

ANÁLISIS DE LOS ASPECTOS TÉCNICOS E IMPACTOS SOCIOECONÓMICOS DE SISTEMAS DE GENERACIÓN AISLADA, A PARTIR DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA EN ZONAS NO INTERCONECTADAS DE COLOMBIA

Samuel Said Salazar B.

**Proyecto de grado
Universidad Autónoma de Bucaramanga**

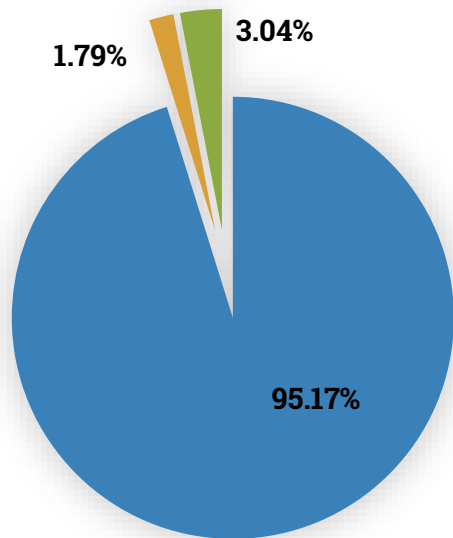


CONTENIDO

- Introducción
- Planteamiento del problema
- Objetivos
- Metodología
- Resultados
- Conclusiones
- Referencias



INTRODUCCIÓN

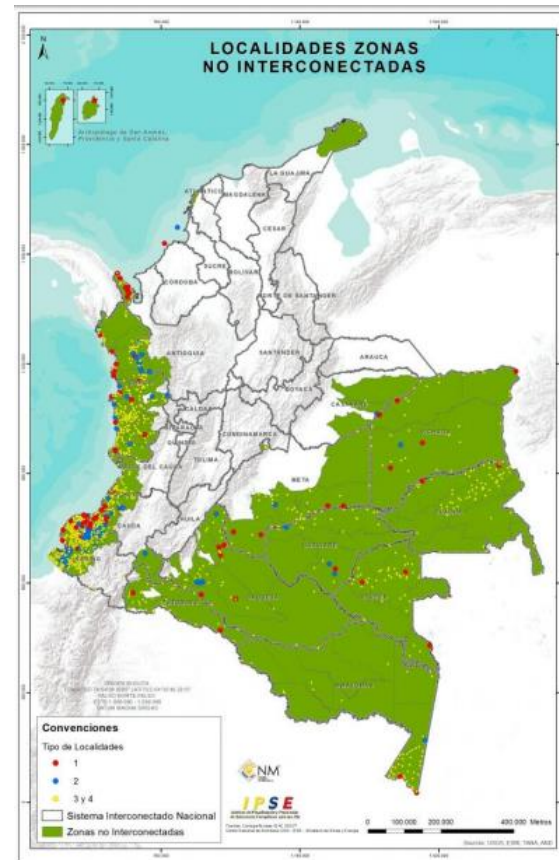


■ Usuarios del SIN ■ Usuarios de ZNI ■ Deficit de cobertura

En Colombia hay 13'993.569 de viviendas de las cuales 675.584 son viviendas en zonas no interconectadas

Samuel Salazar

52% del territorio Nacional



Fuente: IPSE, 2014



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Fuentes renovables

→
sumir de energía eléctrica a Zonas No Interconectadas (ZNI) del país

Grandes retos para la sostenibilidad de estos sistemas de energización

Se necesita proponer soluciones energéticas referentes a la sostenibilidad con el fin de afrontar los problemas relacionados al difícil traslado de personal calificado, condiciones del clima y la evolución de los consumos.



OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar el estado actual y el desempeño de sistemas fotovoltaicos aislados en zonas no interconectadas de Casanare, para la determinación de los impactos socioeconómicos de la energización rural sostenible y generación de estrategias orientadas a obtener el mejor desempeño de los sistemas fotovoltaicos.



Samuel Salazar



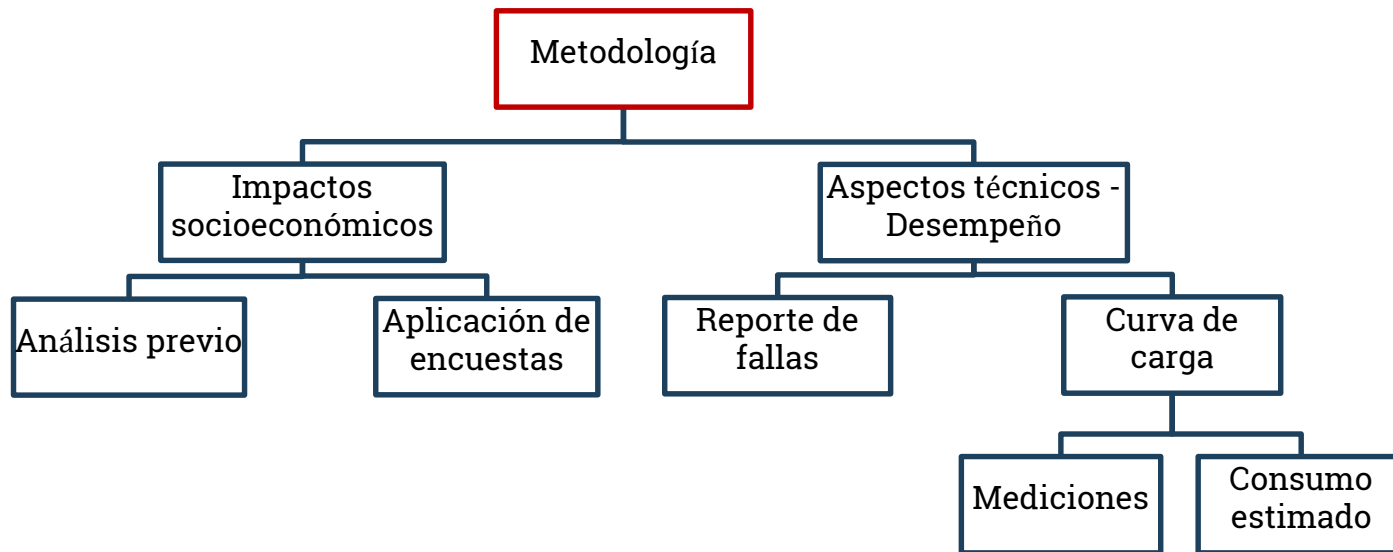
OBJETIVOS

Objetivo Específicos

- Evaluar el desempeño de los sistemas fotovoltaicos instalados en zonas no interconectadas de Casanare.
- Identificar las principales causas de fallas de los sistemas instalados según el histórico de reportes de fallas.
- Determinar los impactos socioeconómicos de los sistemas fotovoltaicos, por medio de la elaboración y aplicación de encuesta.
- Diseñar estrategias con el fin de incrementar el impacto de sistemas de generación de energía renovable fotovoltaica en aplicaciones rurales aislada, asegurando una mayor sostenibilidad y confiabilidad.



METODOLOGÍA



Diseñar estrategias con el fin de incrementar el impacto de sistemas de generación de energía fotovoltaica en aplicaciones rurales aislada, asegurando una mayor sostenibilidad y confiabilidad.



DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN

Hato Corozal, Casanare



Fuente: CONSENER S.A.S., 2016



Fuente: ~~Figura (Alcaldía del Hato Corozal, 2017)~~ EAM, 2014).



50% de la población rural no tenía acceso a la energía eléctrica (13.886 viviendas)

Samuel Salazar



PROYECTO DE ENERGIZACIÓN

Estimación de viviendas con y sin servicio de energía eléctrica en Casanare - 2013

N° Viviendas en Casanare - 2013					
Servicio	Urbano	Rural			Total
		Residencial		Subtotal	
		Estrato 1	Otros Estratos		
Sin Energía Eléctrica	6.949	4.763	9.123	13.886	20.835
Con Energía Eléctrica	68.116	4.836	9.263	14.099	82.215
Total	75.065	9.599	18.386	27.985	103.050

Fuente: (Avella, 2014)

El objetivo fue buscar una solución para suplir de energía por medio de sistemas fotovoltaicos para las 4.763 viviendas rurales del estrato 1 ubicadas en zonas rurales del departamento de Casanare.

Consumo de los usuarios objetivos

Consumo de 80 kWh/mes
(2,67 kWh/día)

Respecto a la facturación
del último trimestre de 2013



Samuel Salazar



PROYECTO DE ENERGIZACIÓN

Se instalaron 206 sistemas



DESCRIPCIÓN	DIMENSIÓN
Potencia módulos fotovoltaicos	1110 Wp
Capacidad banco de baterías	4X200 Ah
Capacidad almacenamiento baterías	9,6 KWh
Profundidad de descarga baterías	60%
Autonomía baterías	2 Días
Regulador MPPT	30 A / 48 VDC
Inversor 48 VDC / 120 VAC, 60 Hz, onda sinodal pura	1 KW
Tensión DC SFV	48 V
Tensión AC SFV	120 V
Radiación solar diaria promedio anual	4886 Wh/m ²
Radiación solar diaria promedio mes crítico (Junio)	3915 Wh/m ²
Energía suministrada anual	1251 KWh / año
Energía suministrada mes crítico (Junio)	82 KWh / mes
Vivienda Rural Estrato 1	1
Nº de Habitantes	4

En el mes crítico con una generación de 82 kWh/mes



Samuel Salazar



PROYECTO DE ENERGIZACIÓN



Fuente: (CONSENER S.A.S., 2016)

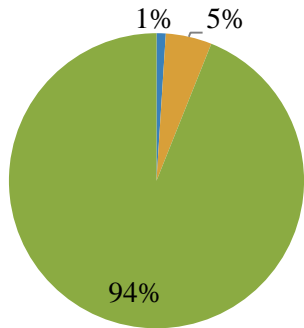


Samuel Salazar



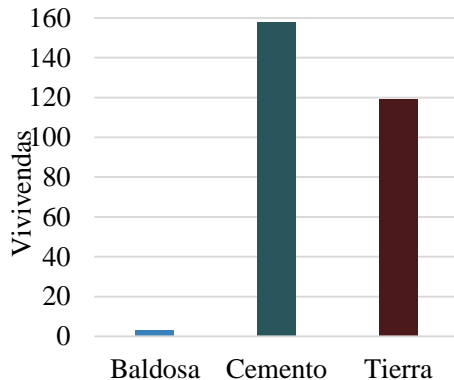
PROYECTO DE ENERGIZACIÓN

ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO PREVIO A LA INSTALACIÓN DE LOS SISTEMAS



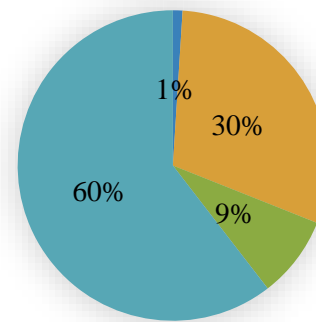
- Zinc, Fibra (Lona)
- Madera
- Bloque o Ladrillo

Material de construcción de vivienda



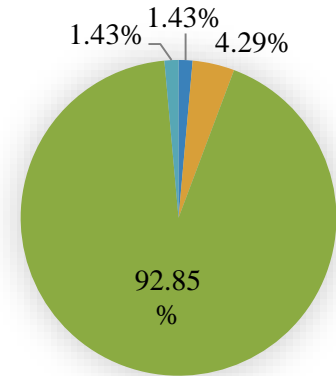
Viviendas

Material de los pisos de la vivienda.



- Otro
- Palma
- Teja eternit
- Zinc

Material en que está construido el techo de la vivienda.



- Quebrada o rio
- Pozo profundo sin motobomba
- Pozo profundo con motobomba

Fuente de agua para consumo.



Samuel Salazar

las personas pertenecientes a esta comunidad tienen ingresos muy bajos, por lo tanto no podían pagar por un SFV o planta diésel.



OBTENCIÓN DE DATOS DE CAMPO



Samuel Salazar



RESULTADOS




ANÁLISIS DE IMPACTOS SOCIOECONÓMICOS

Revisión bibliográfica

Fue hecho por medio de un cuestionario estructurado

(Jawalakhel, 2012), (Macancela, 2012) y (Meier, Tuntivate, & Douglas, 2010)

Cuestionario aplicado

		Encuesta de impactos socioeconómicos y acceso a la energía eléctrica Febrero 14 de 2016			
Esta encuesta busca medir el impacto de los sistemas solares fotovoltaicos en adelante llamados SFV, en las viviendas dispersas de Hato Corozal, Casanare beneficiadas con el proyecto de energización.					
Nombre encuestado:					
Fecha:		Dia / Mes / Año			
Dirección o ubicación vivienda:					
EN CUANTO A SU HOGAR					
Tipo de vivienda					
Cuarto	()	Casa	()	Otro tipo. Cual.	()
Material de fachada					
Sin paredes	()	En zinc/cartón	()	En madera burda	()
				Guadua o caña	()
				Tapia	()
pisada/bareque	()	En bloque	()	Ladrillo o piedra	()
				Otro	()
Material del techo					
Paja	()	Zinc	()	Teja barro	()
				Sin cielo raso	()
				Placa cemento	()
Otro. () Cual. _____					
Material del piso					
Tierra	()	Cemento	()	Madera	()
				Baldosa/gres	()
				Piedra	()
Otro. () Cual. _____					
Servicio sanitario					
Letrina	()	Pozo séptico	()	Alcantarillado	()
				Otros	()

Muestra: 41 Familias (20% de la población en cuestión)

Nivel de confianza: 97%

Margen de error: 15%

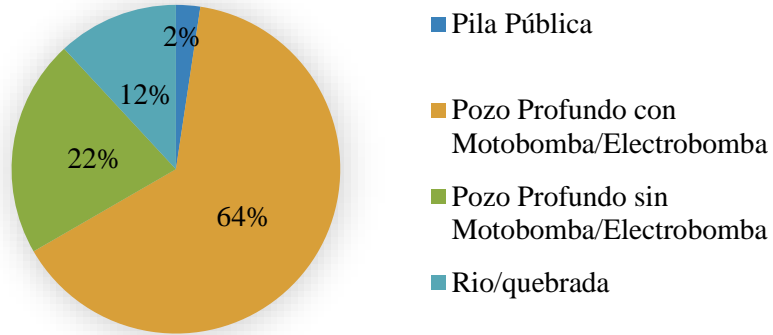


Samuel Salazar



ANÁLISIS DE IMPACTOS SOCIOECONÓMICOS

La población carece de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado, teléfono y recolección de basuras.



Fuente de agua.



El cambio a electrobomba se da gracias a la llegada de los sistemas fotovoltaicos



2% de las familias que poseen motobomba, declararon el cambio a futuro a electrobomba.

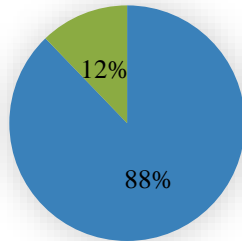
Samuel Salazar



ANÁLISIS DE IMPACTOS SOCIOECONÓMICOS

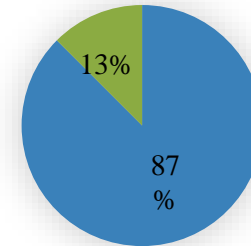
Reducción de problemas respiratorios

■ Si ■ No le afectó

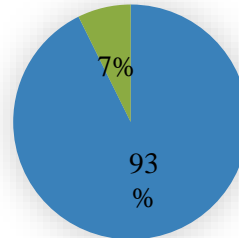


Reducción de problemas oculares

■ Si ■ No le afectó



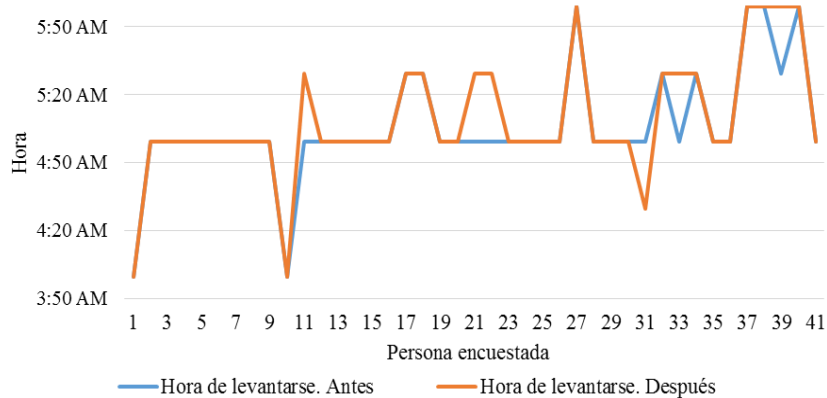
■ Si ■ No le afectó



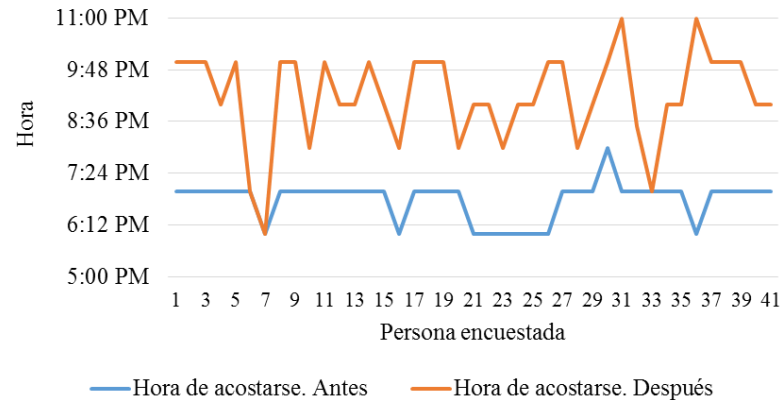
Reducción de accidentes (quemaduras, incendios)



ANÁLISIS DE IMPACTOS SOCIOECONÓMICOS



Hora de levantarse de la comunidad antes y después de instalar los SFV.



Hora de acostarse de las personas adultas, antes y después de la llegadas de los sistemas.

A diferencia de la hora de levantarse de los usuarios, la hora en la se acuestan a dormir si se vio afectada con la implementación de los sistemas fotovoltaicos

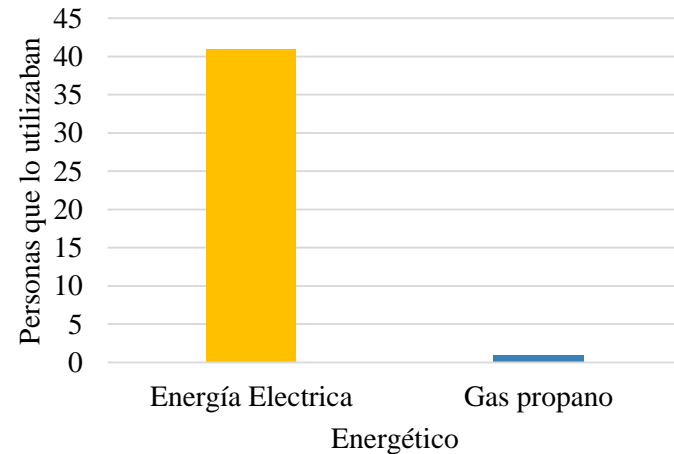
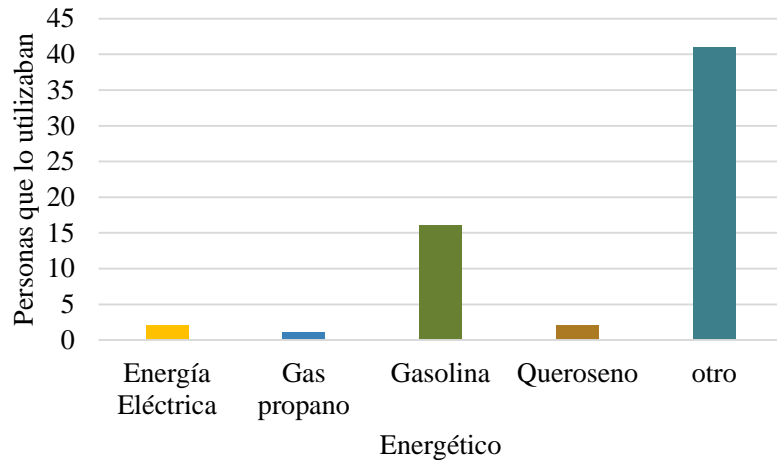


Samuel Salazar



ANÁLISIS DE IMPACTOS SOCIOECONÓMICOS

la utilización de energéticos para actividades diferentes a cocinar por parte de la comunidad, si se vio afectada con la implementación de los módulos solares

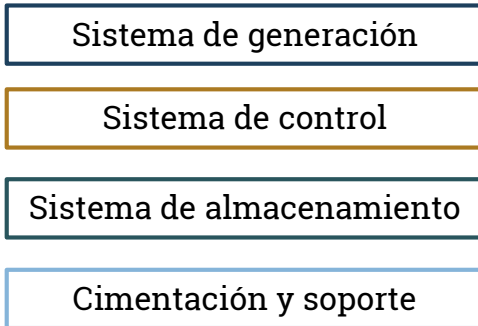


Energéticos utilizados antes y después de la instalación de los SFVs

El 98% personas indicaron que luego de la instalación de los SFV es menos trabajo realizar labores domésticas como: Limpiar, cocinar, lavar o leer



FALLAS DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS INSTALADOS



Informe de Fallas Hato Corozal				
Fecha y hora del reporte				
Lugar de Instalación				
Municipio		Vereda		
Nombre Finca		UTM Norte		
Potencia Instalada (kW)		UTM Este		
Fecha de Instalación del Sistema		Temperatura (°C)		
ESTADO DE LOS EQUIPOS				
Sistema de Generación				
Equipo	Revisión	SI	NO	Reporte
Panel solar	Se encuentran todos los paneles solares			
	Acumulación de polvo o suciedad			
	Señales de deterioro en celdas			
	Rotura del cristal del modulo			
	Existencia de nidos de insectos			
	Oxidación en puntos de conexiones			
	Sombras que afecten la captación solar			
	Todos los paneles generan energía			
Cimentación y Soporte	Cimentación presenta grietas o roturas			
	Soporte metálico presenta golpes o abolladuras			
	Se producen movimientos en la base			
	Presenta corrosión el soporte, la estructura o puntos de tierra			
	Inestabilidad del soporte			
	Paneles bien fijados a la estructura Posición correcta de los paneles en el soporte			

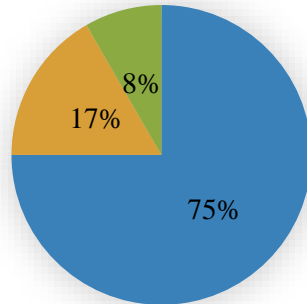


Samuel Salazar



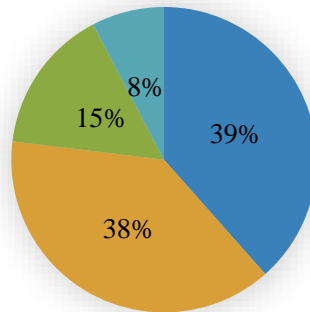
FALLAS DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS INSTALADOS

Fallos en el sistema fotovoltaico



■ Inversor ■ Batería ■ Regulador

Fallas en el inversor



■ Display ■ Tarjeta ■ Botón encendido/apagado ■ Transformador



Inversor (I-PANDA) dispuesto en la finca San Pablo de la Vereda Las Flores/Santa Bárbara.



Samuel Salazar



FALLAS DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS INSTALADOS

Cimentación y soporte

Estructura del soporte de los sistemas fotovoltaicos (vereda Las Flores/Santa Bárbara).



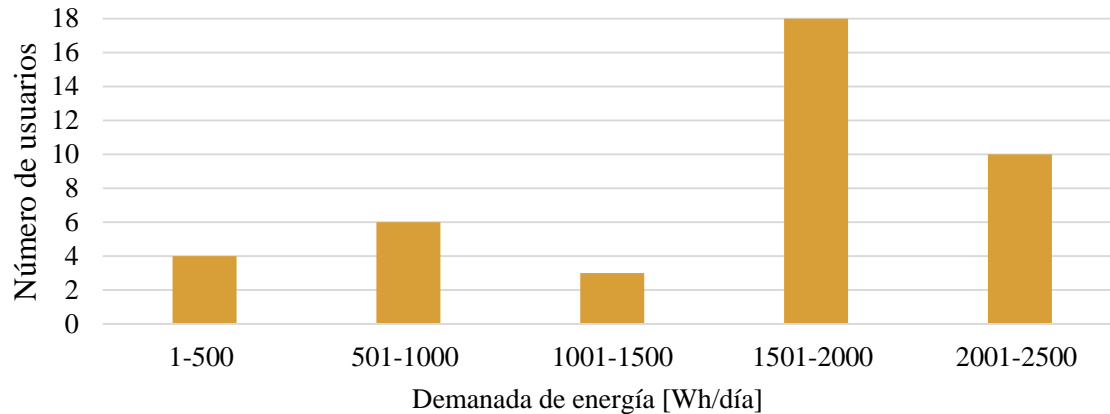
Soporte de los módulos fotovoltaicos ubicados en la vereda Las Flores/Santa Bárbara.



El 4% de los sistemas presenta corrosión o inestabilidad en el soporte, la estructura o puntos de tierra.

CONSUMO ESTIMADO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Recopilar información de la cantidad de electrodomésticos que poseen las familias, la frecuencia de uso de estos equipos, en algunos componentes la hora habitual en la que los utilizan y en el caso de la nevera, la energía consumida mensualmente por este aparato, el cual se encuentra en la etiqueta energética del mismo.

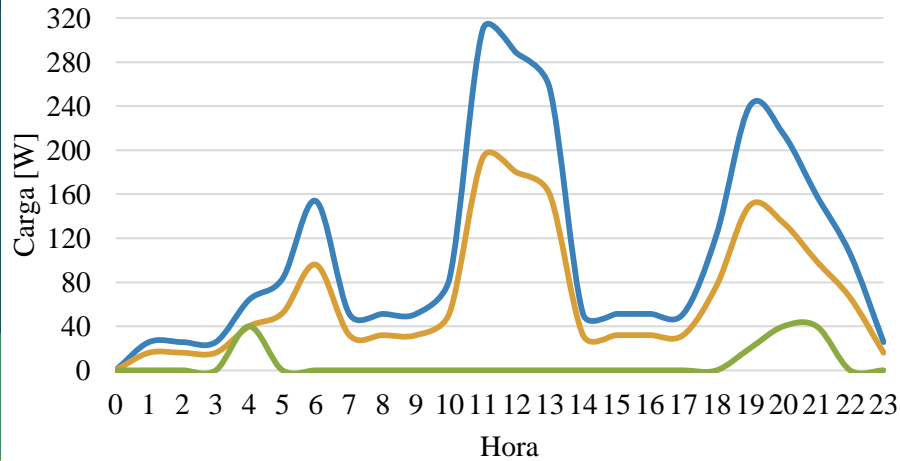


Estimación de consumo de energía de los usuarios encuestados.



CONSUMO ESTIMADO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

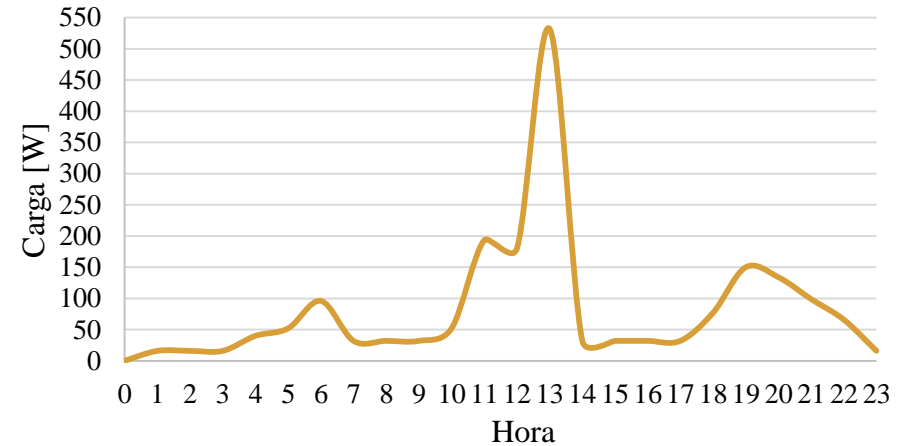
Curva de carga promedio sin uso de electrobomba



— Maximo — Promedio — Minimo

2,5 kWh/día 1,58 kWh/día 140 kWh/día

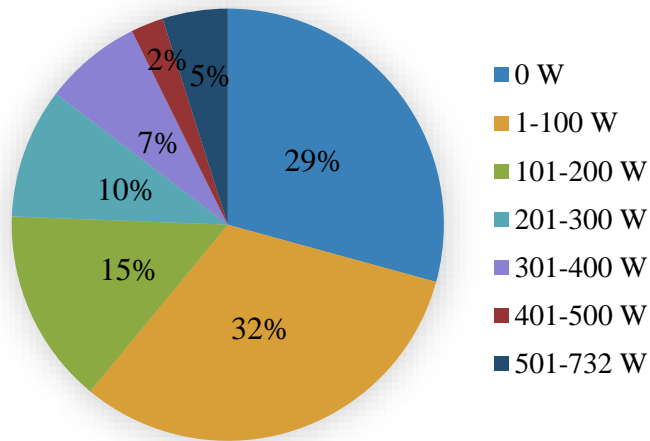
Curva de carga promedio con uso de electrobomba



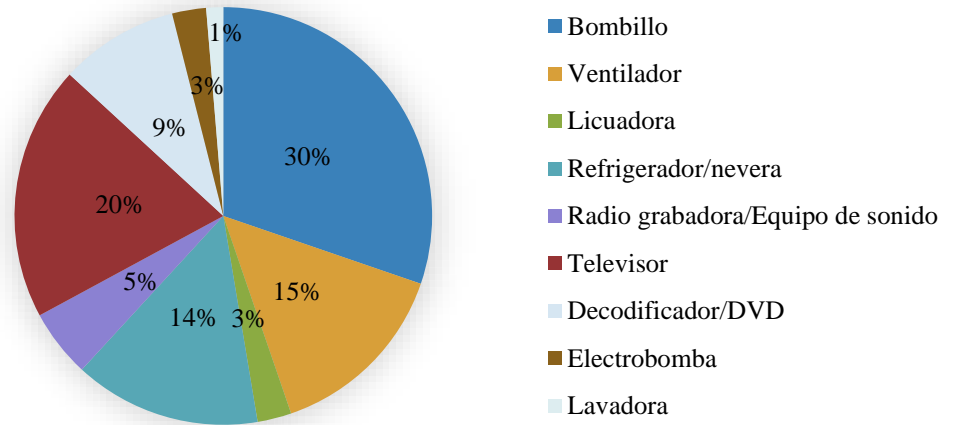
1,95 kWh/día



CONSUMO ESTIMADO DE ENERGÍA ELÉCTRICA



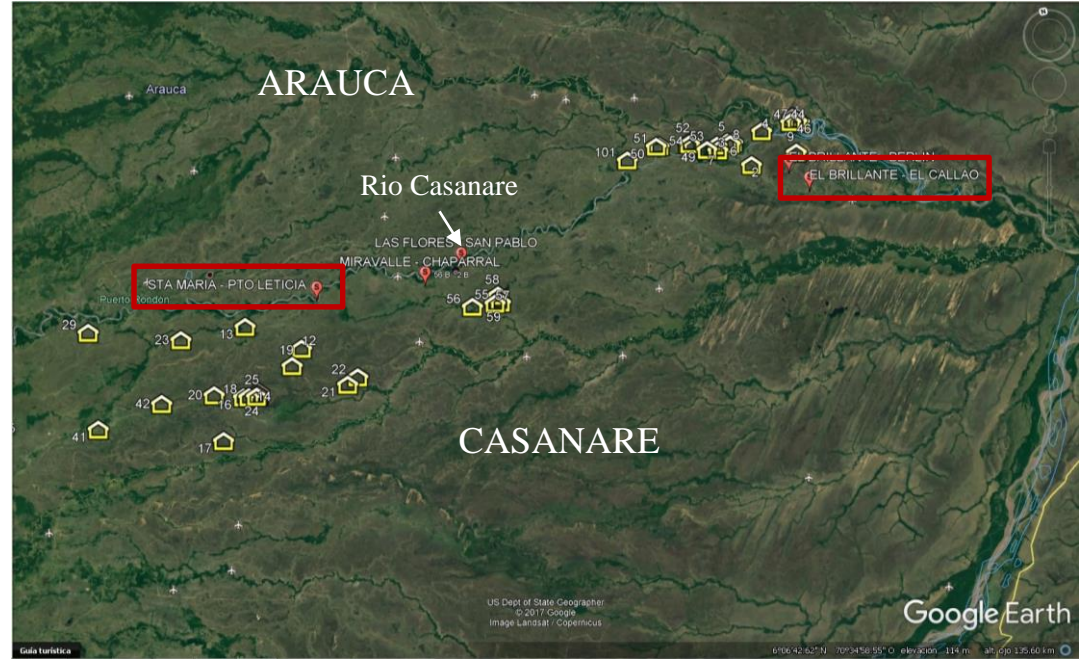
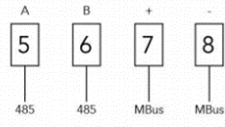
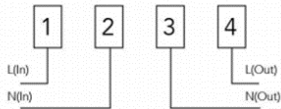
Carga a añadir.



Equipos a adquirir



CURVA DE CARGA REAL DE USUARIOS



Ubicación de las viviendas de donde se obtuvieron las curvas de carga reales.



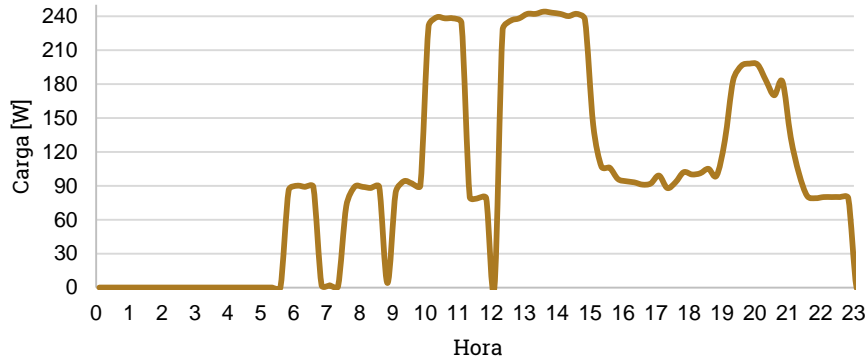
Medidor inteligente LY-SM100

Samuel Salazar



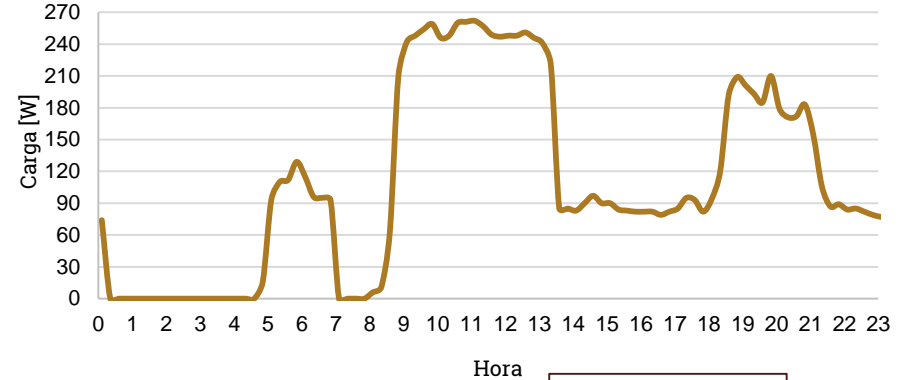
CURVA DE CARGA REAL DE USUARIOS

Curva de carga, día lunes finca el Callao - vereda El Brillante

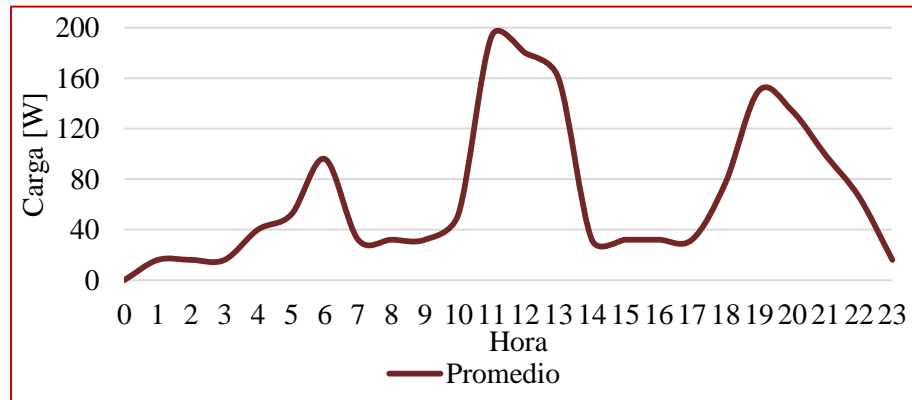


2.240 Wh/día

Curva de carga, día Jueves de la finca El Callao - vereda El Brillante.



2.500 Wh/día

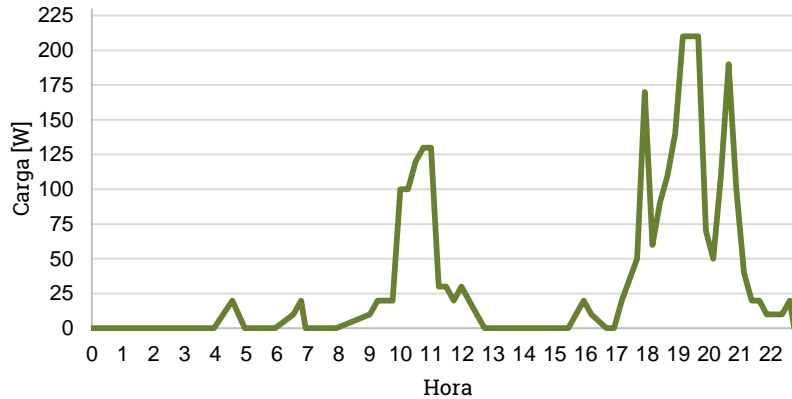


Samuel Salazar

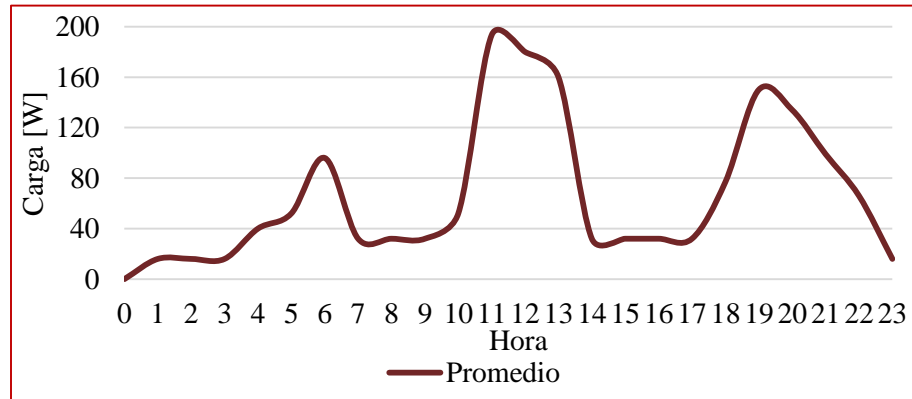
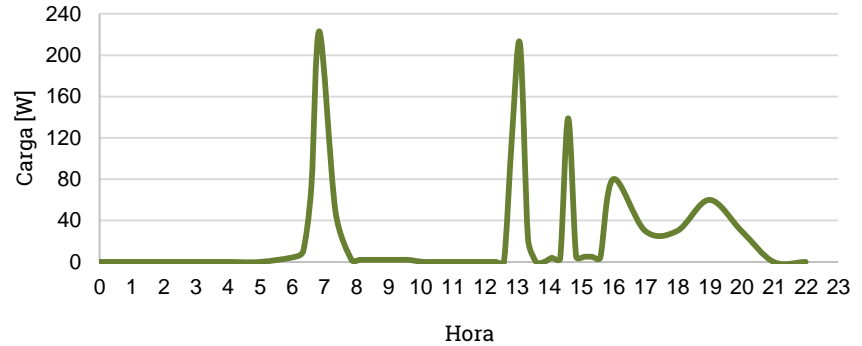


CURVA DE CARGA REAL DE USUARIOS

Miércoles, finca Puerto Leticia - vereda Santa María.



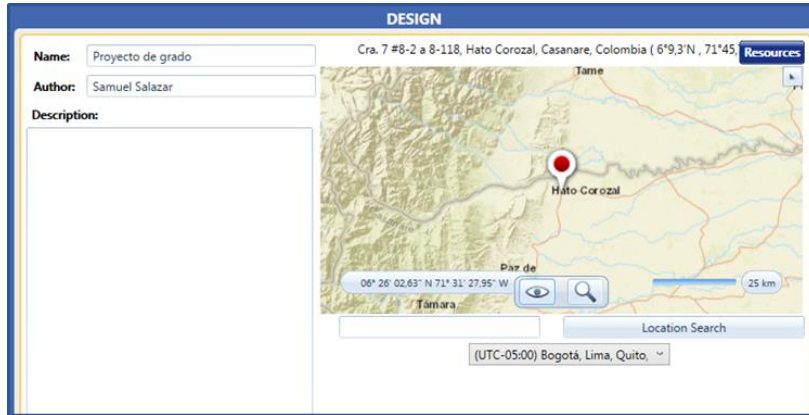
Curva de carga, domingo, finca Puerto Leticia - vereda Santa María.



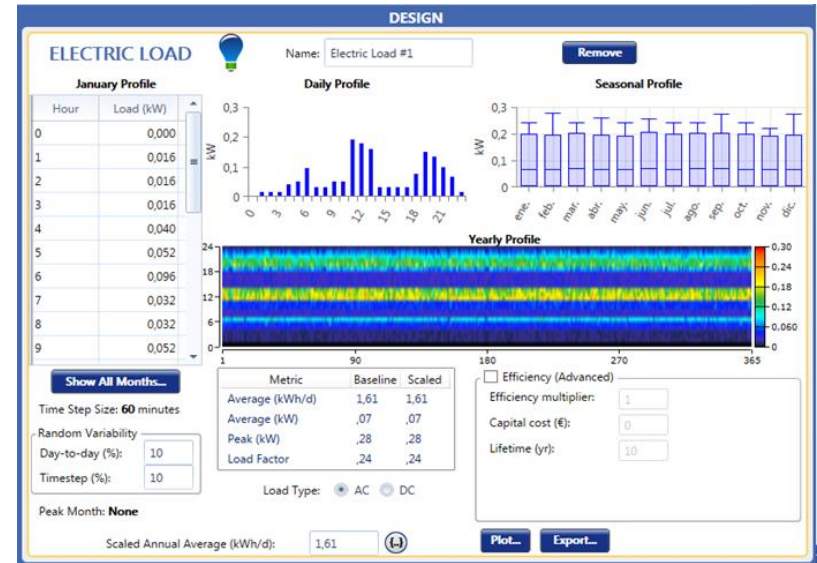
Samuel Salazar



SIMULACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA



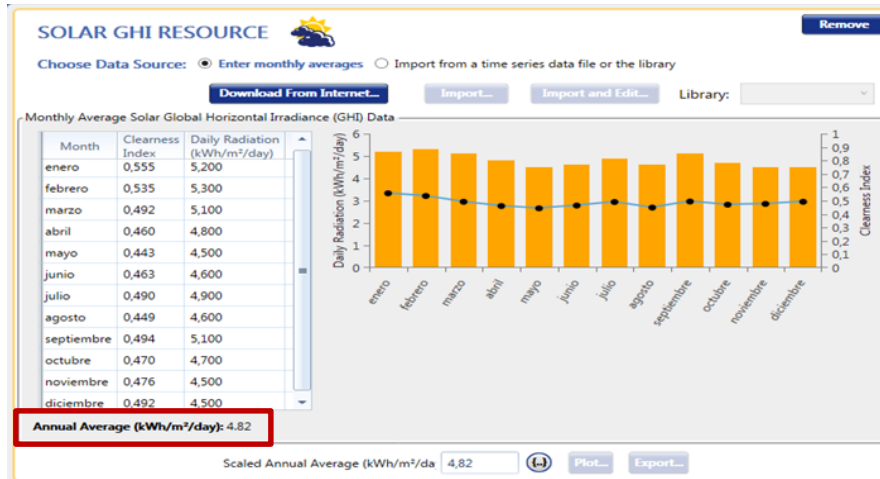
Localización geográfica de Hato Corozal, Casanare.



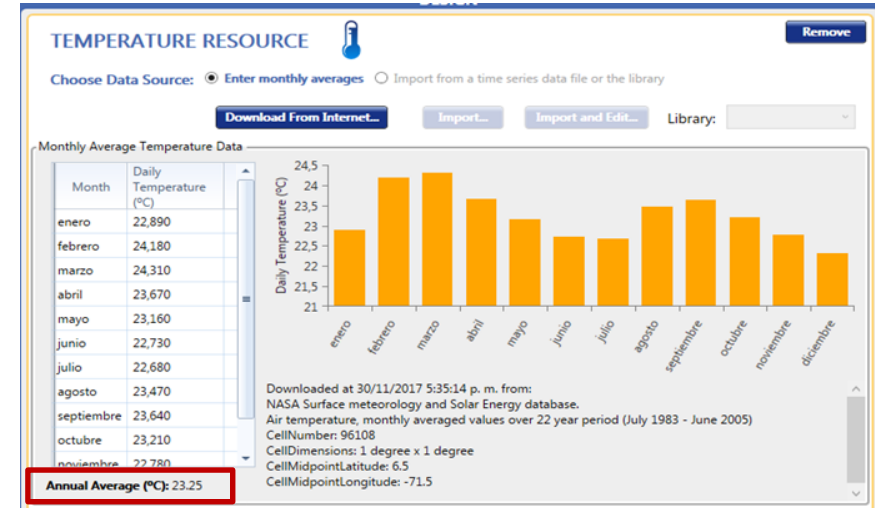
curva de carga.



SIMULACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA



Entrada de datos de radiación diaria.



Temperatura promedio mensual según información de la NASA.



SIMULACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA

Creación de escenarios

DESIGN

Add/Remove Generic flat plate PV

PV Name: Generic flat plate PV Abbreviation: PV

Remove Copy To Library

Properties
Name: **Generic flat plate PV**
Abbreviation: **PV**
Panel Type: **Flat plate**
Rated Capacity (kW): **1.48**
Temperature Coefficient: **-0.5**
Operating Temperature (°C): **47**
Efficiency (%): **13**
Manufacturer: **Generic**
www.homerenergy.com
Notes:
This is a generic PV system.

PV Capacity (kW)	Capital (€)	Replacement (€)	O&M (€/year)
0.34	1,156.00	1,214.00	12.00

Lifetime
time (years): 25,00

Capacity Optimization
HOMER Optimizer™
Search Space
kW
0
0,55
0,74
0,925
1,11
1,295
1,48

Site Specific Input Electrical Bus

DESIGN

Add/Remove Generic 1kWh Lead Acid

STORAGE Name: Generic 1kWh Lead Acid Abbreviation: 1kWh L

Remove Copy To Library

Properties
Kinetic Battery Model
Nominal Voltage (V): 12
Nominal Capacity (kWh): 1
Maximum Capacity (Ah): 83.4
Capacity Ratio: 0.403
Rate Constant (1/hr): 0.827
Roundtrip efficiency (%): 80
Maximum Charge Current (A): 16.7
Maximum Discharge Current (A): 24.3
Maximum Charge Rate (A/Ah): 1

Batteries Quantity	Capital (€)	Replacement (€)	O&M (€/year)
1	250,00	250,00	2,50

Lifetime
time (years): 10,00
throughput (kWh): 800,00

Quantity Optimization
HOMER Optimizer™
Search Space

0
2
4
6
8
10

Site Specific Input
String Size: 1 Voltage: 12 V
Initial State of Charge (%): 100,00
Minimum State of Charge (%): 40,00

Generic [homerenergy.com](http://www.homerenergy.com) Andy Kruse

DESIGN

System Converter Name: System Converter Abbreviation: Convert

Remove Copy To Library Complete Catalog

Properties
Name: **System Converter**
Abbreviation: **Converter**
www.homerenergy.com
Notes:
This is a generic system converter.

Capacity (kW)	Capital (€)	Replacement (€)	O&M (€/year)
1	300,00 €	300,00 €	0,0 €

Click here to add new item

Multipliers: 1 1 1

Capacity Optimization
HOMER Optimizer™
Search Space
Size (kW)
0
0,25
0,5
0,75
1
1,25

Generic [homerenergy.com](http://www.homerenergy.com) Andy Kruse
sales@homerenergy.com
+(1) 720-565-4046
HOMER Energy
1790 30th St Suite 100

Inverter Input
Lifetime (years): 15,00
Efficiency (%): 95,00
Parallel with AC generator?

Rectifier Input
Relative Capacity (%): 100,00
Efficiency (%): 90,00

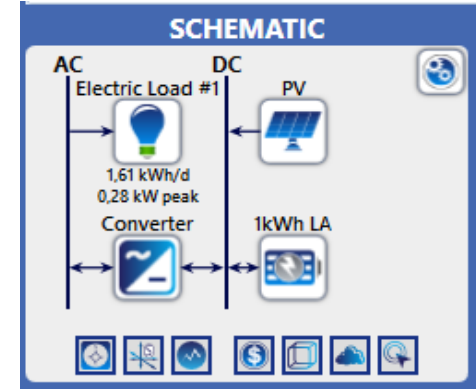


SIMULACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA

Architecture				PV		1kWh LA	
PV (kW)	1kWh LA	Converter (kW)	Dispatch	Capital Cost (\$)	Production (kWh)	Autonomy (hr)	Annual Throughput (kWh)
0,925	6	0,500	LF	3.013	1.198	53,8	328
0,925	6	0,500	CC	3.013	1.198	53,8	328
0,925	6	0,750	LF	3.013	1.198	53,8	328
0,925	6	0,750	CC	3.013	1.198	53,8	328
0,925	6	1,00	LF	3.013	1.198	53,8	328
0,925	6	1,00	CC	3.013	1.198	53,8	328
0,740	8	0,500	LF	2.426	958	71,7	340
0,740	8	0,500	CC	2.426	958	71,7	340
0,925	6	1,25	LF	3.013	1.198	53,8	328

Resultado de simulación

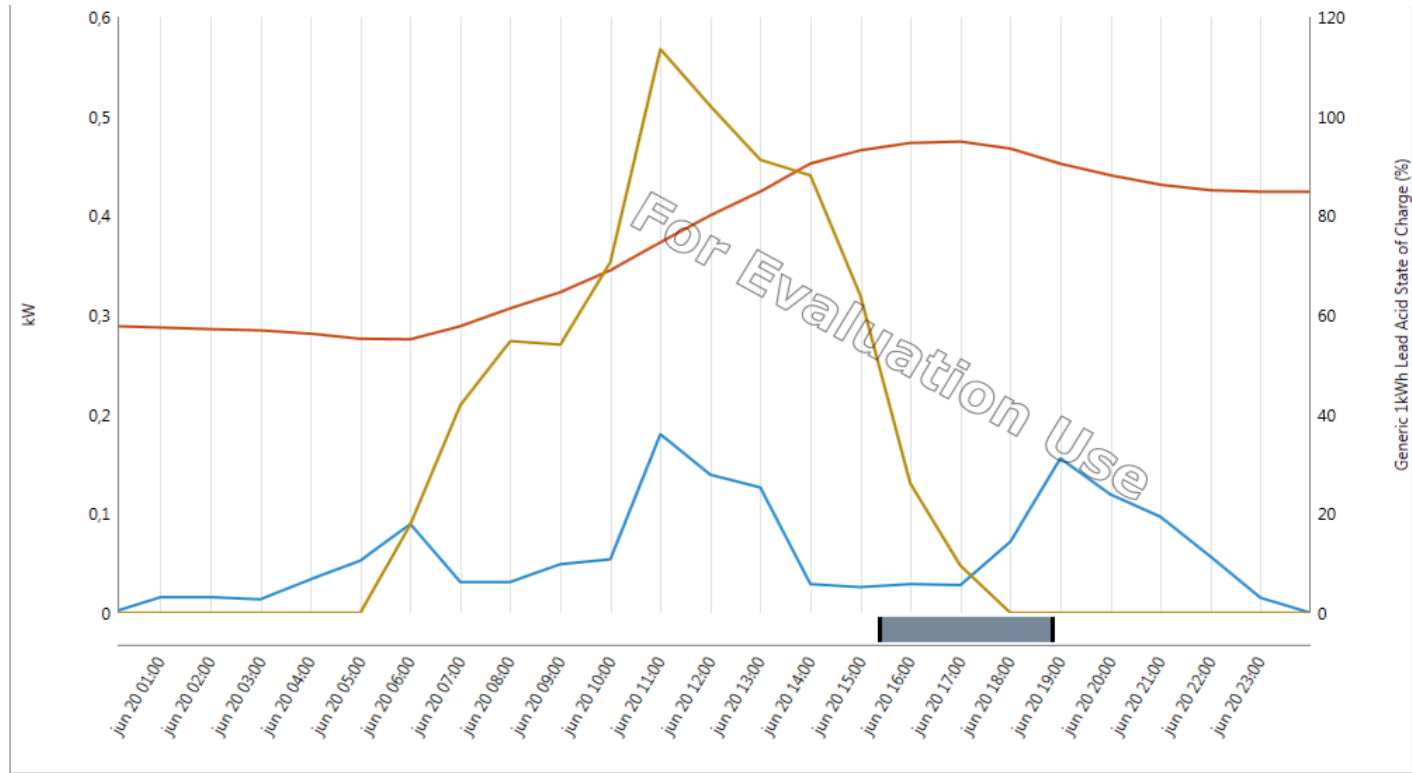
Architecture				PV	
PV (kW)	1kWh LA	Converter (kW)	Dispatch	Capital Cost (\$)	Production (kWh)
0,925	6	0,500	CC	3.013	1.198



Configuración final



SIMULACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA



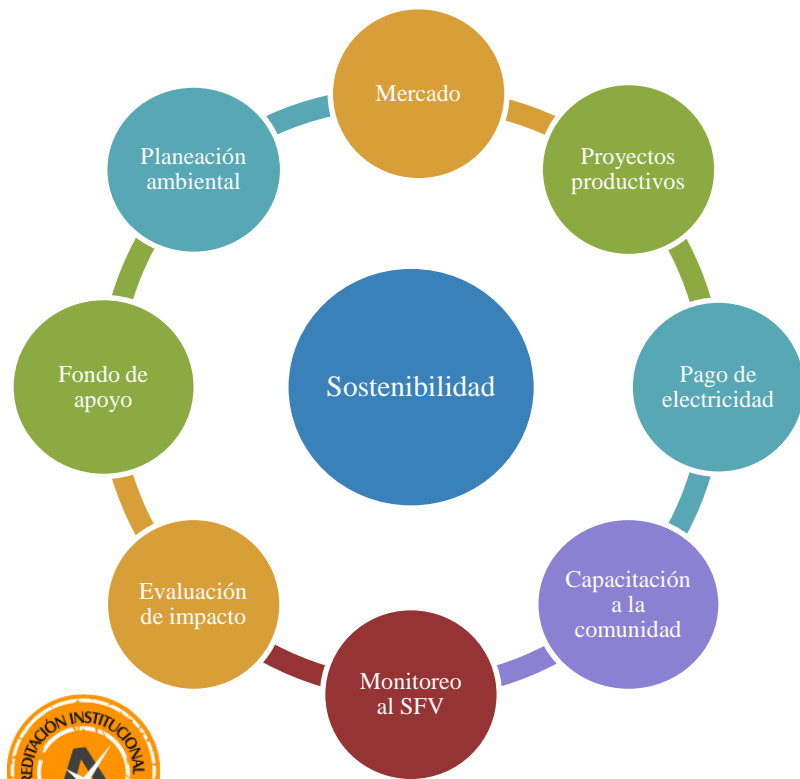
Suministro de energía diario



Samuel Salazar



ESTRATEGIAS PARA INCREMENTAR EL IMPACTO DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EN ZNI

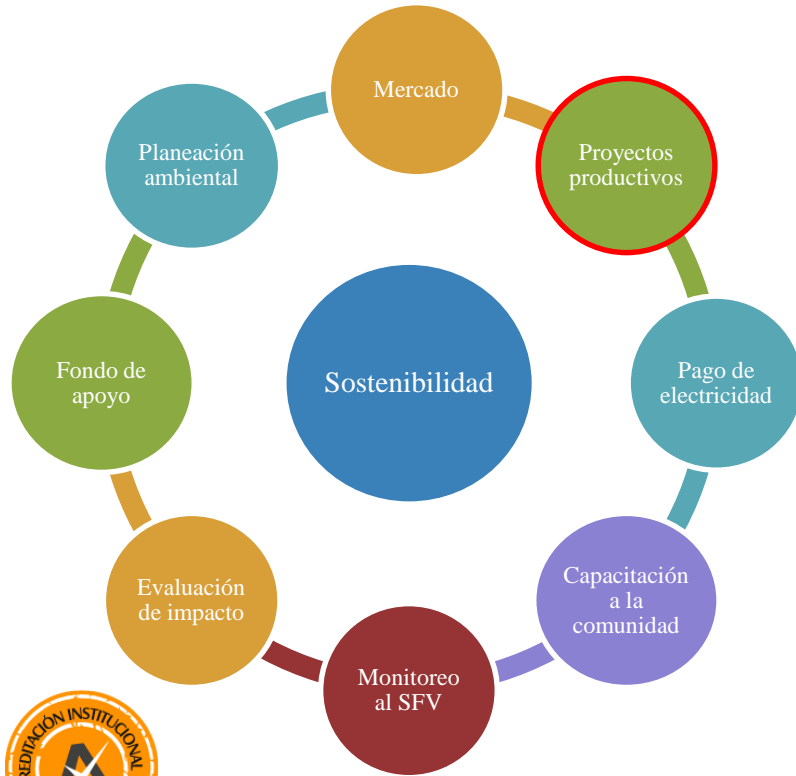


Proyectos deben ser desarrollados de forma integral

desarrollo de la población, la sostenibilidad del proyecto de electrificación y el establecimiento de aspectos ambientales



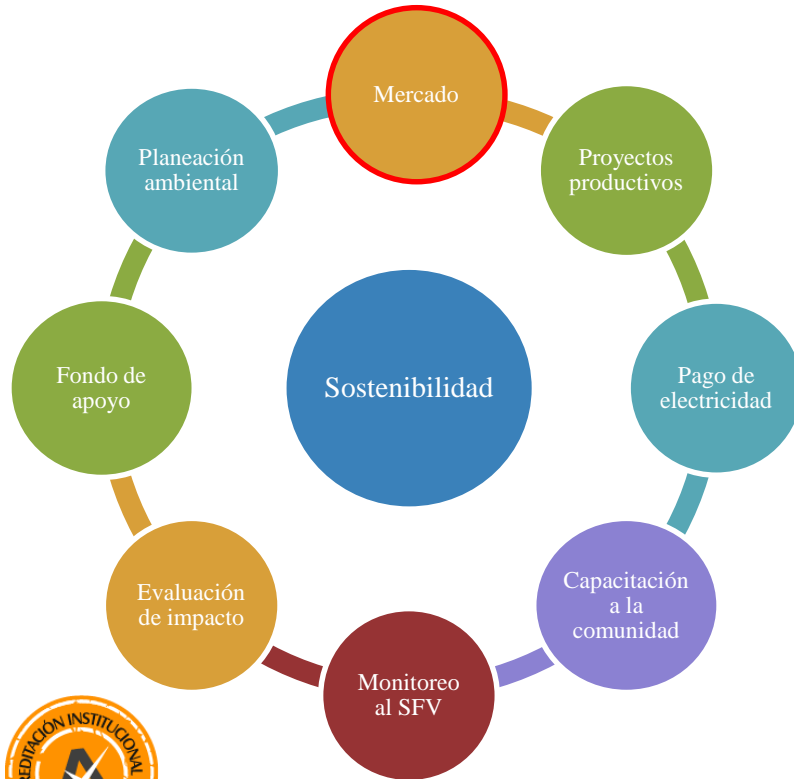
ESTRATEGIAS PARA INCREMENTAR EL IMPACTO DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EN ZNI



El contar con acceso a energía debe incentivar a la implementación de proyectos productivos acordes a las necesidades específicas y condiciones culturales de la población, los cuales faciliten el desarrollo de la comunidad, creando ingresos para el pago de la energía y mejoramiento de su nivel de vida.



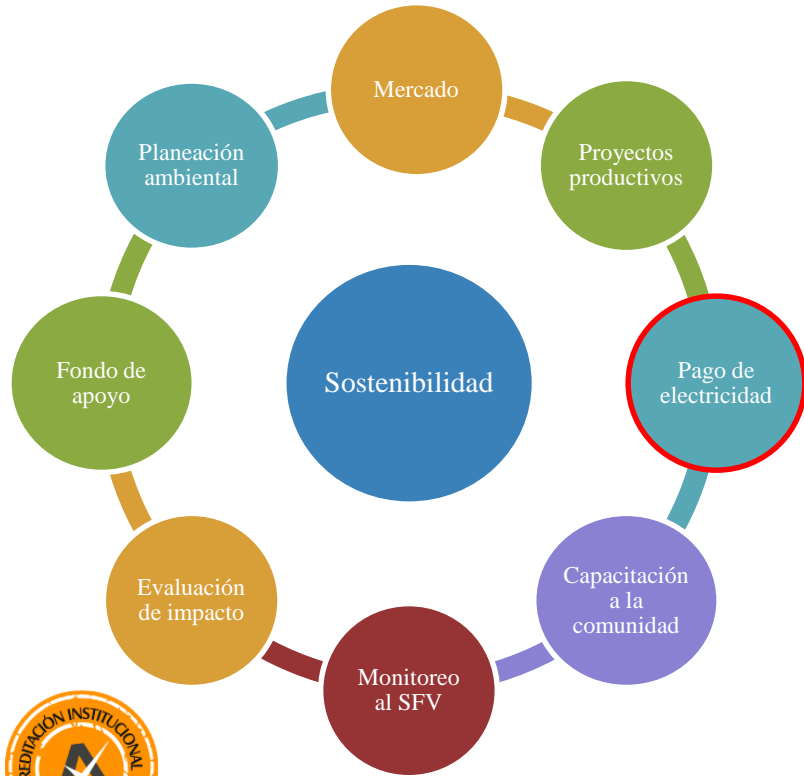
ESTRATEGIAS PARA INCREMENTAR EL IMPACTO DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EN ZNI



Se debe introducir el término “Mercado” a la comunidad, por medio de la promoción de proyectos productivos, diseñando productos que se puedan vender tanto internamente en la comunidad como en veredas o municipios aledaños.



ESTRATEGIAS PARA INCREMENTAR EL IMPACTO DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EN ZNI



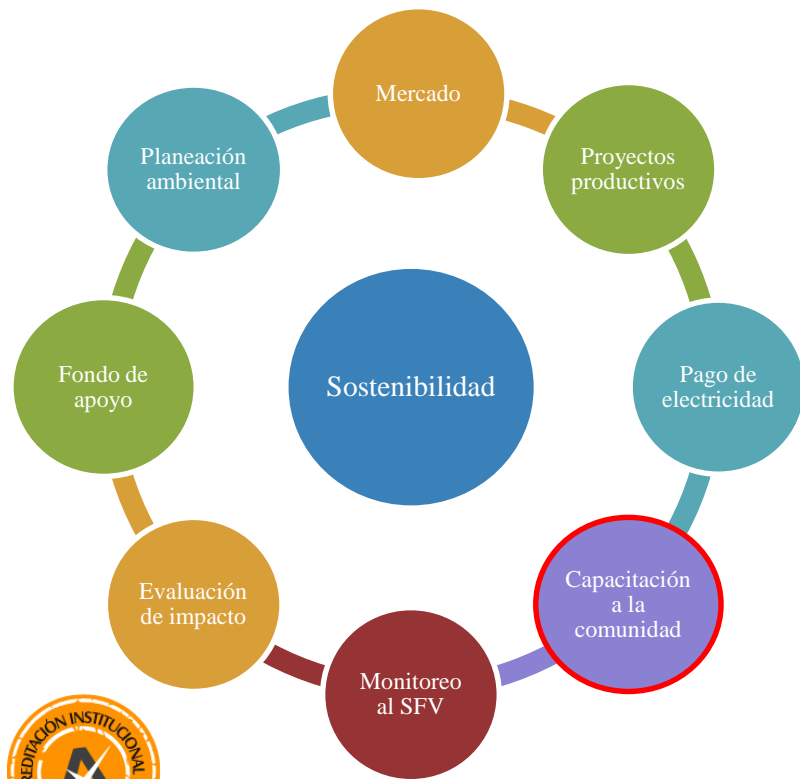
generar conciencia colectiva para asumir el pago del servicio eléctrico, para sostenibilidad del proyecto, donde cada usuario se hace responsable de la operación del sistema fotovoltaico implementado en su vivienda.



Samuel Salazar



ESTRATEGIAS PARA INCREMENTAR EL IMPACTO DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EN ZNI



Capacitación técnica para que la comunidad tenga la habilidad de tomar decisiones al momento de realizar mantenimiento ya sea preventivo o correctivo. Se propone establecer un grupo de personas dentro de cada vereda, encargadas del mantenimiento, administración y operación de los procesos productivos y de generación.



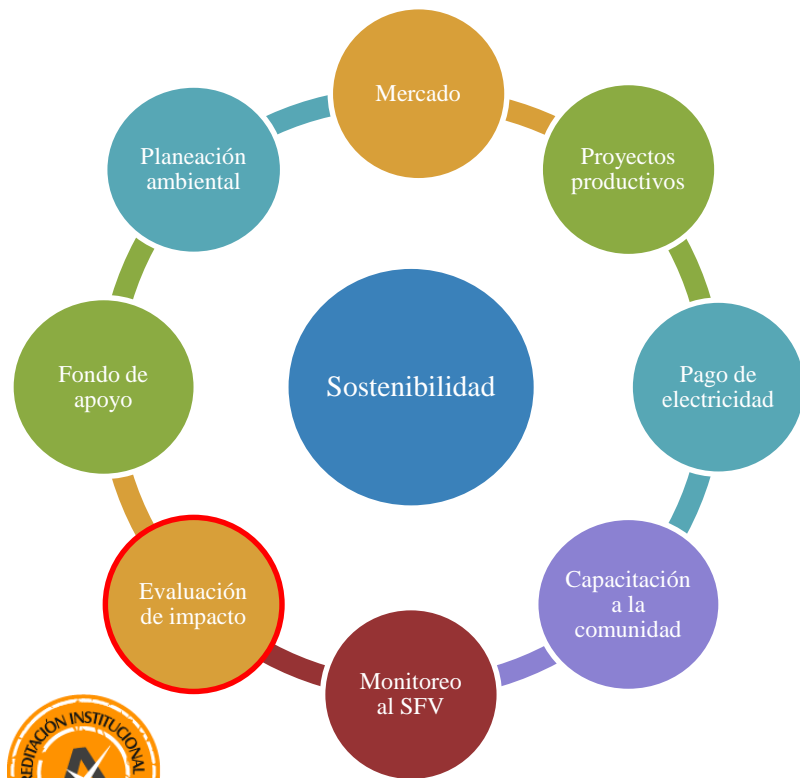
ESTRATEGIAS PARA INCREMENTAR EL IMPACTO DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EN ZNI



Para incrementar la confiabilidad del suministro de energía eléctrica, es pertinente ejecutar un monitoreo al sistema fotovoltaico implementado, donde se haga seguimiento a variables como corriente, SOC, temperatura, voltaje entre otros, con el fin de poder predecir fallas antes que sucedan y evaluar el desempeño real de los SFV en zonas aisladas.

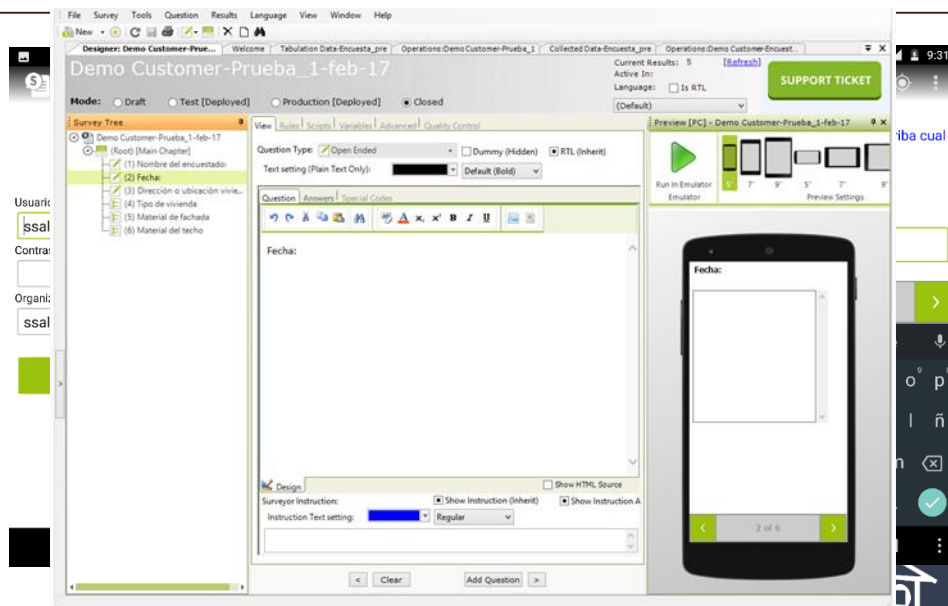


ESTRATEGIAS PARA INCREMENTAR EL IMPACTO DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EN ZNI



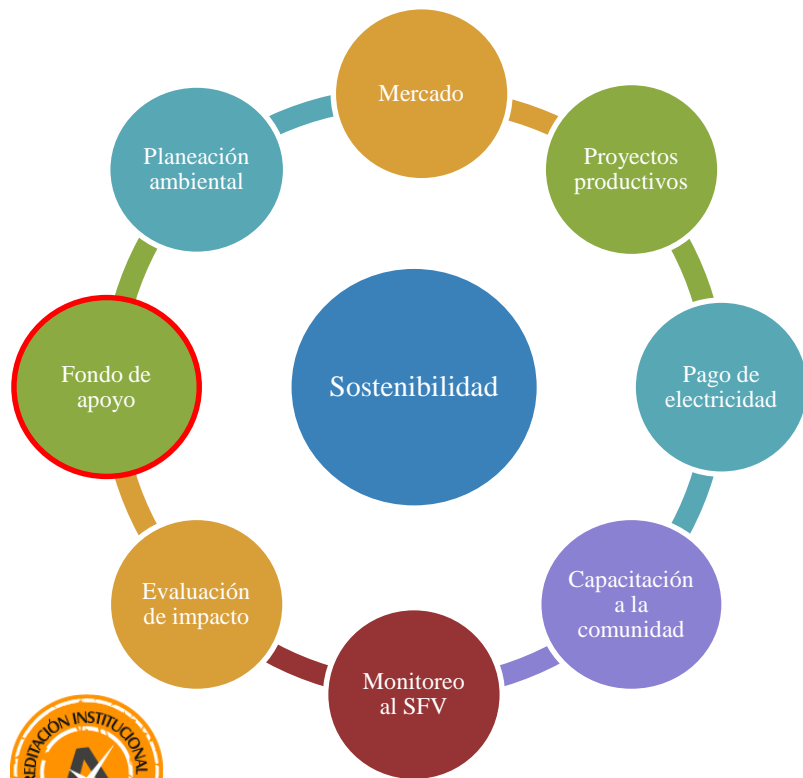
Samuel Salazar

En este punto se propone la evaluación del impacto de las actividades que conforman al modelo de sostenibilidad



App survey 1060 para Android.

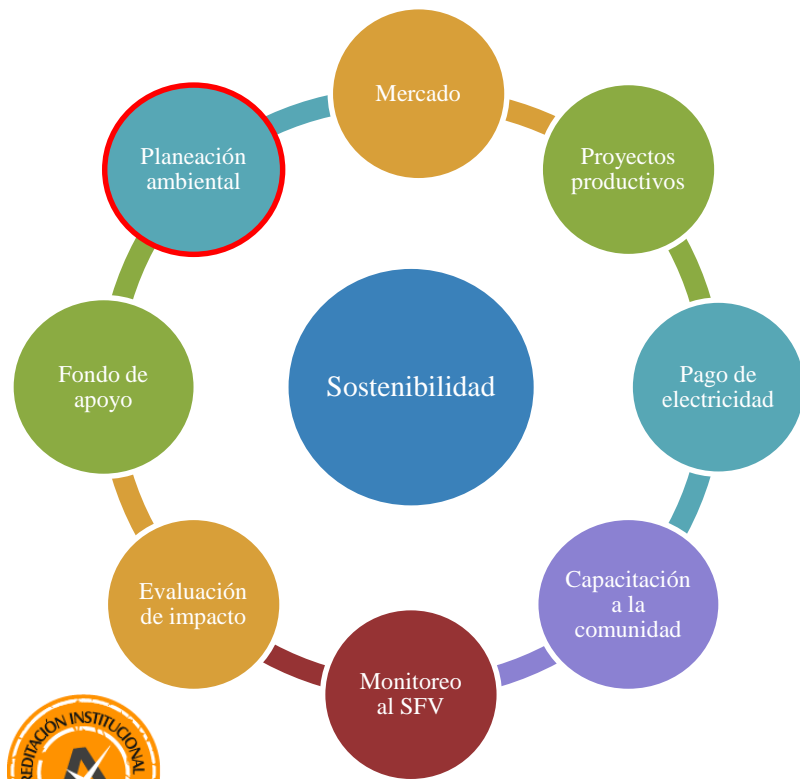
ESTRATEGIAS PARA INCREMENTAR EL IMPACTO DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EN ZNI



Fomentar la creación de un fondo de apoyo, dedicado a la financiación de proyectos productivos que impliquen el uso de la energía eléctrica, apoyando iniciativas de la comunidad para fomentar su desarrollo rural integral; con el fin de viabilizar las ideas de emprendimiento que permitan a la población generar ingresos.



ESTRATEGIAS PARA INCREMENTAR EL IMPACTO DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EN ZNI



Se deben determinar los aspectos ambientales del proyecto de energización que afecten al ambiente, con el fin de elaborar una planeación ambiental, donde se determine las acciones a tomar para mitigar los impactos al entorno, no solo del proyecto de electrificación sino de todo proceso productivo que se genere alrededor de este.



CONCLUSIONES

- Las principales causas de fallas en los sistemas fotovoltaicos instalados en el municipio de Hato Corozal – Casanare, se presentan en tres componentes, el inversor, el regulador y baterías; 75% de los SFV que fallaron presentaron problemas en el inversor, 17% los tuvieron en el regulador y el 8% en las baterías.
- En el inversor el 38% ocurrió debido a problemas en la tarjeta, 39% fue debido a daño en el display, 15% en el botón de encendido/apagado y el 8% por fallas en el transformador. Se propone hacer un análisis detallado de las posibles causas de fallas del equipo que más ha presentado problemas en su funcionamiento (como es el caso del inversor), ya que con un estudio experimental se podría saber por qué fallan los subcomponentes del mismo.
- El desarrollo de la comunidad afectada por el acceso a la energía debe ser uno de los objetivos de la implementación de proyectos de electrificación rural, pues los proyectos llevados a cabo en zonas aisladas del territorio Colombiano han estado concentrados en el tipo de tecnología de generación a utilizar, priorizando factores como su inversión, costo de operación y mantenimiento, montaje o disponibilidad del recurso energético a transformar, mas no en el impacto que tenga la utilización de esta sobre el aumento de la calidad de vida de la comunidad, creando procesos productivos, los cuales generen ingresos de capital a la población.



CONCLUSIONES

- El consumo máximo actual estimado para una vivienda ubicada en el Municipio de Hato Corozal (2,5 kWh/día) y los consumos reales de las fincas El Callao y Puerto Leticia, no superan el suministro de energía del SFV en el mes crítico, es decir, el sistema fotovoltaico tiene la capacidad de suplir sus demandas actuales de energía.
- Igualmente, los perfiles de carga de las viviendas a las cuales se le tomaron medidas de carga real, tienen un comportamiento semejante a la de la curva propuesta en la sección 3 del capítulo de resultados del presente proyecto. El desempeño fotovoltaico está directamente afectado por la potencia a la cual esté conectado, por tal motivo es importante realizar un seguimiento de la evolución de las curvas de carga de la comunidad, con el fin de proyectar sus consumos futuros y determinar la capacidad de los sistemas de generación implementados de atender el aumento de la demanda.
- El contar con acceso a la energía ha cambiado hábitos cotidianos de la comunidad como la hora de acostarse, aumentando en promedio 2,4 horas, sin embargo no varío la hora en la que se levantan a realizar sus actividades diarias.
- se concluye que aunque el proyecto ha traído cambios en los hábitos cotidianos de la comunidad, reemplazo de energéticos para la realización de diferentes actividades, disminución de la contaminación a en el ambiente cada residencia y reducción en el tiempo y costos dedicados a la adquisición de combustibles fósiles, el proyecto no ha generado procesos productivos que sumen al desarrollo de la población.



REFERENCIAS

- A. Cadena. (2012). *Acciones y retos para energización de las ZNI en el país*. Bogotá D.C.
- Álvarez, C., & Serna, F. (2012). *Normatividad sobre Energía Solar Térmica y Fotovoltaica*. Medellín: CIDET, Unidad de Inteligencia Estratégica Tecnológica (uiet).
- Arias, A. (2017). *Enfoque para proyectos de electrificación rural*. Quito: OLADE. ENERLAC. Volumen I, Número 1 (6-23).
- Avella, R. (2014). *Evaluación de sistemas fotovoltaicos (SFV) autónomos para suministro de energía eléctrica en viviendas rurales de estrato 1 en el departamento de Casanare*. Yopal: Gobernación de Casanare. Secretarías de obras públicas y transporte. Oficina de asuntos Energéticos y de telecomunicaciones.
- Bello, C. (2011). Uso de sistemas solares fotovoltaicos para la electrificación rural en el norte Argentino, en un contexto de crisis energética mundial. *Universidad Nacional del Nordeste (UNNE)*, Grupo Energías Renovables (GER).
- Figueroa, C., Parra, N., & Rodríguez, C. (2014). Evaluación de la factibilidad técnica y económica de la instalación de paneles solares fotovoltaicos en hogares de familias de escasos recursos de la comuna de San Nicolás. Facultad de ciencias empresariales. Chillán, Chile: Universidad del Bío-Bío.
- Fundación Pesenca. (2012). Evaluación de sistemas fotovoltaicos en Colombia. Bogotá: INEA. Instituto de Ciencias Nucleares y Energías Alternativas.
- Jawalakhel, L. (2012). Impact Study of Karnali Ujjyalo. Nepal: Government of Nepal (GoN). Alternative Energy Promotion Center (AEPC). Technology and Rural Upliftment Service Team. (TRUST) Pvt. Ltd. .
- Macancela, L. (2012). Diagnóstico de la implementación de los sistemas fotovoltaicos correspondientes a la primera etapa del proyecto Yantsa ii Etsari. Cuenca: Tesis de Licenciatura.
- Meier, P., Tuntivate, V., & Douglas, V. (2010). Perú Encuesta Nacional de Consumo de Energía a Hogares en el Ambito Rural . Perú: Unidad de Energía. Banco Mundial.
- Ministerio de Energía de Chile . (2016). Guía de Operación y Mantenimiento de Sistemas Fotovoltaicos. Santiago: Programa techos solares públicos. Gobierno de Chile. Obtenido de

