

Informe Técnico
Seguimiento Proyecto Piloto de Eficiencia Energética
Generación Fotovoltaica
Universidad del Valle de Guatemala



PROYECTO PILOTO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA **UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA**

SEGUIMIENTO PROYECTO PILOTO

El proyecto Piloto de Eficiencia Energética con la Universidad del Valle de Guatemala – UVG- está constituido por un sistema de generación de electricidad a través de paneles solares fotovoltaicos y que se encuentran conectados a la red eléctrica interna, a través de inversor en la subestación eléctrica del Edificio H. Para su monitoreo, se cuenta con un enlace a la Internet y cuyo vínculo para consultas es el siguiente: <http://www.uvq.edu.gt/PanelesSolaresUVG/Estadisticas.php>, éste sistema de medición y lectura de la generación del sistema, fue desarrollado por la UVG para la visualización de la generación histórica y acumulada y con facilidades para filtrar la lectura de la generación de electricidad por fechas.

Este proyecto piloto se llevó a cabo bajo el auspicio de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica de Guatemala, en el marco del Convenio de Cooperación Técnica No Reembolsable No. ATN/OC-11261-GU, con el Banco Interamericano de Desarrollo BID, como un mecanismo para la promoción de la Eficiencia Energética en Guatemala.

La Comisión Nacional de Energía Eléctrica, monitorea y da seguimiento a los proyectos piloto, ejecutados en el marco de la citada Cooperación y en esta oportunidad se informan los resultados obtenidos en el monitoreo realizado al Proyecto Piloto de la Universidad del Valle de Guatemala.

ACTIVIDADES DEL SEGUIMIENTO

1. Recopilación de Información de la generación del Sistema mediante un enlace de Internet a la página Web de la Universidad.
2. Información de la generación de electricidad según la propuesta de la Empresa Adjudicada.
3. Mediciones eléctricas e Inspección a Componentes
4. Entrevista con personal técnico de UVG
5. Simulación de la Generación Fotovoltaica
6. Horas de Generación de Electricidad
7. Conclusiones
8. Recomendaciones

1. Recopilación de Información del Sistema Generación mediante un enlace a la Internet

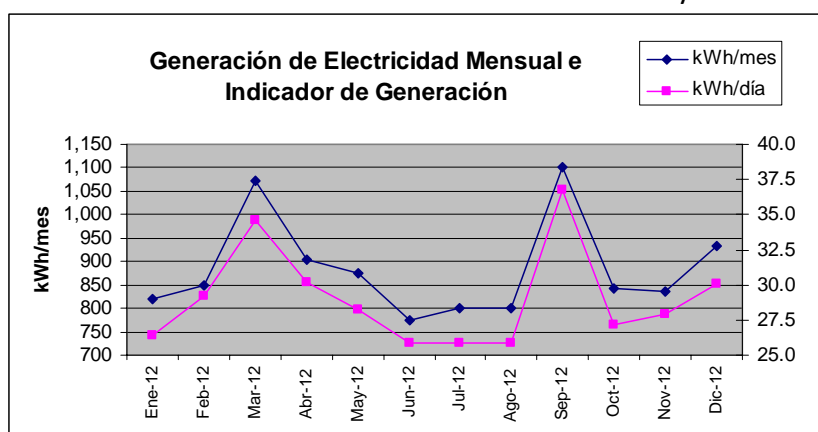
Se procedió a revisar la información histórica y acumulada de la generación del sistema, desde el inicio de su funcionamiento y específicamente la generación obtenida en el año 2012, se muestra en las siguientes tabla y gráfica, en el cual se registra la generación de electricidad realmente obtenida.

Tabla 1: Generación de Electricidad del año 2012 por mes

Mes	días	kWh/mes	kWh/día
Ene-12	31	819.6	26.4
Feb-12	29	848.2	29.2
Mar-12	31	1,071.2	34.6
Abr-12	30	904.7	30.2
May-12	31	875.3	28.2
Jun-12	30	774.8	25.8
Jul-12	31	800.7	25.8
Ago-12	31	800.7	25.8
Sep-12	30	1,102.8	36.8
Oct-12	31	843.2	27.2
Nov-12	30	836.6	27.9
Dic-12	31	932.8	30.1
TOTAL		10,610.4	29.0
GEN PORTAL		10,610.4	

Fuente: Elaboración Propia con información del sitio de Internet de UVG

Gráfica 1: Generación de Electricidad -Mensual y Diaria-



Fuente: Elaboración Propia con información del sitio de Internet de UVG

2. Información de la Generación ofertada por la Empresa Proveedor Adjudicada

La oferta técnico-económica presentada por la empresa que fue adjudicada, Proveedor de los paneles, ofreció el suministro de paneles solares fotovoltaicos con una potencia de 6.86 kWp –kilovatios pico-, con una generación promedio mensual estimada de 983.52 kWh –kilovatios-hora-. Lo anterior se multiplicó por 12 (los meses del año), reportó una generación estimada de 11,802 kWh/año.

Se estableció una diferencia entre la generación propuesta (11,802 Kwh/ año) y la real obtenida a lo largo del primer año de desempeño del Proyecto (10,610.4 Kwh/año), fue de 1,192 kWh, lo que equivale a una diferencia del 10.1% en menos, diferencia que se estima razonable según se explica en este informe de seguimiento.

Metodología utilizada por el Proveedor para la estimación de la generación presentada en su oferta:

La generación de electricidad del sistema dimensionado por el Proveedor se basó en una estimación de lo aportado por la simulación realizada a través de la herramienta de software **RETScreen**, la cual muestra una generación máxima de 11,801 kWh/año y que es función de las pérdidas tanto del sistema fotovoltaico como del equipo Inversor y de una serie de variables externas ajenas al sistema, especialmente la radiación solar, temperatura, aire y otras variables que se explican posteriormente.

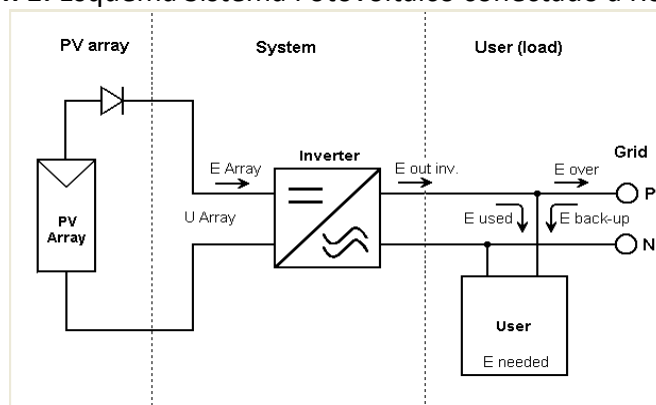
Cabe señalar que en términos generales, los oferentes al momento de calcular la generación de paneles solares para presentar una oferta; se apoyan en modelos de software existentes que hacen una simulación de la radiación solar y condiciones climatológicas y otros factores externos que van a afectar la generación de los paneles como la temperatura y particularmente la radiación solar durante los diferentes meses del año al estar en operación, además de la potencia y otras características propias del equipo.

Según lo que nos manifestara el proveedor de los paneles instalados en la UVG, al momento de elaborar su oferta, ellos utilizaron la **base de datos del software RETScreen**.

Todos los sistemas de software y bases de datos utilizadas para realizar estas estimaciones, arrojan datos que son estimaciones promedio aproximadas a la generación real, por lo que el 10% de generación en menos, entre la generación anual ofrecida y la generación real obtenida durante un año de operación; son razonables, considerando el error normal entre el pronóstico y la realidad, y se enmarca a lo que señalan las **normas STC Estándar Test Conditions**. Se debe entender, según la STC, que en promedio se puede conseguir entre un 75-80% de la potencia nominal del sistema de paneles fotovoltaicos, y en relación directa con la incidencia solar. La generación de energía eléctrica está fuertemente relacionada a la potencia de los conjuntos fotovoltaicos.

Esquema de Sistemas de Generación Fotovoltaica Atada a Red

Ilustración 1: Esquema Sistema Fotovoltaico conectado a Red Eléctrica



Fuente: Herramienta PVSyst V5.63

La ilustración anterior muestra los componentes y su interconexión –a modo de ejemplo- de un sistema atado a la red eléctrica y que es éste el caso del Proyecto Piloto.

3. Mediciones Eléctricas e Inspección a los Componentes del Sistema.

El Departamento de Eficiencia Energética de la Comisión Nacional de Energía, realizó una inspección a las instalaciones, y constató un funcionamiento normal. Asimismo, procedió a la medición eléctrica de 7 días continuos y consecutivos (del 11/01/2013 al 18/01/2013) y cuyo resultado se muestra a continuación.

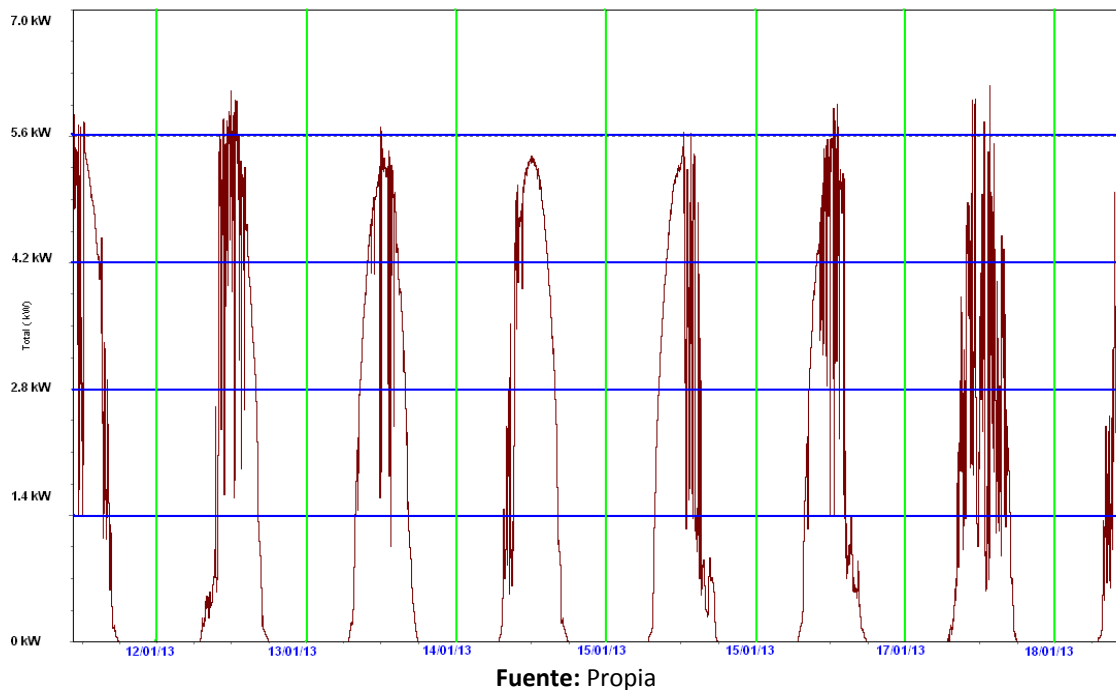
Tabla 2: Resultado de Medición y Otros Registros

Medidor	Inicio	Fin	kWh inicio	kWh fin	Total -kWh-
Analizador	10:43 11/01/2013	10:53 18/01/2013	0	213.321	213.321
Internet	10:43 11/01/2013	10:53 18/01/2013	11,406.981	11,621.893	214.912
Inversor	10:43 11/01/2013	10:53 18/01/2013	11,433.000	11,649.000	216.000

Fuente: Propia con Analizador de Potencia Fluke 1735; Portal de Internet; e Inversor instalado

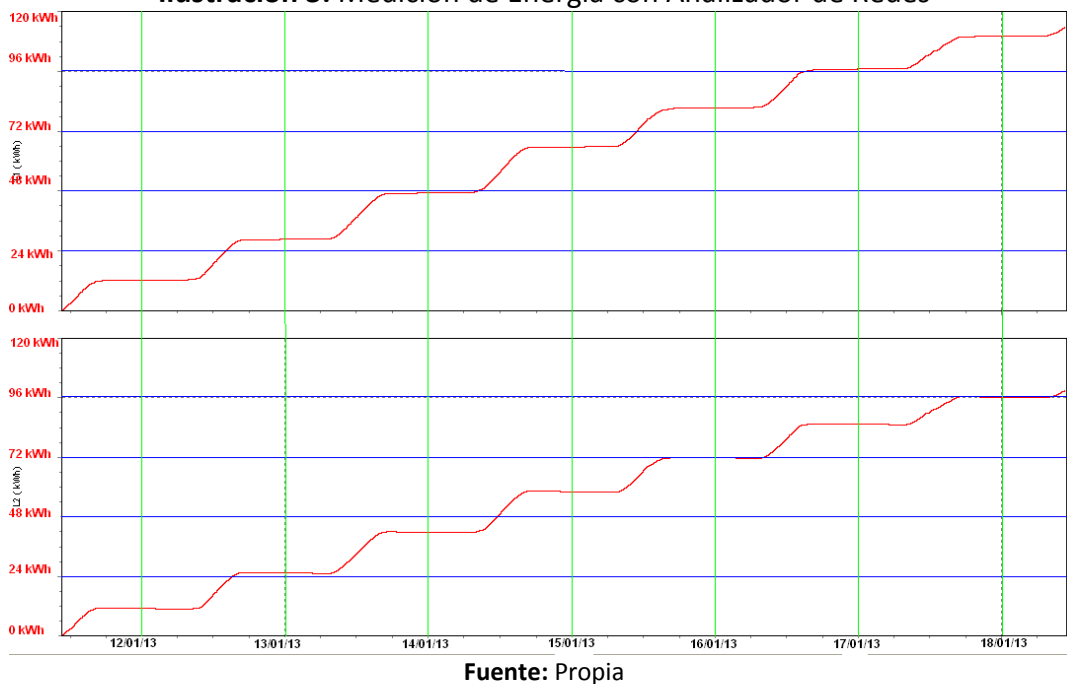
La medición aporta información importante. Se considera que no existe diferencia significativa en la generación de electricidad, y que las mediciones tanto del Inversor como del instrumento que aporta información para Internet –ION6200- lo hace con un elevado grado de exactitud y precisión.

Ilustración 2: Medición Potencia con Analizador de Redes



La medición anterior muestra el resultado diario de la generación de electricidad, mostrando su mayor potencia entre las 12 y las 13 horas (eje horizontal –días-). La potencia máxima alcanzada ronda los 6 kW de potencia en el momento de mayor insolación (eje vertical con rango de 0-7 kW).

Ilustración 3: Medición de Energía con Analizador de Redes



La generación de electricidad resulta de la adición de la energía de las líneas L1 y L2 en los cuales se está inyectando a la red de electricidad. La generación de los 7 días resulto de 213.321 kWh.

Los componentes principales del sistema de generación fotovoltaica se muestran en funcionamiento. Los cambios realizados por UVG consistieron únicamente en la modificación de la posición de los ductos que contienen las líneas eléctricas que llevan la generación fotovoltaica de los paneles fotovoltaicos hacia el inversor y la posición de la red de tierras. Tal cambio no modificó la funcionalidad de los componentes.

4. Entrevista con el Personal Técnico de la UVG.

Asimismo, se sostuvo una entrevista con el Ingeniero responsable del área de Mantenimiento de la Universidad del Valle, quien manifestó que el equipo ha estado funcionando satisfactoriamente desde su instalación hace aproximadamente un año hasta la fecha; salvo una desconexión temporal entre el instrumento de medición y el sistema web que sirve para monitorear la producción del sistema, lo cual no afectó su funcionamiento ni la veracidad de los datos de producción acumulados. Sólo se perdió información temporal durante un periodo de tiempo pero que no afectó la información acumulada. Esta interrupción pudo haber sido ocasionada por modificaciones que la Universidad efectuó en su infraestructura eléctrica y de comunicaciones. Pero repetimos, no se afectó la cifra de generación acumulada del sistema.

5. Simulación Generación Fotovoltaica

Para el dimensionamiento de sistemas de generación fotovoltaicos también existen otras herramientas disponibles para realizar estimaciones en el Departamento de Guatemala, tal es el caso de la herramienta PVSyst, la cual se ha utilizado en versión 5.63 –demo- para simular la alternativa adjudicada y ejecutada para el proyecto piloto, a saber:

- Sistema fotovoltaico implementado por la empresa proveedora del sistema – oferente adjudicado y ejecutor de el Proyecto Piloto con UVG-

Tabla 3: Componentes Sistema Fotovoltaico a Simular

Oferente	Paneles				Inversor	
	Descripción	cantidad	kW/unidad	kW/conjunto	Descripción	kW/unidad
Adjudicado Proyecto UVG	SLK60P6L	28	0.245	6.86	SMA SB 8000TL U-208	8.00

Fuente: Ofertas Proceso de cotización Proyecto Piloto UVG

La oferta del Proveedor consistió en módulos con una superficie de 45.5 m², con paneles policristalinos de silicio. El inversor Sunny Boy, según el catálogo del simulador, está diseñado para sistemas de 60 Hz. La eficiencia en STC = 15.15 %. En condiciones de funcionamiento, la potencia es de 6.13 kWp (a 50°C).

Tabla 4: Generación Simulada Oferentes Proyecto UVG

Período	kWh/m ²		
		kWh/mes	Eff Sistema -%-
Enero	163.0	1,003	11.82
Febrero	156.0	908	11.76
Marzo	181.0	992	11.69
Abril	173.0	902	11.74
Mayo	168.0	849	11.79
Junio	155.0	774	11.82
Julio	178.0	888	11.80
Agosto	167.0	859	11.74
Septiembre	144.0	779	11.78
Octubre	152.0	870	11.87
Noviembre	148.0	892	11.82
Diciembre	152.0	955	11.90
TOTAL ANUAL		10,671	11.79

Fuente: PVSyst V5.63 –demo- para ubicar instalación en la Ciudad de Guatemala

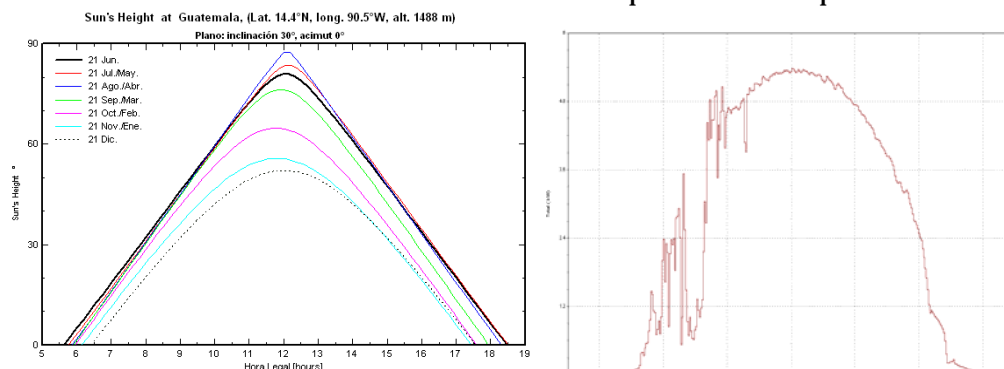
La utilización de PVSyst resulta útil, ya que realiza estimaciones con exactitud y precisión a la generación de electricidad conseguida con los insumos de los equipos actualmente instalados (con un error del 0.57%).

6. Efecto horario en la Generación Fotovoltaica

Considerando que la radiación solar es la fuente de energía primaria, en los sistemas fotovoltaicos, la generación de electricidad sucede al llegar la altura solar a cierto nivel. Sucede que la generación da inicio al momento de la salida del sol, y sigue una relación bastante proporcional.

Para Guatemala, la herramienta PVSyst posee curvas que muestran la altura del sol por períodos. Comparativamente, se muestra la curva de generación de electricidad de un día del registro de potencia con analizador de redes.

Ilustración 4: Horas de sol diarias por trimestres –práctica-



Fuente: PVSyst V5.63 –demo- Salida de sol para la Ciudad de Guatemala y Medición Fluke 1735

La anterior muestra que la generación de electricidad inicia con la aparición del sol, hasta un punto máximo, y que además, se posee una fuerte correlación entre la proximidad solar y la mayor generación de energía mensual.

7. CONCLUSIONES

- La inspección presencial en la UVG permitió constatar que el sistema de paneles solares, inversor de corriente, equipos de medición y otros accesorios se encontraban funcionando correctamente, con resultados satisfactorios.
- Se constató que la desconexión temporal del sistema de medición que alimenta la base de datos a través de Internet había sido restituida, y no obstante la pérdida de información en un determinado período de tiempo, ésta no afectó el acumulado conseguido por el sistema fotovoltaico.
- La generación fotovoltaica depende de la eficiencia de:
 - Los conjuntos fotovoltaicos
 - El inversor
 - Las pérdidas por temperatura principalmente
 - De la proximidad solar al plano del sistema de generación fotovoltaica
 - Las horas de incidencia solar
 - La intensidad de la radiación solar por área de superficie
 - La temperatura es el principal factor de pérdidas debido a condiciones climáticas.
- La generación de electricidad proyectada por la empresa proveedora de los equipos y servicios –oferente adjudicado y ejecutor del Proyecto Piloto- se considera razonable -11,802 kWh/año-. Esto se constató al realizarse la simulación con la herramienta RETScreen, la cual arroja una generación máxima de 11,801 kWh/año (15.15% de eficiencia en fotovoltaico y 96.5% de eficiencia en el inversor a una temperatura de 45 °C –y pérdidas varias de 1.9%-
- La generación para el Proyecto Piloto en el año 2012 arrojó una diferencia entre la producción de electricidad proyectada con respecto real, la cual fue de 1,192 kWh/año (-10.1%). Ésta diferencia es técnica y legalmente justificable. Por lo anterior, es razonable la generación conseguida en el período antes indicado, puesto la estimación inicial era producto de una simulación que depende de diversas variables propias del equipo y climáticas; además del modelo informático de simulación utilizado, que utiliza una base de datos promedio aproximada de las condiciones de radiación solar en determinado lugar geográfico.
- Los sistemas de software y bases de datos utilizados para realizar estimaciones arrojan datos aproximados a la generación real. Se ha de considerar el error normal entre el pronóstico y la realidad, y se enmarca en lo señalado en normas internacionales (e.g. STC Standard Test Conditions), y que fueron citadas en el Informe Final del Expediente de Contratación revisado. En el expediente de compra, en el informe final, se menciona que se debería garantizar como mínimo una producción del 80% de la capacidad de placa en un período de 20 años.

- La medición eléctrica aplicada en el período de 7 días y su comparación con el sistema que alimenta la base de datos del sitio de Internet revela que el sistema de medición se encuentra registrando correctamente el resultado de la generación.
- Las simulaciones con la herramienta PVSyst V5.63 –demo- arroja datos con mayor precisión que la herramienta RETScreen (a menos que ha esta última se le modifiquen notoriamente las pérdidas porcentuales de los sistemas fotovoltaicos e inversor).
- La entrevista con personal de UVG (10/01/2012), proporcionó información con respecto a la operación y el mantenimiento del sistema fotovoltaico. Se estableció que se aplican las rutinas de mantenimiento y conservación de los equipos y componentes del Proyecto Piloto, y se están aplicando éstas. Los equipos muestran estar operando con normalidad a satisfacción.
- El proceso de seguimiento se facilita significativamente cuando se dispone de medición remota de los resultados, tal es el caso del instrumento de medición que traslada información al sitio de Internet y sus aplicaciones.
- La UVG se encuentra satisfecha con el Proyecto Piloto de Generación Fotovoltaica.

8. RECOMENDACIONES

- En el futuro, los sistemas fotovoltaicos, atados a la red eléctrica o aislados, se han de comparar a través del Factor de Rendimiento –FR- de los sistemas. Se ha de asignar una ponderación a ésta en los procesos de calificación de ofertas técnico-económicas. Se han de preferir las alternativas que presenten el mayor valor de FR.
- Las simulaciones de futuros proyectos fotovoltaicos se han de realizar con herramientas como PVSyst, cuya base de datos muestra un menor margen de error al no permitir la asignación discrecional de pérdidas a los componentes del sistema, o sistema completo.
- Los términos de referencia para solicitar ofertas por sistemas fotovoltaicos deben de incluir lo siguiente:
 - Simulación de la generación de electricidad
 - Proporcionar el Factor de Rendimiento del Sistema
 - La eficiencia del Sistema Completo
 - Las pérdidas porcentuales de los componentes
 - Fotovoltaicos
 - Inversor
- Sin excepción, un sistema de Medida con conexión a la Internet para todo Proyecto Piloto. Éste mostrará el consumo y demanda de electricidad de los equipos proporcionados que pueden ser generadores o consumidores de electricidad. Permite facilidades al proceso de monitoreo, Medición y Verificación del desempeño.
- Se han de mantener los estándares de seguridad, o implementar sea el caso, en los sitios donde se instalen equipos de proyectos piloto, sean éstos: sistemas de tierra; medios de desconexión automática, etc.

ANEXO 1

Software de Análisis de Proyectos de Energía Limpia

Información del proyecto

[Ver la base de datos del proyecto](#)

Nombre del Proyecto	Proyecto Piloto Energía Fotovoltaica
Ubicación del Proyecto	UVG Campus Central
Preparado para	UVG
Preparado por	DEE-DPE-CNEE
Tipo de proyecto	Generación de electricidad
Tecnología	Fotovoltaico
Tipo de red	Red-Central
Tipo de análisis	Método 1
Poder calorífico de referencia	Poder Calorífico Superior (PCS)
Mostrar parámetros	<input type="checkbox"/>

Condiciones de referencia del sitio

[Seleccionar ubicación de datos meteorológicos](#)

Ubicación de datos climáticos: Guatemala (Aeropuerto)

Mostrar datos

	Unidad	Ubicación de datos climáticos	Ubicación del Proyecto
Latitud	'N	14.6	14.6
Longitud	'E	-90.5	-90.5
Elevación	m	1,489	1,489
Temperatura de diseño de la calefacción	°C	11.8	
Temperatura de diseño del aire acondicionado	°C	27.1	
Amplitud de la temperatura del suelo	°C	11.4	

Mes	Temperatura del aire	Humedad relativa	Radiación solar diaria - horizontal	Presión atmosférica	Velocidad del Viento	Temperatura del suelo	Días-grado de calentamiento	Días-grado de enfriamiento
	°C	%	kWh/m ² /d	kPa	m/s	°C	°C-d	°C-d
Enero	17.1	72.4%	5.18	93.2	6.4	22.7	28	220
Febrero	18.2	69.9%	5.73	93.1	6.0	24.7	0	230
Marzo	19.3	70.5%	6.02	93.0	5.1	26.8	0	288
Abril	20.4	70.3%	6.05	93.0	4.7	27.7	0	312
Mayo	20.5	75.1%	5.48	92.9	4.1	26.1	0	326
Junio	19.8	81.2%	5.16	93.0	3.8	24.4	0	294
Julio	19.6	79.2%	5.45	93.1	5.0	24.0	0	298
Agosto	19.9	78.3%	5.34	93.1	4.9	24.1	0	307
Setiembre	19.4	83.5%	4.73	93.0	3.5	23.6	0	282
Octubre	19.1	80.1%	4.76	93.0	4.8	23.0	0	282
Noviembre	18.2	77.2%	4.90	93.1	6.0	22.8	0	246
Diciembre	17.6	74.5%	4.95	93.2	6.2	22.3	12	236
Anual	19.1	76.0%	5.31	93.0	5.0	24.3	40	3,320
Medido a	m				10.0	0.0		



[Complete la hoja del Modelo de Energía](#)

Sistema eléctrico de potencia del caso propuesto

Costos iniciales incrementales

Tecnología

Fotovoltaico

Tipo de análisis

- Método 1
 Método 2

Evaluación de recursos

Modo de rastreo solar

Inclinación

Azimut

Fijado
15.0
0.0

Mostrar datos

Mes	Radiación solar diaria - horizontal kWh/m ² /d	Radiación solar diaria - inclinado kWh/m ² /d	Tarifa de exportación de electricidad \$/MWh	Electricidad exportada a la red MWh
Enero	5.18	5.90	420.0	1.088
Febrero	5.73	6.24	420.0	1.030
Marzo	6.02	6.21	420.0	1.131
Abril	6.05	5.92	420.0	1.045
Mayo	5.48	5.19	420.0	0.951
Junio	5.16	4.82	420.0	0.860
Julio	5.45	5.11	420.0	0.940
Agosto	5.34	5.16	420.0	0.950
Setiembre	4.73	4.76	420.0	0.851
Octubre	4.76	5.02	420.0	0.927
Noviembre	4.90	5.47	420.0	0.975
Diciembre	4.95	5.71	420.0	1.052
Anual	5.31	5.45	420.00	11.801
Radiación solar anual - horizontal	MWh/m ²	1.94		
Radiación solar anual - inclinado	MWh/m ²	1.99		

Fotovoltaico

Tipo

Capacidad de generación eléctrica

Fabricante

Modelo

Eficiencia

Temperatura normal de operación de las celdas

Coefficiente de temperatura

Área del colector solar

Pérdidas varias

Inversor

Eficiencia

Capacidad

Pérdidas varias

Resumen

Factor de utilización

Electricidad exportada a la red

poliSi	
6.86	
6.86	
poliSi - SILK60P6L 245W	28 unidad(es)
15.2%	
45	°F 113.0
0.40%	
45	pie ² 487
3.0%	
96.5%	
8.0	
1.9%	

\$ 25,000

[Vea la base de datos del producto](#)

\$/kWh 0.420

**CNEE - UVG
OFERENTE ADJUDICADO****Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación****Proyecto :** Eficiencia Energética - Generación Fotovoltaica

Lugar geográfico	Guatemala	País	Guatemala
Ubicación	Latitud 14.4°N	Longitud	90.5°W
Hora definido como	Hora Legal Huso hor. UT-6	Altitud	1488 m
	Albedo 0.20		

Datos climatológicos : Guatemala, Synthetic Hourly data**Variante de simulación :** UVG Proyecto Piloto PV - CNEE

Fecha de simulación 01/02/13 14h50

Parámetros de la simulación**Orientación Plano Receptor** Inclinación 15° Acimut 0°**Perfil obstáculos** Sin perfil de obstáculos**Sombras cercanas** Sin sombreado**Características generador FV**

Módulo FV	Si-poly	Modelo	SLK60P6L 245		
		Fabricante	Siliken		
Número de módulos FV		En serie	14 módulos	En paralelo	2 cadenas
N° total de módulos FV		N° módulos	28	Pnom unitaria	245 Wp
Potencia global generador		Nominal (STC)	6.86 kWp	En cond. funciona.	6.13 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)		V mpp	377 V	I mpp	16 A
Superficie total		Superficie módulos	45.5 m²	Superficie célula	40.9 m²

Inversor

	Modelo	Sunny Boy SB 8000TL U-208		
	Fabricante	SMA		
Características	Tensión Funciona.	300-480 V	Pnom unitaria	8.00 kW AC

Factores de pérdida Generador FV

Factor de pérdidas térmicas	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
=> Temp. Opera. Nom. Cél. (G=800 W/m², Tamb=20° C, Viento=1m/s)			TONC	56 °C
Pérdida Óhmica en el Cableado	Res. global generador	394 mOhm	Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de Pérdidas	1.5 %
Pérdidas Mismatch Módulos			Fracción de Pérdidas	2.0 % en MPP
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Parámetro bo	0.05

Necesidades de los usuarios : Carga ilimitada (red)

**CNEE - UVG
OFERENTE ADJUDICADO**

Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

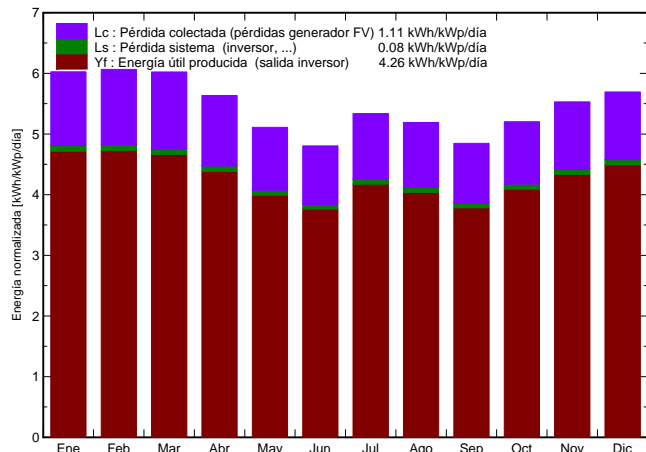
Proyecto : Eficiencia Energética - Generación Fotovoltaica

Variante de simulación : UVG Proyecto Piloto PV - CNEE

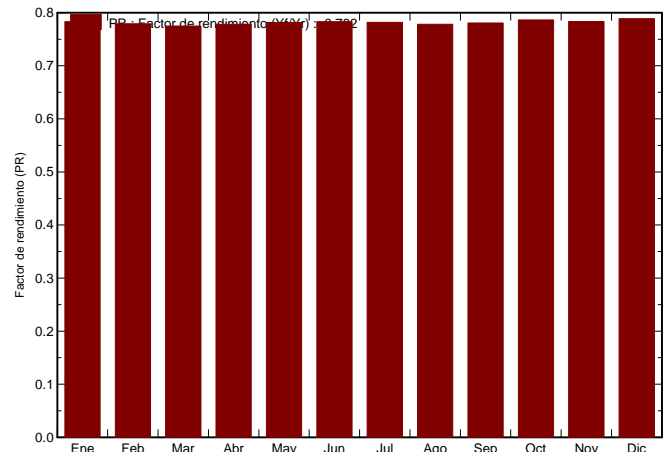
Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	15°	acimut	0°
Módulos FV	Modelo	SLK60P6L 245	Pnom	245 Wp
Generador FV	N° de módulos	28	Pnom total	6.86 kWp
Inversor	Modelo	Sunny Boy SB 8000TL U-2008	Pnom	8.00 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)			

Resultados principales de la simulación			
Producción del Sistema	Energía producida	10.67 MWh/año	Producción específica 1556 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	78.2 %	

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 6.86 kWp



Factor de rendimiento (PR)



**UVG Proyecto Piloto PV - CNEE
Balances y resultados principales**

	GlobHor	T Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	EffArrR	EffSysR
	kWh/m ²	°C	kWh/m ²	kWh/m ²	MWh	MWh	%	%
Enero	163.0	20.00	186.8	181.3	1.023	1.003	12.04	11.82
Febrero	156.0	20.50	169.8	164.9	0.925	0.908	11.98	11.76
Marzo	181.0	21.50	186.7	181.1	1.012	0.992	11.92	11.69
Abril	173.0	22.10	169.0	163.6	0.920	0.902	11.98	11.74
Mayo	168.0	21.50	158.4	152.9	0.866	0.849	12.03	11.79
Junio	155.0	20.80	144.1	138.9	0.790	0.774	12.06	11.82
Julio	178.0	20.90	165.5	159.6	0.905	0.888	12.03	11.80
Agosto	167.0	20.90	160.9	155.6	0.876	0.859	11.98	11.74
Septiembre	144.0	20.30	145.4	140.7	0.795	0.779	12.03	11.78
Octubre	152.0	20.40	161.3	156.4	0.888	0.870	12.11	11.87
Noviembre	148.0	20.50	165.9	161.0	0.909	0.892	12.05	11.82
Diciembre	152.0	20.00	176.5	171.1	0.973	0.955	12.13	11.90
Año	1937.0	20.78	1990.2	1927.1	10.883	10.671	12.03	11.79

Leyendas: GlobHor Irradiación global horizontal EArray Energía efectiva en la salida del generador
 T Amb Temperatura Ambiente E_Grid Energía reinyectada en la red
 GlobInc Global incidente en plano receptor EffArrR Eficiencia Esal campo/superficie bruta
 GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados EffSysR Eficiencia Esal sistema/superficie bruta

**CNEE - UVG
OFERENTE ADJUDICADO**

Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : Eficiencia Energética - Generación Fotovoltaica

Variante de simulación : UVG Proyecto Piloto PV - CNEE

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red		
Orientación Campos FV	inclinación	15°	acimut	0°
Módulos FV	Modelo	SLK60P6L 245	Pnom	245 Wp
Generador FV	N° de módulos	28	Pnom total	6.86 kWp
Inversor	Modelo	Sunny Boy SB 8000TL U-2008	Pnom	8.00 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)			

Diagrama de pérdida durante todo el año

