaría un potencial solar sumamente significativo).



VARIABILIDAD DEL RECURSO

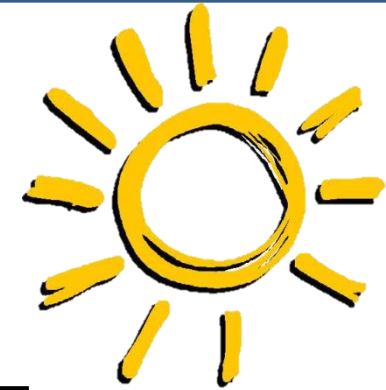


Comparación de los datos de radiación Global Horizontal



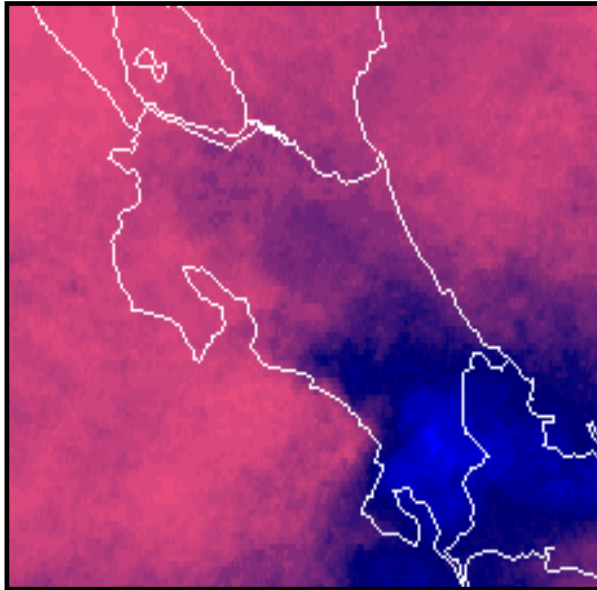
Fuente: Estudios Básicos de Ingeniería, UEN PySA, ICE

VARIABILIDAD DEL RECURSO

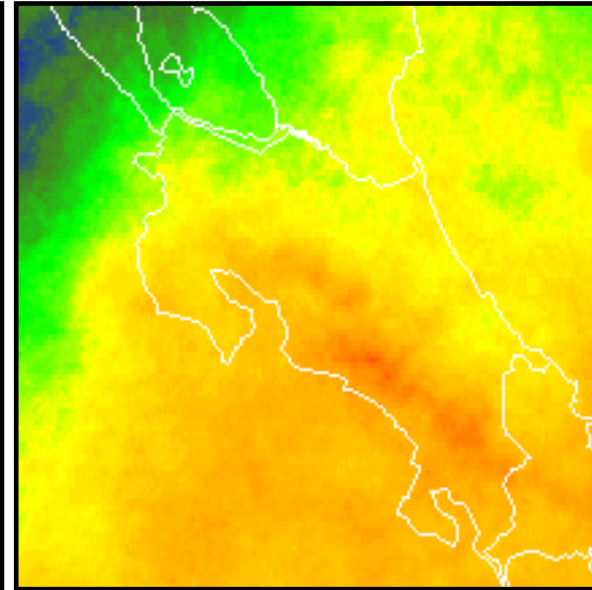


NUBOSIDAD

Marzo 2009

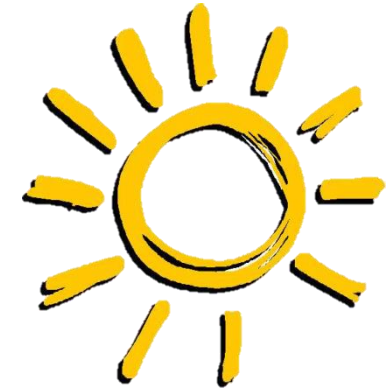


Octubre 2009

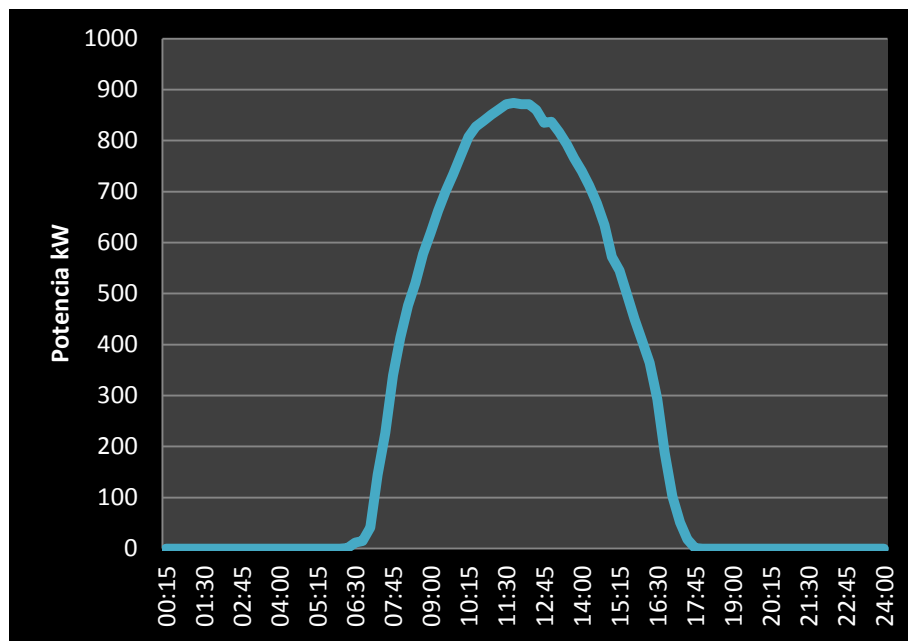


Ejemplos de patrón promedio mensual de nubosidad elaborados mediante imágenes de satélite. Basado en imágenes infrarrojas ($10.7 \mu\text{m}$) de 4 km^2 del Instituto de Cooperación para la Investigación Atmosférica (CIRA, por sus siglas en ingles).

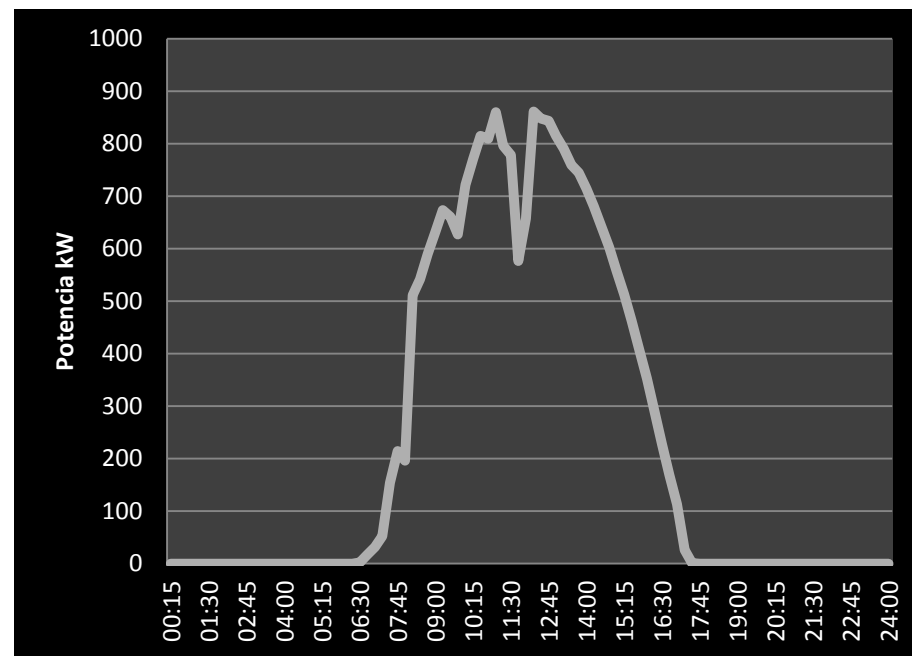
VARIABILIDAD DEL RECURSO



PLANTA SOLAR MIRAVALLES-ICE



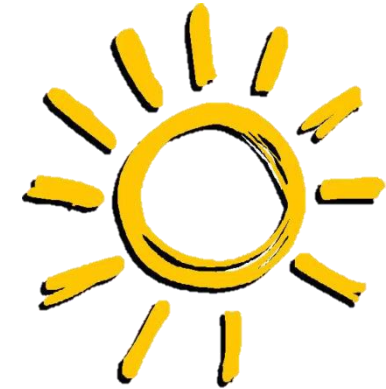
Curva de carga 10 de marzo 2014



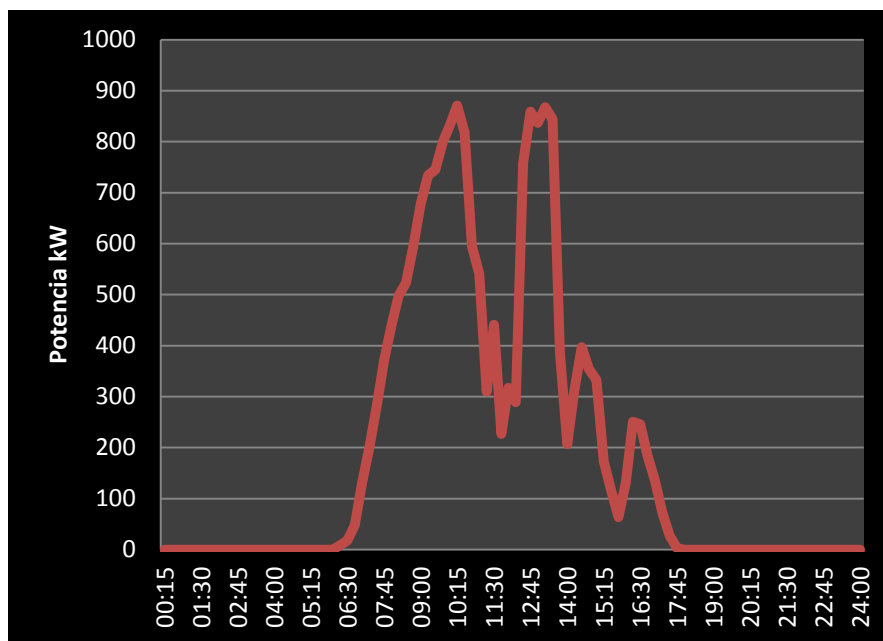
Curva de carga 20 de marzo 2014 |



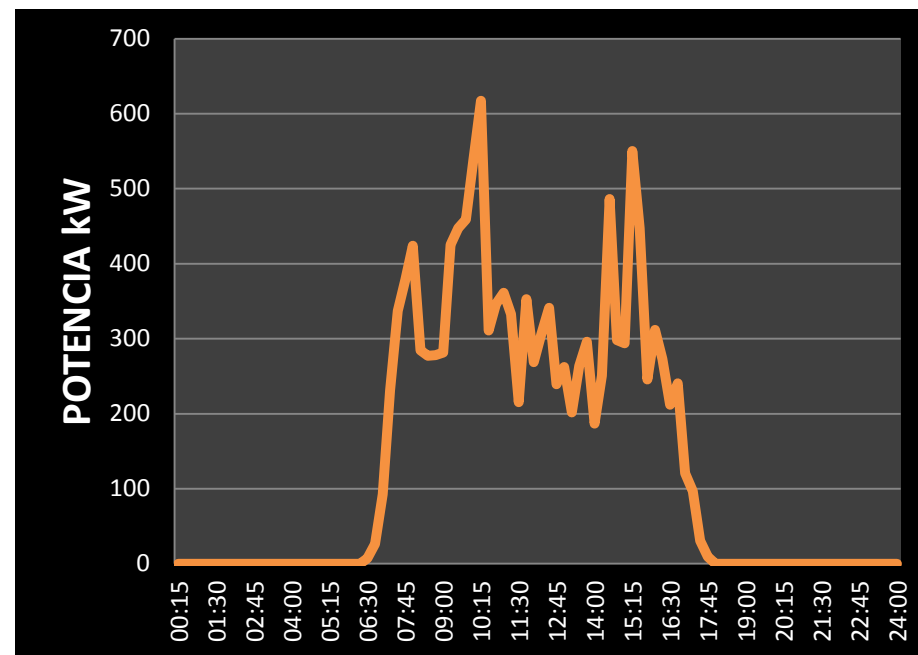
VARIABILIDAD DEL RECURSO



PLANTA SOLAR MIRAVALLES-ICE



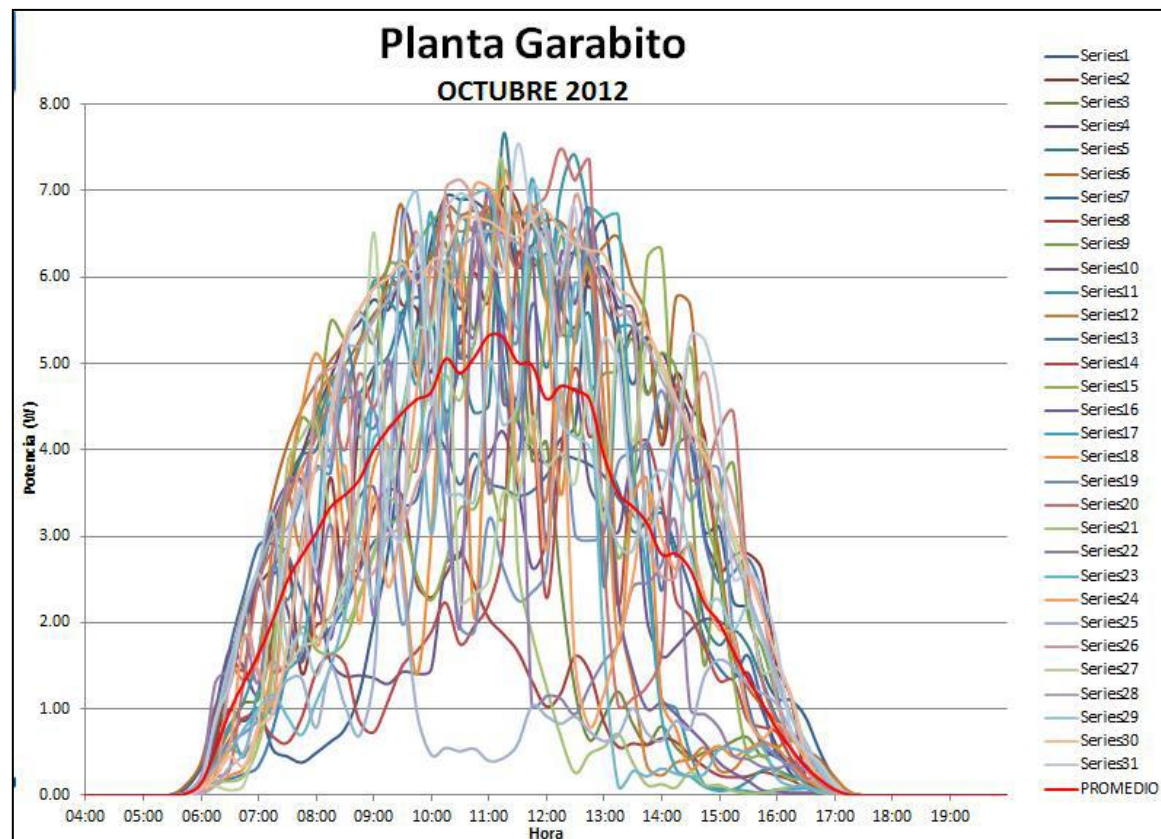
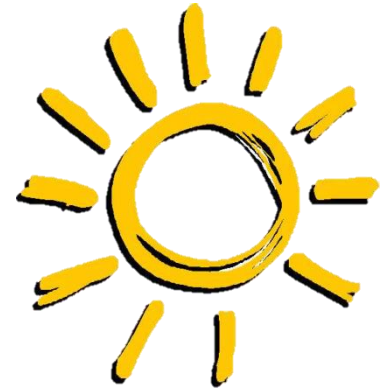
Curva de carga 26 de marzo 2014



Curva de carga 22 DE FEBRERO 2014



VARIABILIDAD DEL RECURSO



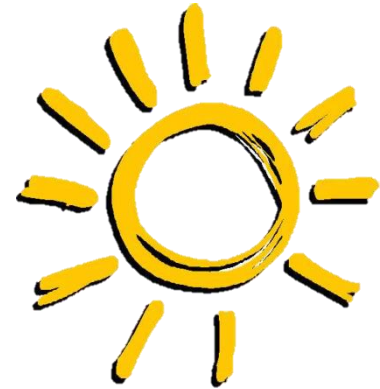
La variación de la potencia solar en la Planta Garabito es sumamente elevada en periodos muy cortos de tiempo.

Esta situación trae consecuencias importantes para el funcionamiento del sistema eléctrico nacional.



Variación diaria de la potencia para el mes de octubre. Planta Garabito.
Fuente: CENPE, ICE.

VARIABILIDAD DEL RECURSO



**CAPACIDAD MÁXIMA DE LA GENERACIÓN SOLAR FV
QUE SE PUEDE INSTALAR EN EL SEN.**

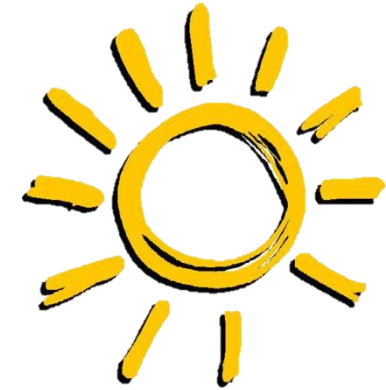
Se determinó que la capacidad total de generación Solar FV que se instale en el SEN no debe superar los 60 MW y que la capacidad instalada de cada planta individual no debe ser superior a 5 MW.

Se recomendó hacer una actualización de este informe cuando haya mayor disponibilidad de información.

CENCE Julio 2014.



ENERGÍA SOLAR INSTALADA



ENERGÍA SOLAR FV

PROYECTOS ICE

PLANTA SOLAR MIRAVALLES-ICE: 1 MW

PLANTA SOLAR PILOTO, SABANA: 3 kW

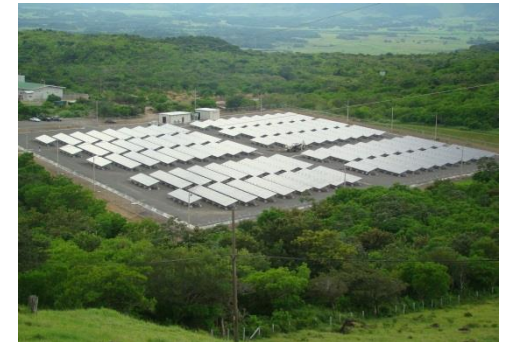
SISTEMAS AISLADOS ICE

PROGRAMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL ICE : 496 kW

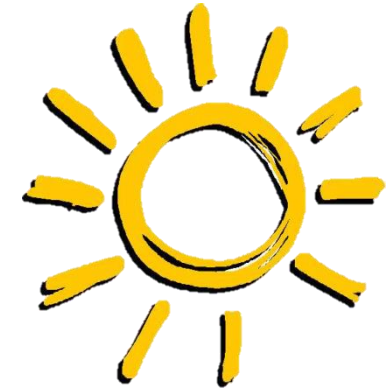
GENERACIÓN DISTRIBUIDA

Clientes en Generación Distribuida: 484

Potencia Instalada en Generación Distribuida: 4,94 MW



PERSPECTIVAS



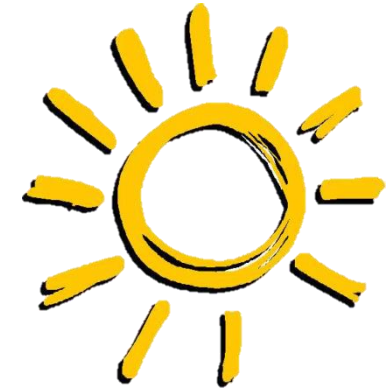
ENERGÍA SOLAR FV

CORTO PLAZO

- **SISTEMAS AISLADOS ICE**
 - PROGRAMA DE ELECTRIFICACIÓN RURAL : 130 kW
- **Estudio de Factibilidad Solar FV – ICE**
 - Se analizó la viabilidad de 2 Plantas Solares FV de 6 MW.
 - Ubicación: Cañas y Liberia.
 - Resultados: Proyecto técnica y financieramente rentable.
- **Concurso Proyecto Solar FV – Privado**
 - En proceso, pendiente publicación en Gaceta
 - Potencia: 3 MW – 5 MW.
 - Ley 7200, capítulo I.



PERSPECTIVAS



CORTO PLAZO

- **CONSULTORÍA PARA LA EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS Y TECNOLOGÍAS PARA MAXIMIZAR LA INTEGRACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES VARIABLES A GRAN ESCALA.** ICE-BID. Finales del 2016.

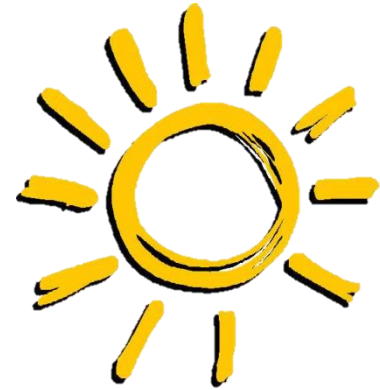
Se pretende analizar el sistema al año 2018:

Reevaluar los límites de solar y eólico a gran escala (no aplica a generación distribuida). **Visión operativa.**

Ejercicio de planeamiento al 2025: Ejercicio teórico de planeamiento de estas fuentes a largo plazo. **Visión de Planificación.**



PERSPECTIVAS



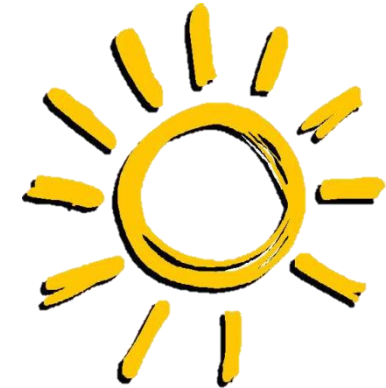
ENERGÍA SOLAR FV

MEDIANO PLAZO

- Activación comercial e incremento en los planes de Generación Distribuida: Empresa privada y Grupo ICE.
- Disponibilidad en el mercado financiero de productos bancarios adecuados para el modelo de inversión de sistemas de generación distribuida.



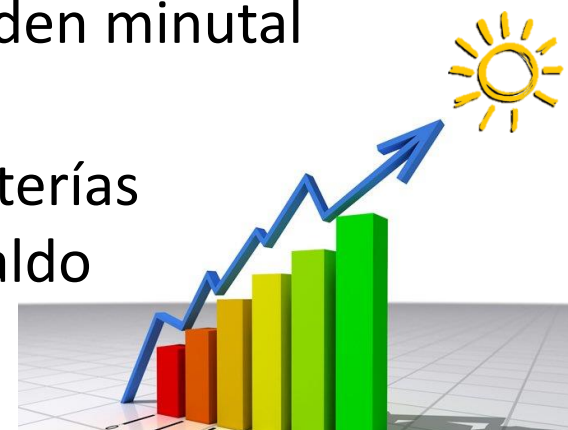
PERSPECTIVAS



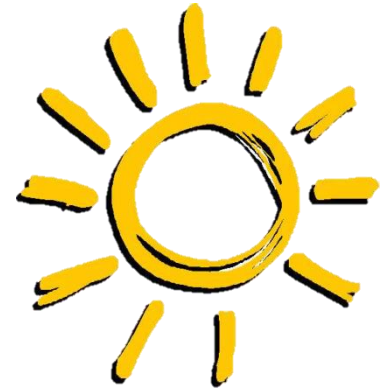
ENERGÍA SOLAR FV

LARGO PLAZO

- Se visualiza la energía solar fotovoltaica como una fuente que realiza aportes importantes de energía y otros servicios auxiliares al SEN.
- Para esto se requiere aún que sus costos disminuyan, y a la vez poder controlar las variaciones de orden minutil que presenta la tecnología.
- El desarrollo y evolución de sistemas de baterías abre también nuevas posibilidades de respaldo energético para esta fuente de generación.
Tecnología en desarrollo.



PERSPECTIVAS

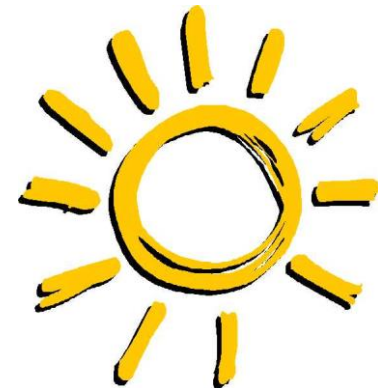


MEDIANO Y LARGO PLAZO

SOLAR TERMoeLECTRICA

- Ejecutar una campaña de medición de la radiación solar directa para obtener datos de calidad.
- Determinación del potencial nacional y priorización de zonas.
- Evaluación, diseño y construcción de un proyecto piloto
- Diseño y puesta en marcha de una estrategia de desarrollo de energía solar termoeléctrica





Experiencias, logros y desafíos del desarrollo de fuentes de energías renovables no convencionales en Iberoamérica

Muchas gracias...

Ing. Kenneth Lobo Méndez
Estudios y Proyectos
Planificación y Desarrollo Eléctrico

