

Proyecto MACSEN-PV

MAC/3/C179

Informe Técnico

Primer mes de Funcionamiento de la Instalación Piloto Proyecto MACSEN-PV

ACTIVIDAD 4: Instalación piloto: sistema de energía fotovoltaica conectada a red

Entidad responsable: -Centro de Estudios y de Investigaciones sobre las Energías Renovables (CERER)

INFORME TÉCNICO “PRIMER MES DE FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN PILOTO PROYECTO MACSEN-PV”

En este informe se aporta información descriptiva sobre la instalación piloto y sobre los resultados obtenidos en el primer mes de funcionamiento. La información se ha organizado en los apartados que se indican a continuación:

- 1. INTRODUCCIÓN**
- 2. SOCIOS Y COLABORADORES DEL PROYECTO**
- 3. COMITÉ DE SEGUIMIENTO CIENTÍFICO Y TÉCNICO**
- 4. COMPOSICIÓN DEL SISTEMA**
- 5. ESQUEMA DE INSTALACIÓN**
- 6. VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL GENERADOR FV DE
3,15 KWc**
- 7. RECURSO SOLAR EN EL LUGAR (ÁNGULO DE INCLINACIÓN = 10°)**
- 8. EVALUACIÓN DE LA ENERGÍA INYECTADA A RED DURANTE EL
MES DE MAYO**
- 9. COMPARACIÓN CON EL CONSUMO DE UN HOGAR PROMEDIO
CONECTADO A LA SENELEC**

1. Introducción

La presente instalación se ha materializado en el marco del proyecto MACSEN-PV “Estudio de alternativas y transferencia tecnológica para la implantación de energías renovables como parte del suministro eléctrico en Tenerife y Senegal y proyecto piloto de instalación conectada a red”, proyecto cofinanciado por el Programa Europeo de Cooperación Transnacional MAC 2007 - 2013 (Cooperación con Terceros países). La instalación, inaugurada el 04 de Diciembre de 2012 por parte de autoridades del gobierno de Senegal y de la Isla de Tenerife, fue finalmente conectada a la red pública senegalesa el pasado 26 de Abril de 2013.



Senegal ha iniciado un proceso para promover las energías renovables, ha comenzado a elaborar y establecer leyes y reglamentos que permitan al sector privado invertir en el campo de las energías renovables en general y que permitan los sistemas de inyección a red. Esto ha supuesto la adopción de una ley marco sobre las energías renovables y la promulgación de dos decretos.

Senegal ha optado por facilitar a los usuarios el que las instalaciones de renovables puedan utilizarse para autoabastecimiento e inyección del excedente a la red. Para fomentar este tipo de instalaciones promoverá tarifas especiales dentro de la nueva normativa. Este enfoque es el resultado de la adaptación de sistemas utilizados en los países desarrollados y que se adaptarán teniendo en cuenta las particularidades de Senegal.

Este proyecto piloto de inyección a red instalado en el Centro de Estudios e Investigación en Energías Renovables (CERER), ubicado en Dakar, aporta nuevos conocimientos sobre los requerimientos técnicos necesarios para la perfecta sincronización del sistema de producción mediante energías renovables a la red de distribución eléctrica. Siendo su principal objetivo el de mejorar la capacidad de las autoridades públicas y los técnicos locales para favorecer la implantación de energías renovables para el suministro eléctrico de Senegal.

El principal resultado esperado del proyecto es la promoción de nuevas medidas legislativas y de planificación energética que contribuyan al desarrollo socioeconómico de las regiones participantes. Además, el proyecto contribuirá a la preparación y capacitación del capital humano local para suministrar, diseñar, instalar y mantener este tipo de instalaciones, y servirá de ejemplo a otras regiones vecinas.

2. Socios y colaboradores del proyecto

Socios europeos:

- Instituto Tecnológico y de Energías Renovables (ITER), Tenerife - España
- Agencia Insular de la Energía de Tenerife (AIET), España

Socios senegaleses:

- Agencia Senegalesa de Electrificación Rural (ASER)
- Centro de Estudios y de Investigaciones sobre las Energías Renovables (CERER)

Entidades colaboradoras:

- Sociedad Nacional de Electricidad de Senegal (SENELEC)







3. Comité de seguimiento científico y técnico

Debido al carácter novedoso en Senegal de este tipo de instalación, fueron necesarias múltiples reuniones entre SENELEC, ASER y CERER, por lo que el Ministerio de Energía y Minas de Senegal puso en marcha un comité de seguimiento denominado "**Comité de Seguimiento Científico del sistema fotovoltaico conectado a la red**", el cual continuará reuniéndose todos los meses. En las reuniones celebradas hasta la fecha se han definido las tareas necesarias para la conformidad técnica del sistema y se fijó la fecha de su conexión a la red eléctrica nacional.

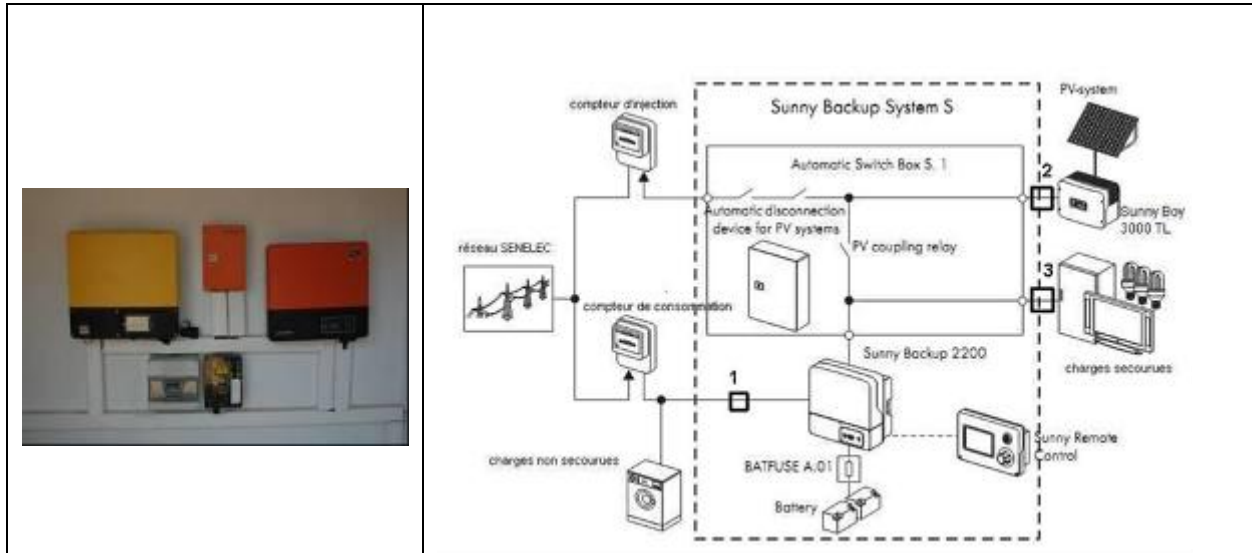
4. Composición del sistema

	Función	Unids.	Potencia Unidad	Características	Total	
Módulos FV	Producción de energía	18	175 Wp	Modelo : ST175P-1 Dimensiones : 1.306 x 991 x 40 mm Área : 1,29 m ² Tipo: silicio multicristalino. Voltaje a Pmax (Vmpp) : 23,1 V Corriente a Pmax (Impp) : 7,55 A Corriente de cortocircuito (Isc) : 8,19 A Voltaje en circuito abierto (Voc) : 29,5 V	3150 Wp	
Inversor SB 3000TL	Transformación DC/AC – inyección a red pública	1	3000 W	Fabricante : SMA Modelo : Sunny Boy 3000TL Potencia máxima : 3.2 kW Rango de tensiones MPP : 188V-440V Corriente DC : 17A Rango de tensiones AC : 180-280V Corriente AC : 16A Memoria de datos : tarjeta SD, 2Gb max	3000 W	
Inversor SBU	Transformación DC/AC – alimenta las cargas respaldadas	1	2200 W	Fabricante : SMA Modelo : Sunny Backup 2200 Potencia nominal (modo red): 5,7Kw Potencia de respaldo (continuo / 30min / 1min) : 2,2kW / 2,9kW / 3,8kW Voltaje: 230V (172,5V-264,5V) Frecuencia : 50Hz (45Hz-65Hz) Tiempo típico de interrupción en caso de corte de red: 50ms Voltaje nominal del banco de baterías: 24V	2200 W	

Baterías	Almacenamiento de energía	12	875Ah	Fabricante : Power Safe TS Modelo : TYS-7 Tipo : 7 OpzS 700 Voltaje unidad : 2V Capacidad (C10) por unidad : 875Ah Largo : 191mm Ancho : 210mm Alto : 684mm Peso: 59kg Número de unidades : 12 (en serie) Autonomía mínima : 4,2h	Capacidad C10=875Ah	
Sunny Remote Control	Control y ajuste de los parámetros y almacenamiento de datos	1				
Sunny WebBox	Central de comunicaciones, supervisión, diagnóstico a distancia, almacenamiento y visualización de datos	1				
Contador	Contador de inyección a la red pública	1		Numérico		



5. Esquema de la instalación



- *Automatic disconnection device for PV systems : relés de separación galvánica*
- *1, 2 y 3 disyuntores diferenciales (300 mA) y protecciones magnétotérmicas(30A)*
- *Cargas no respaldadas: todas las cargas no prioritarias del usuario*
- *Cargas respaldadas: cargas prioritarias alimentadas en caso de ausencia de la red pública.*

5.1. Protección contra los retornos de corriente

El sistema de producción cuenta con protecciones diferenciales (300mA) y magnetotérmicas (30A).

En caso de red pública inexistente o fallo de ésta, una separación física a través de relés asegura un aislamiento galvánico que impide cualquier inyección.

5.2. Protección contra sobretensiones

No pueden ocurrir sobretensiones por la baja potencia relativa del sistema PV.

5.3. Protección contra sobrecargas

Se realiza con 3 interruptores magnetotérmicos que proporcionan protección contra cortocircuitos (magnético) y sobrecargas (térmico).

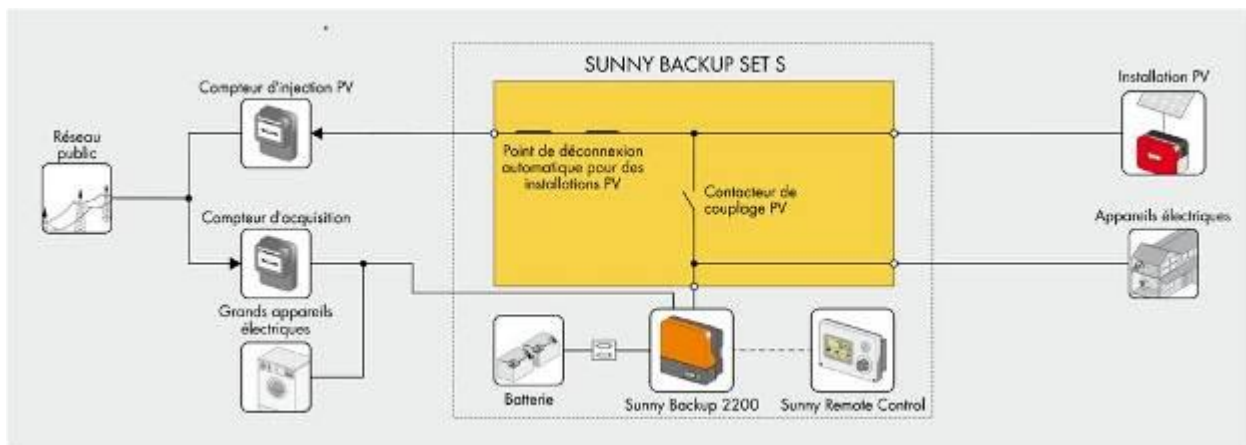
5.4. Rango de frecuencia y de voltaje

La inyección a red tiene lugar dentro del rango de frecuencia 47,65 Hz a 50,5 Hz, y dentro del rango de voltaje 187V a 261,5V. Si la frecuencia o el voltaje se encuentran fuera de estos rangos respectivos, el inversor de inyección a red se desconecta de la red pública.

5.5. Funcionamiento del sistema

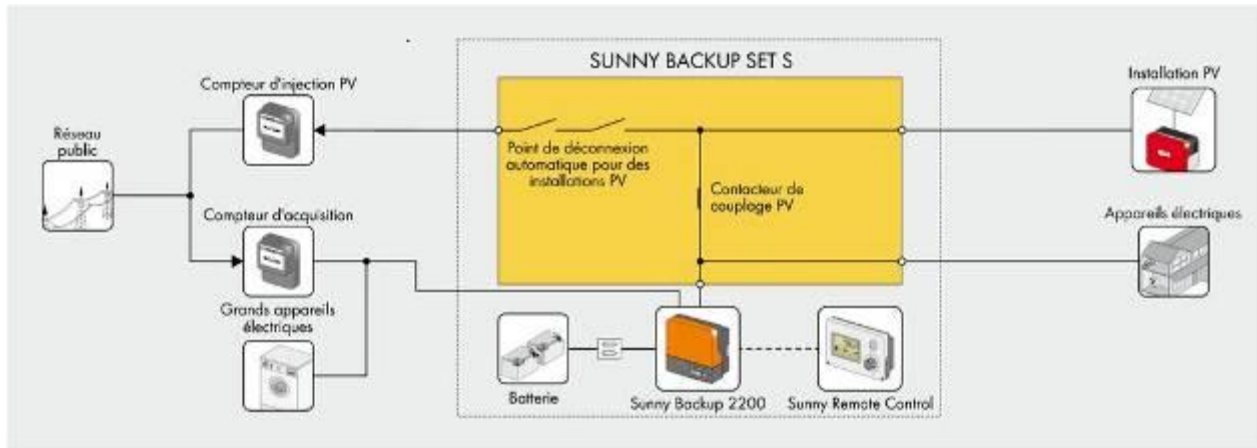
En funcionamiento con presencia de la red pública, el sistema de seguridad vigila continuamente los límites permitidos para su tensión y frecuencia. En el caso de superar los límites estándar o en caso de fallo de la red pública, la instalación será desconectada de dicha red en menos de 200 ms y seguirá operando de forma continua y casi sin interrupción como sistema aislado. Si la tensión cae por completo, el inversor se desconecta de la red en menos de 50 ms.

Cuando la red pública está presente:



Se carga la batería si fuese necesario; los grandes consumidores pueden alimentarse a partir de la red y las cargas respaldadas están alimentadas por el inversor de respaldo.

Cuando hay un corte en la red pública:



Si la producción fotovoltaica es menor que la potencia necesitada: el inversor de respaldo proporciona la diferencia extrayendo energía de las baterías.

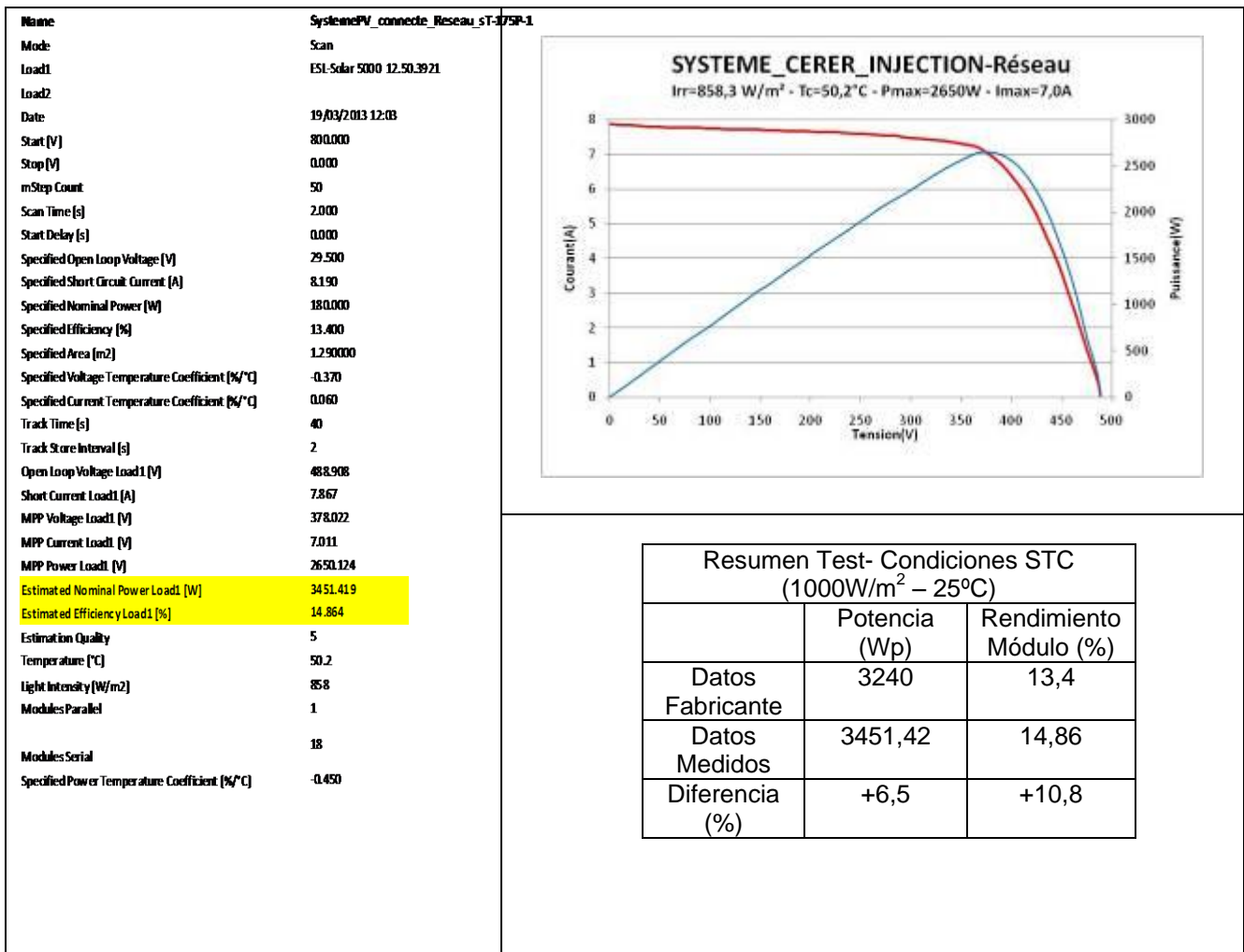
Si la producción fotovoltaica supera la potencia necesitada: el sistema carga las baterías si fuese necesario.

Funcionamiento del sistema durante el mes de mayo de 2013:

De forma general, el sistema se ha comportado de manera satisfactoria, permitiendo al CERER seguir disponiendo de energía eléctrica durante los diversos cortes de suministro que se producen de manera regular. Se ha constatado que el sistema se mantiene de manera totalmente automática y que las baterías de respaldo se encuentran permanentemente en un estado de carga óptima. No se ha observado ningún fallo importante del sistema, si bien, la adaptación futura de algunos parámetros en función del comportamiento de la red eléctrica senegalesa, permitirán su mejora y su replicabilidad futura.

6. Verificación del funcionamiento del generador PV de 3,15 kWc

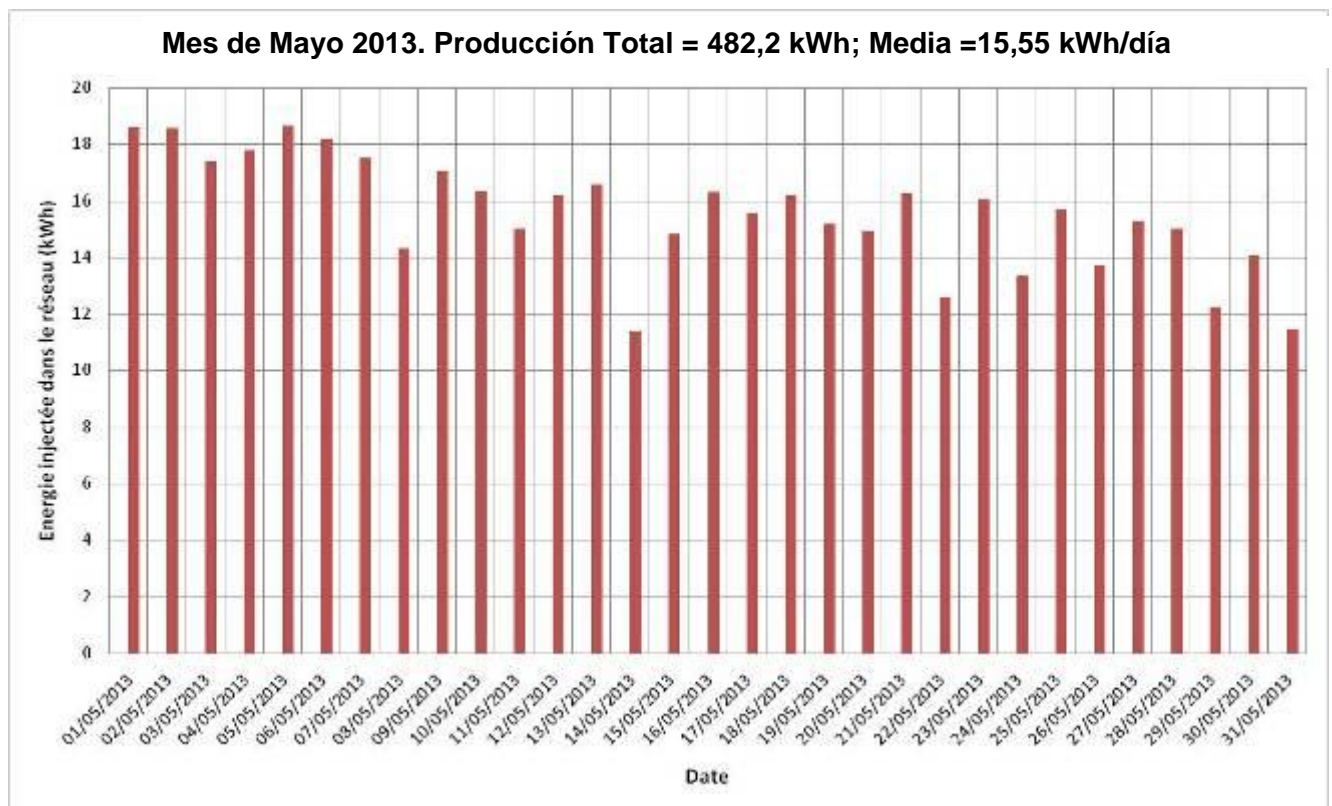
Esta verificación permite disponer de datos reales sobre las características del generador.



7. Recurso solar en el lugar (ángulo de inclinación = 10°)

Mes	radiación (W/m ² /día)
Enero	5780
Febrero	6240
Marzo	6920
Abril	7010
Mayo	6780
Junio	6610
Julio	6040
Agosto	5640
Septiembre	5680
Octubre	6130
Noviembre	5970
Diciembre	5850
Promedio mensual	6220

8. Evaluación de la energía inyectada a red durante el mes de mayo



La energía inyectada a red durante el mes de mayo de 2013 fue de 482,2 kWh, que supone un promedio de 15,55 kWh por día.

En la anterior gráfica se observan días con disminuciones sustanciales de la producción. Para el día 14 de mayo de 2013, el de menor producción, los datos de funcionamiento de la red fueron los siguientes:

Evolución de la tensión de la red

Tensión mini = 180,1 V

Tensión maxi = 239,4 V

Evolución de la frecuencia de la red

Frecuencia mini = 49,2 Hz

Frecuencia maxi = 50,7 Hz

Durante este día la planta se desconectó de la red en 36 ocasiones, 34 de ellas debido a una tensión demasiado baja y 2 por sobre frecuencia. Esto ocasionó que la planta estuviese desconectada de la red por un total de 33 minutos y 16 segundos.

9. Comparación con el consumo de un hogar promedio conectado a la SENELEC

A continuación, se desglosan los datos de la factura energética de un hogar promedio de seis personas, conectado a la red SENELEC y con la configuración típica siguiente:

Designación	Cantidad	Potencia unitaria (W)	Potencia total (W)	Frecuencia de uso
Iluminación Dormitorios	3	11	33	diario
Iluminación Salón	2	13	26	diario
Iluminación Cocina	1	18	18	diario
Iluminación Garaje	1	18	18	diario
Iluminación Baño	2	9	18	diario
Iluminación Patio	2	11	22	diario
Televisores	1	120	120	diario
	1	80	80	diario
Frigorífico	1	200	200	diario
	1	60	60	diario
Máquina de coser	1	60	60	semanal
Ventiladores	4	50	200	diario
Plafón	1	70	70	diario
Radios	2	15	30	diario

Tipo de contrato: Domestico Pequeña Potencia (DPP)

Potencia requerida: 955 W

Potencia contratada: 957 W

Consumo bimestral: 336 kWh

Importe de la factura: 37.451 Fcfa HT (57,09€, sin IVA)

Precio medio del kWh: 111,5 Fcfa HT (0,17€, sin IVA)



Por tanto, se puede concluir que la producción mensual de energía de esta instalación fotovoltaica cubriría las necesidades energéticas mensuales de 2,87 hogares promedio. Estos datos serán contrastados y tendrán mayor fiabilidad después de cómo mínimo un año de producción real.

