



TRABAJO FINAL

Abastecimiento de una vivienda en Gobernador
Gregores mediante energías renovables

Alumna: Navarta Julieta

Profesores: Lescano Jorge

Oliva Rafael

Cortez Nestor

Cátedra: Energías

Renovables

Año: 2024

Introducción

Las energías renovables son fuentes de energía que están disponibles de forma ilimitada o pueden regenerarse de manera natural. Estas energías se consideran esenciales para reducir el uso de combustibles fósiles, los cuales emiten gases contaminantes que contribuyen al cambio climático. Por lo tanto, la adopción de energías renovables es crucial para mitigar los efectos ambientales adversos asociados con el calentamiento global.

Entre las formas más destacadas de energía renovable se encuentran la eólica y la solar. La energía eólica utiliza la fuerza del viento para generar electricidad mediante aerogeneradores, mientras que la energía solar convierte la radiación del sol en electricidad a través de paneles fotovoltaicos. Estas dos fuentes de energía se complementan de manera eficiente, ya que no siempre están disponibles simultáneamente, lo que proporciona una mayor estabilidad al sistema energético cuando se utilizan conjuntamente.

El objetivo de este trabajo es diseñar un sistema de abastecimiento energético que combine paneles fotovoltaicos y generadores eólicos para satisfacer la demanda de energía de una vivienda en Gobernador Gregores (48°46' S, 70°09' O), ubicada en el centro de la provincia de Santa Cruz.

Memoria descriptiva

La zona de Gobernador Gregores presenta un clima semiárido, caracterizado por la alta velocidad de sus vientos. Los inviernos son fríos con veranos frescos a moderadamente cálidos. Predominan los vientos del oeste y suroeste, que son fríos y secos, típicos de la meseta patagónica, con ráfagas que pueden superar los 20 km/h de velocidad media, siendo más intensos en primavera verano. La localidad disfruta de muchas horas de sol al año, especialmente en verano cuando los días son largos y la nubosidad es más baja. La cantidad de horas de sol varía entre 8 hs y 16 minutos en el día más corto de invierno hasta 16 hs y 10 minutos en verano.

En la tabla 1 se expresan los valores medio de viento a 10 m del suelo obtenidos a partir de los datos proporcionados de la NASA, que se utilizarán posteriormente para el dimensionamiento del sistema eólico.

Tabla 1. Velocidad media mensual del viento para la localidad de Gobernador Gregores.

Mes	Velocidad promedio (m/s)
Enero	8,2
Febrero	7,4
Marzo	7,1
Abril	7,0
Mayo	6,6

Junio	6,6
Julio	6,8
Agosto	7,0
Septiembre	7,0
Octubre	7,5
Noviembre	7,9
Diciembre	8,2

Por otro lado, para el cálculo del sistema fotovoltaico es necesario conocer la radiación solar promedio mensual incidente en una superficie horizontal sobre la superficie de la tierra, dichos valores se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Radiación solar incidente en un plano horizontal para Gobernador Gregores

Mes	kWh/m ² /d	MJ/m ² /d
Enero	7,21	25,956
Febrero	5,97	21,492
Marzo	4,22	15,192
Abril	2,62	9,432
Mayo	1,45	5,22
Junio	0,97	3,492
Julio	1,17	4,212
Agosto	2,05	7,38
Septiembre	3,46	12,456
Octubre	5,22	18,792
Noviembre	6,7	24,12
Diciembre	7,24	26,064

El suministro de energía se realizará en una vivienda que consta de seis ambientes, los cuales corresponden a un baño, tres dormitorios, una cocina comedor, un living y un patio. En dichos ambientes se contabilizan los siguientes aparatos eléctricos (Tabla 3): 1 heladera, 1 lavarropas, 1 pava eléctrica, 10 luminarias de interior, 2 luminarias de exterior, 1 horno microondas, 1 bomba de agua, 2 notebooks, 3 televisores y 4 cargadores de dispositivos móviles.

Tabla 3. Listado de consumos eléctricos en la vivienda analizada.

Cantidad	Artefacto	Potencia (W)
1	Heladera	200
1	Lavarropas	500
1	Pava eléctrica	2000
8	Lámpara interior	8
1	Horno Microondas	800
1	Bomba de agua	380
3	Televisor	90
2	Lámpara exterior	30

4	Cargador de dispositivo móvil	5
2	Notebook	30

Memoria de cálculo

En primer lugar, se calculó la demanda energética por hora discriminando los consumos por temporada (Otoño-Invierno y Primavera-Verano), ya que difiere la cantidad de horas de luz disponible en las mismas. A partir de ello, se obtuvieron dos gráficos (Figura 1 y 2) que representan el perfil de consumo de cada temporada, es decir, cuánta energía es consumida por hora a lo largo del día.

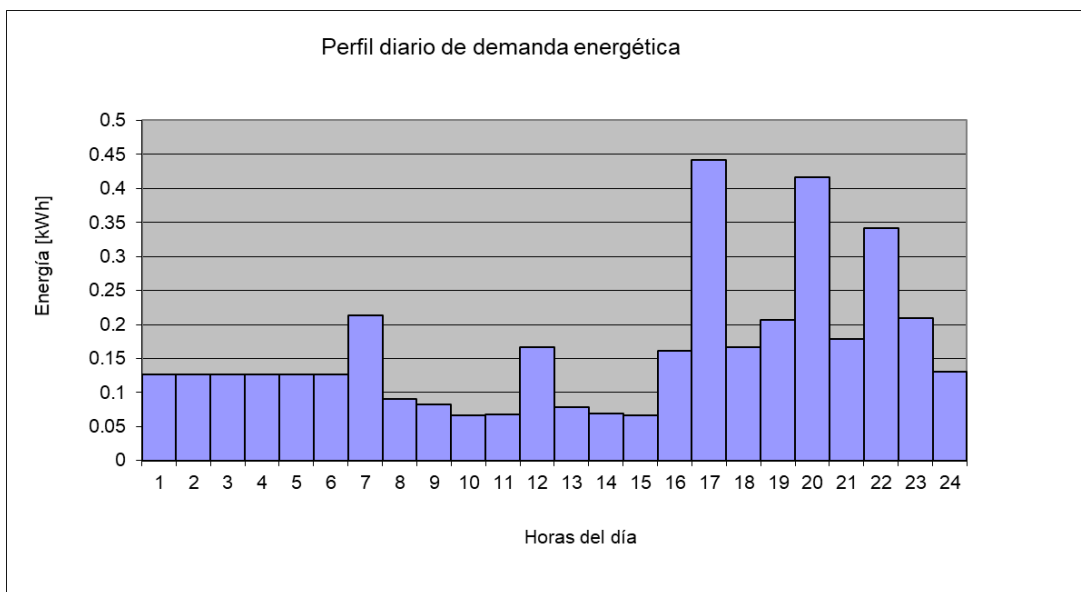


Figura 1. Demanda energética durante primavera-verano

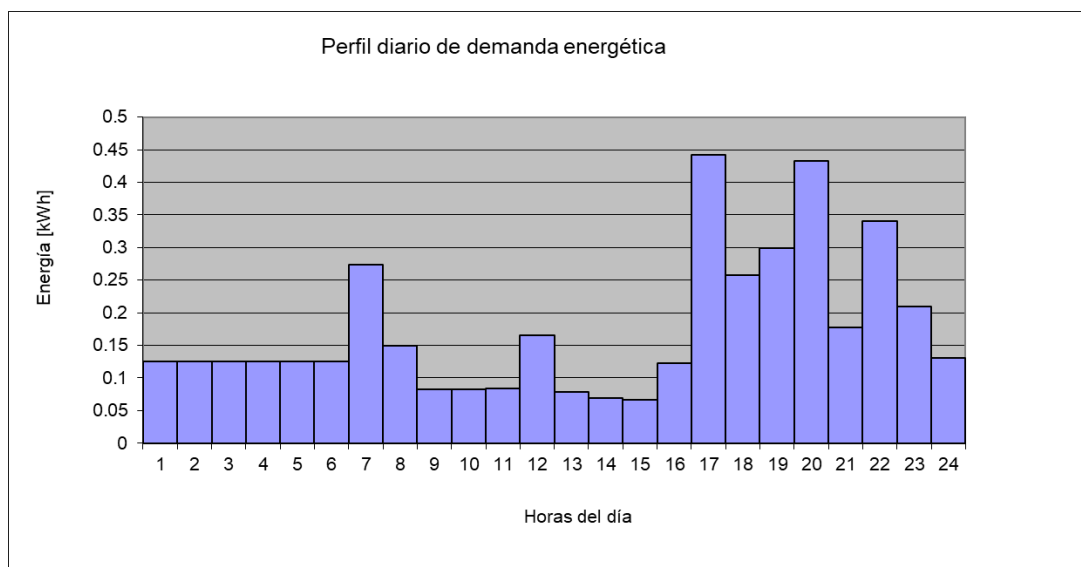


Figura 2. Demanda energética durante otoño-invierno

Dimensionamiento del sistema fotovoltaico

La instalación del sistema fotovoltaico integrará los siguientes componentes:

- Batería: Ultracell Solar ucg150-12



Batería Gel Ciclo Profundo
12v 150ah Ultracell Solar
Envios

\$ 495.000

- Panel Solar: Branik FS-80P-Hc



Panel Solar 80w 12v Calidad
A - Pantalla Energia

\$ 53.976

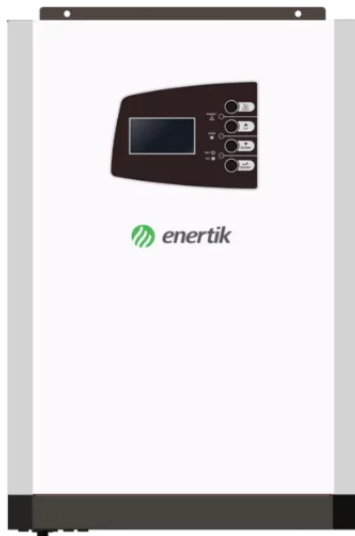
- Regulador: Branik BELTTT 40 A PJAT40D



Regulador De Carga Panel
Solar 40a 12v 24v Display
Usb Pwm

\$ 51.430

- Inversor: enertik ICB-3K-24



Inversor y Cargador de Baterías MPPT 24V – 220V 3000W (Versión PV Potente)

Marca: enertik

SKU: ICB-3K-24(m)

Inversor Senoidal 24v – 220v 3000VA, Regulador Solar MPPT 60A

\$989.700 incluye IVA

✓ Hay stock

Garantía: 6 Meses

- 1 +

AGREGAR AL CARRITO

Los datos técnicos de cada componente fueron volcados en la planilla de cálculo (tabla 4). A partir de ellos se realizó el cálculo del número de baterías y paneles fotovoltaicos necesarios para llevar adelante el sistema.

Tabla 4. Características de los componentes del sistema fotovoltaico

DATOS	
Panel	
PPP = Potencia Pico del Panel [W]	80
Batería	
CAP = Capacidad [Ah]	150
VOLT = Tensión de la Batería [V]	12
ND = Nivel de Descarga	35%
T = Numero de días sin generación	3
Eficiencia del sistema	0.684
ER = Eficiencia del Regulador	0.95
EB = Eficiencia de las Baterías	0.80
EC = Eficiencia del Convertidor	0.90
FS = Factor de seguridad	1.15

Por otro lado, se calcularon las horas solares pico (HPS) cambiando el ángulo de inclinación de los paneles solares de forma mensual, estacional y anual (Fig. 3) buscando captar la mayor radiación solar posible. Esto se realizó utilizando los valores de radiación sobre el plano horizontal obtenidos para la localidad y optimizando el ángulo mediante la función SOLVER de la planilla de cálculo.

Promedio mensual de HPS (para plano inclinado óptimo)			
Meses	Estacional	Mensual	Anual
Enero	7.264397479	7.271419648	7.256
Febrero	6.294	6.37655122	6.123
Marzo	5.182332108	5.292659096	4.469
Abril	4.469934998	4.476288966	2.922
Mayo	3.400052661	3.484850287	1.725
Junio	2.858079526	2.864769846	1.208
Julio	3.165183179	3.167903799	1.428
Agosto	4.046083032	4.059513419	2.347
Septiembre	4.66925617	4.857651924	3.733
Octubre	5.858119242	5.858126892	5.414
Noviembre	6.669086016	6.841201895	6.780
Diciembre	7.215324316	7.253223978	7.253

Figura 3. Horas Solares Pico estacionales, mensuales y anuales.

Se determinó que modificar el ángulo de inclinación de manera estacional es lo más conveniente ya que se alcanzan valores de HPS similares a los obtenidos con cambios mensuales (Figura 4) y solo deben ajustarse los paneles cuatro veces por año.

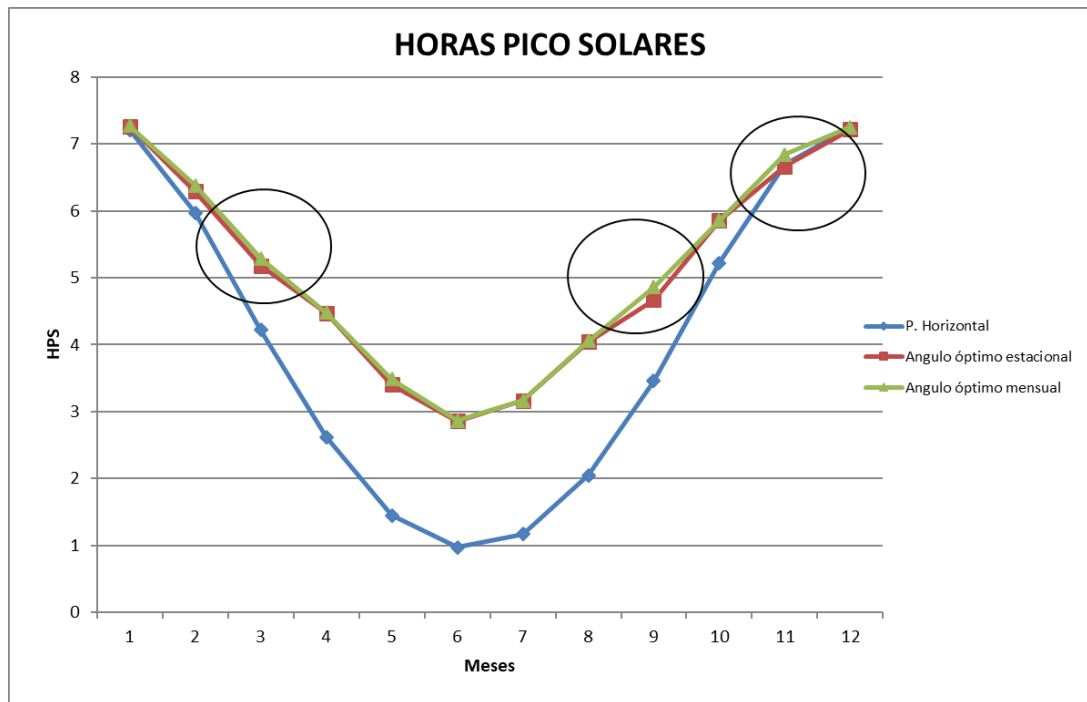


Figura 4. Horas pico solares captadas por los paneles de acuerdo a la inclinación mensual, estacional y anual.

De acuerdo a estos datos, las características y eficiencia de los componentes, y considerando un total de tres días sin generación de energía por escasez de recurso solar y una tensión de trabajo de 24 V, se obtuvo un total de 16 paneles y 12 baterías a instalar (Tabla 5). El número se redondeó en un número par para cubrir el string mínimo. Dichos valores serán utilizados para cubrir el 50% de la demanda energética.

Tabla 5. Número de baterías y paneles solares requeridos.

MES	HPS (sobre plano inclinado óptimo)	CE= PM* TU	ES	NP=CE*FS / (PPP*HPS* ES) a 60°	NB
ENERO	7.26439748	1953.9	0.684	5.65	10.34
FEBRERO	6.294	1953.9	0.684	6.52	10.34
MARZO	5.18233211	2110.9	0.684	8.56	11.17
ABRIL	4.469935	2110.9	0.684	9.92	11.17
MAYO	3.40005266	2110.9	0.684	13.05	11.17
JUNIO	2.85807953	2110.9	0.684	15.52	11.17
JULIO	3.16518318	2110.9	0.684	14.02	11.17
AGOSTO	4.04608303	2110.9	0.684	10.96	11.17
SEPTIEMBRE	4.66925617	1953.9	0.684	8.79	10.34
OCTUBRE	5.85811924	1953.9	0.684	7.01	10.34
NOVIEMBRE	6.66908602	1953.9	0.684	6.16	10.34
DICIEMBRE	7.21532432	1953.9	0.684	5.69	10.34

Dimensionamiento del sistema eólico

Para la instalación del sistema eólico se utilizará el mismo modelo de inversor y baterías anteriormente mostrados. Además, se requerirá de los siguientes componentes:

- Aerogenerador: Eolux 1kW. Costo \$2682000



- Cable: Tipo Sintenax. Costo \$6613 por metro.



Cable Subterráneo Tipo Sintenax Normalizado Mh 3x6 X 10 Mts

\$ 82.665

\$ 66.132 20% OFF

en 6 cuotas de \$ 14.583²¹

Para el dimensionamiento del mismo, en primer lugar, se calculó el consumo energético (Tabla 6) teniendo en cuenta que el sistema eólico abastecerá el 50% de la demanda. Luego se calculó la cantidad de baterías a utilizar de acuerdo con la demanda energética (Figura 5) utilizando una planilla de cálculo prediseñada. Deben ser instaladas 6 baterías para almacenar la energía necesaria para cubrir la demanda.

Tabla 6. Consumos eléctricos a abastecer por el sistema eólico.

CANTIDAD	DESCRIPCION	POTENCIA POR DISPOSITIVO [W]	POTENCIA TOTAL [W]	FACTOR DE PICO	PICO DE POT. PEOR CASO [W]	HORAS USO/DIA	ENERGIA [Wh]
1	Heladera	200.0	200.0	5.0	1000.0	4.0	792.0
1	Lavarropas	500.0	500.0	1.0	500.0	0.4	187.5
1	Pava eléctrica	2000.0	2000.0	1.0	2000.0	0.1	150.0
8	Lámpara interior	8.0	64.0	1.0	64.0	5.5	352.0
1	Horno Microondas	800.0	800.0	1.0	800.0	0.0	16.0
1	Bomba de agua	380.0	380.0	4.0	1520.0	0.3	123.5
3	Televisor	90.0	270.0	2.0	540.0	0.8	202.5
2	Lámpara exterior	30.0	60.0	1.0	60.0	3.5	210.0
4	Cargador de dispositivo móvil	5.0	20.0	1.0	20.0	0.8	15.0
2	Notebook	30.0	60.0	2.0	120.0	0.8	45.0
			0.0				
			0.0				
TOTAL			4354.00		6624.00		2093.50

Calculo de Baterías - Equipo con Inversor

Proyecto: Vivienda
Fecha: 16/7/2024 18:45
Revisión: B

Parametros:

Capacidad Nominal Bat.	$Cap_{bat} [Ah]$	150.00	
Tension Bateria	$V_{bat} [V]$	12.00	
Tension Trabajo CC	$V_{sis} [V]$	24.00	(12,24,48V)
Cantidad Bat. en SM	SM[]	2.00	(String Minimo)
Rendimiento Regulador	$\eta_R []$	95.00%	
Rendimiento Baterias	$\eta_B []$	80.00%	
Rendimiento Inversor	$\eta_I []$	90.00%	Fte.: Planilla Inversor
Nivel de Descarga	$N_{desc} []$	35.00%	(Recom.->30 a 40%)

Variables para Cálculo Diario:

Consumo Estimado/dia	$C_E [Wh]$	2093.50 Wh/dia	Fte.: Planilla Energia
Dias sin Viento (de max.)	$T_{sin\ viento\ max.}$	2.00	Estimado
Dias sin Viento (de min.)	$T_{sin\ viento\ min.}$	1.00	Estimado
Tipo de Bateria:		Ultracell solar 12V (ver link mas abajo)	

Calculos:

Energía de SM			
$ESM = SM * CAP * V_{bat} * (1 - N_{desc})$	2340.00 Wh/SM	(Corrección de P.Martin 05.07.21)	
Consumo Diario Afectado de Rendimientos:			
$Cdt = C_E / (\eta_R \eta_B \eta_I)$	3060.67 Wh/dia		
Consumo Con T dias sin viento:			
$CTM = Cdt * T_{sin\ viento\ (max)}$	6121.35 Wh		
$CTm = Cdt * T_{sin\ viento\ (min)}$	3060.67 Wh		
Cantidad de Baterías (de maxima)			
$NSM = CTM / ESM$	2.62 SMs		
$NSMa = INT(NSM)$ (entero máximo)	3 SMs		
$NB(M) = NSM * SM$	6 Baterías		
Cantidad de Baterías (de minima)			
$NSm = CTm / ESM$	1.31 SMs		
$NSMi = INT(NSm)$ (entero mínimo)	2 SMs		
$NB(m) = NSMi * SM$	4 Baterías		
ELECCION DE BATERIAS			
Precio Unitario final / estimado	\$495,000.00 pesos	(Final con IVA)	
CANTIDAD ELEGIDA	6 Baterías	(valor q va a hoja Costos Aproximados)	

Figura 5. Planilla utilizada para el cálculo del banco de baterías a instalar para el sistema eólico

Seguidamente se volcaron en la planilla de cálculo los valores de velocidad de viento a los 10 m de altura para obtener el recurso eólico disponible (Figura 6). Con ello se obtuvo el promedio diario y mensual de energía. A partir de estos datos se concluyó que es necesario instalar 1 aerogenerador para cubrir el 50% la demanda energética restante.

Calculo de Aerogeneradores

(ER-UNPA / R.Oliva 2021)

Proyecto: Vivienda
Fecha: 10/7/2024 19:16
Revisión: B

Parametros:

Tension Trabajo CC V_{sis} [V] 24.00

Variables para Cálculo Diario:

Consumo Estimado/día C_E [Wh] 2093.50 Wh/día
Consumo Diario Afectado de Rendimientos:
 $Cdt = C_E / (\eta_R \eta_B \eta_I)$ 3060.67 Wh/día

Calculos:

Coeficientes para cálculos energía (Eolux)
 29.85 -62.77

Modelo base Eolux - 24 o 48V

Potencia Nominal 400 W
Generación Referencia $P_n \times 24hs$ 9600 Wh/día

Mes	(I) $\langle V \rangle$ [m/s]	(II) Promedio Mensual [kWh]	(III) Promedio Diario [kWh]
Enero	8.20	181.98	5.87
Febrero	7.40	158.11	5.65
Marzo	7.10	149.15	4.81
Abril	7.00	146.17	4.87
Mayo	6.60	134.23	4.33
Junio	6.60	134.23	4.47
Julio	6.80	140.20	4.52
Agosto	7.00	146.17	4.72
Setiembre	7.00	146.17	4.87
Octubre	7.50	161.09	5.20
Noviembre	7.90	173.03	5.77
Diciembre	8.20	181.98	5.87

<http://www.giacobone.com/servicios/soluciones-energeticas/energia-eolica/>

ELECCION DE AEROGENERADORES	
Tensión de Trabajo (Definida en Baterías)	24.00 Volts
Distancia Aprox. desde Torre a Tablero	65.00 metros
Costo Unitario Aprox. / 2020 (aprox. usd3000bna)	\$2,682,000.00 pesos
CANTIDAD ELEGIDA	1 Aeros

Figura 6. Planilla utilizada para el cálculo de los aerogeneradores necesarios para cubrir la demanda energética.

Para determinar el número de inversores se volcaron los datos técnicos del modelo elegido en la planilla presentada en la figura 7. De acuerdo con ello es necesario instalar un inversor a para la conversión de energía continua en alterna.

Calculo de Inversor

(ER-UNPA / R.Oliva 2021)

Proyecto: Vivienda
Fecha: 10/7/2024 19:16
Revisión: B

Parametros prefijados:

Tension Trabajo CC V_{sis} [V] 24.00 (Planilla Baterías)
Frecuencia de Salida: f_{sis} [Hz] 50.00
Tensión de Salida: V_o [V] 230.00
Tipo: Monofásico

Variables de Planilla Energía:

Potencia Nominal Requerida P_N [W] 4354.00 W
Potencia Pico Requerida P_{pk} [W] 6624.00 W
Rendimiento Nom. η_i [] 90.00% (Aprox. 85-90%)

Para cubrir la demanda de Potencia

Ingresar Datos

Modelo elegido:	Enertik ICB-3K- 24	24
Tensión Nominal:	24.00	(Copiar de tabla)
Potencia Nominal:	3000.00	(Copiar de tabla)
Potencia Pico:	6000.00	(Copiar de tabla)

Cálculos

% de Pot. Nominal Cubierta:	68.90%	(Preferentemente >100%)
% de Pot. Pico Cubierta:	90.58%	(Preferentemente >100%)

ELECCION DE INVERSOR		
Tensión de Trabajo (Definida en Baterías)	24.00	Volts
Modelo Inversor (definido en Ingresar Datos)	Enertik ICB-3K- 24	24
CANTIDAD ELEGIDA	1.00	Inversor/es
Tipo de Cambio (Si es en \$ poner 1)	1.00	(\$/u\$\$)
COSTO (DE TABLA)	\$ 989,700.00	pesos

Figura 7. Planilla utilizada para el cálculo de inversores a instalar.

Cálculo de costos

Teniendo en cuenta los componentes a utilizar se realizó un análisis del costo de emplazamiento de los sistemas de energías renovables. Los detalles se encuentran discriminados en las tablas 7 y 8. La inversión total que debe realizarse para llevar adelante el proyecto es de \$18.934.059.

Tabla 7. Costos de los componentes del sistema fotovoltaico

Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio Total
12	Baterías	\$495.000	\$5.940.000

16	Paneles Fotovoltaicos	\$53.976	\$863.616
1	Regulador	\$51.430	\$51.430
1	Inversor	\$989.700	\$989.700

Tabla 8. Costos de los componentes del sistema eólico.

CANTIDAD	DESCRIPCION	Precio Unitario	Precio Total	IVA 21% incluido	\$ A PAGAR c/IVA incl.
1	AEROGENERADORES EOLUX	2682000.00	2682000.00	0.00	2682000.00
1	TORRES TIPO RETICULADO 12m	2564705.00	2564705.00	0.00	2564705.00
1	MONTAJES-CABLES-BASES	257250.00	257250.00	0.00	257250.00
65	MTS totales CABLEADO EXTERIOR SINTENAX	6613.20	429858.00	0.00	429858.00
6	Ultracell solar 12V	495000.00	2970000.00	0.00	2970000.00
1	Enerjik ICB-3K- 24	989700.00	989700.00	0.00	989700.00
1	FLETES, INSTALACION Y GASTOS ADMIN.	205800.00	205800.00	0.00	205800.00
TOTAL CON IMPUESTOS					10099313.00

En la figura 8 se presenta la disposición final de los componentes de los sistemas fotovoltaico y eólico.

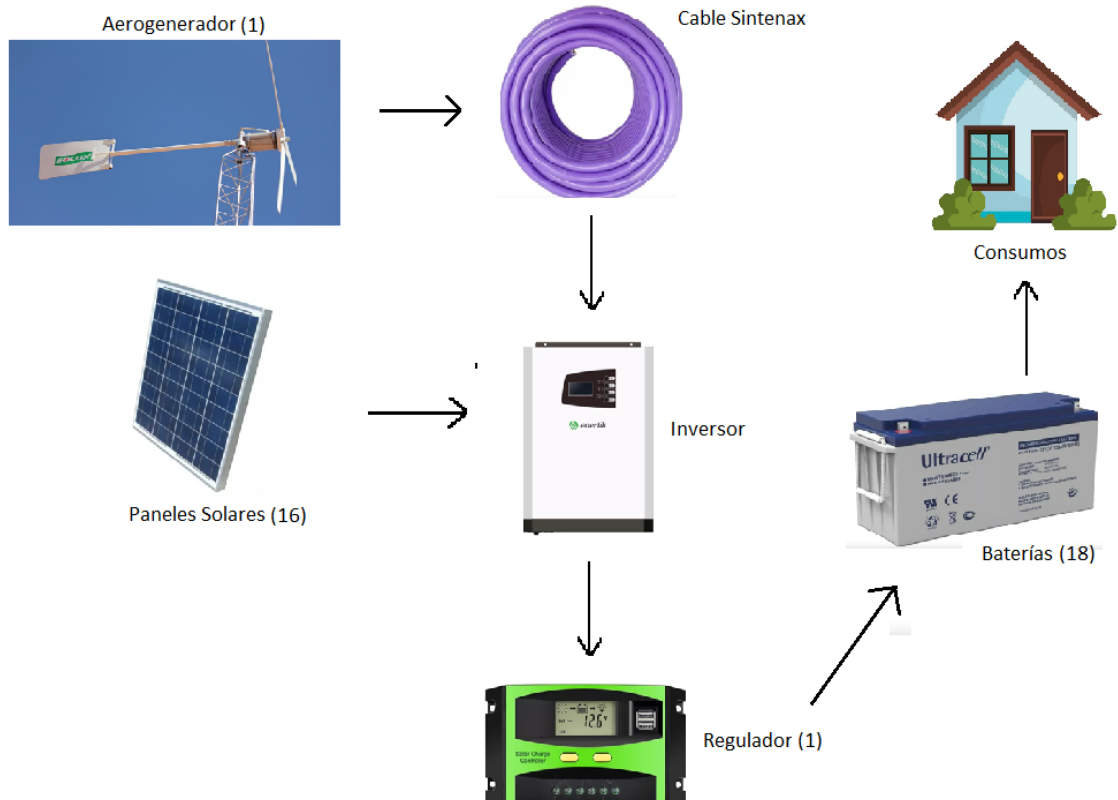


Figura 8. Diagrama en bloques de la instalación

Refinamiento de cálculos

Utilizando el software Homer 3.18.1 (Pro edition) se procedió al refinamiento de los cálculos. De esta manera se evaluaron las alternativas más económicas para el funcionamiento del sistema.

En primer lugar, se cargaron los recursos naturales necesarios para el abastecimiento energético. En la figura 9 se presenta el recurso solar mientras que el recurso eólico puede observarse en la figura 10. Además, se cargaron los valores de temperatura ya que resultan limitantes en la eficiencia de los paneles fotovoltaicos.



Figura 9. Recurso solar obtenido a partir de datos de la NASA.

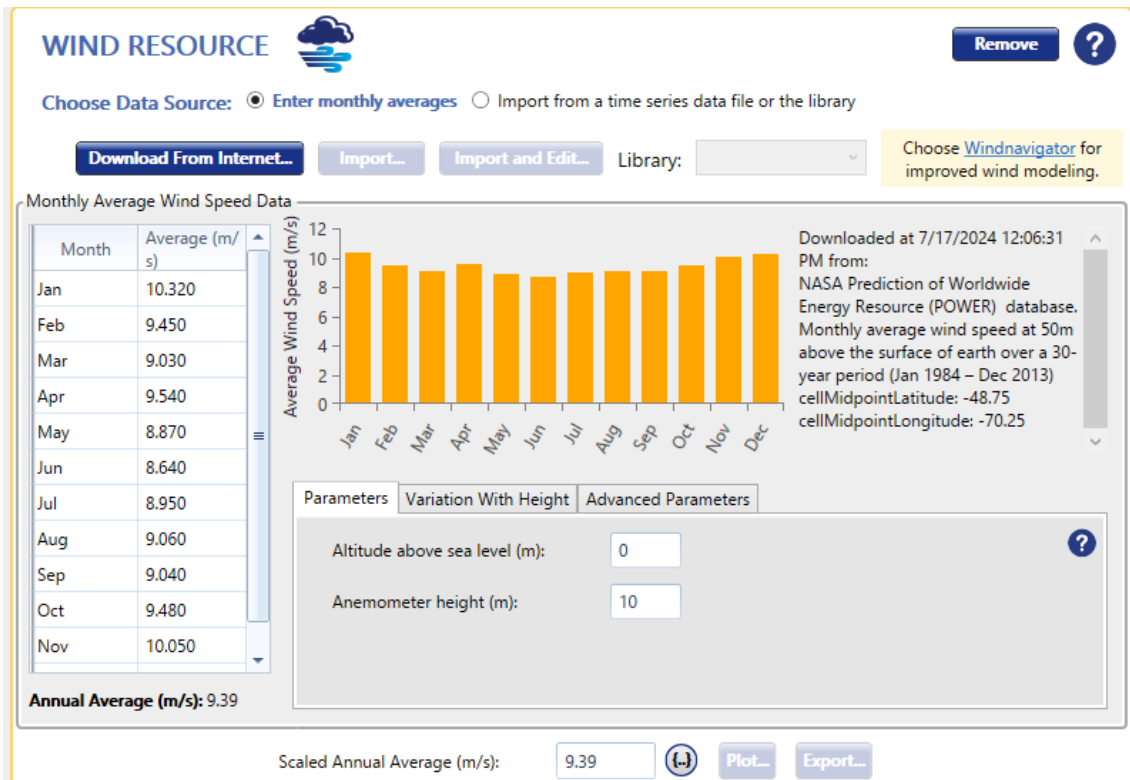


Figura 10. Recurso eólico obtenido a partir de datos de la NASA.

Componentes y restricciones

Para el dimensionamiento del sistema se aplicó como restricción que la fracción mínima renovable de abastecimiento de energía sea del 65% y que la capacidad de desabastecimiento máxima energética anual del 10% (Figura 11).

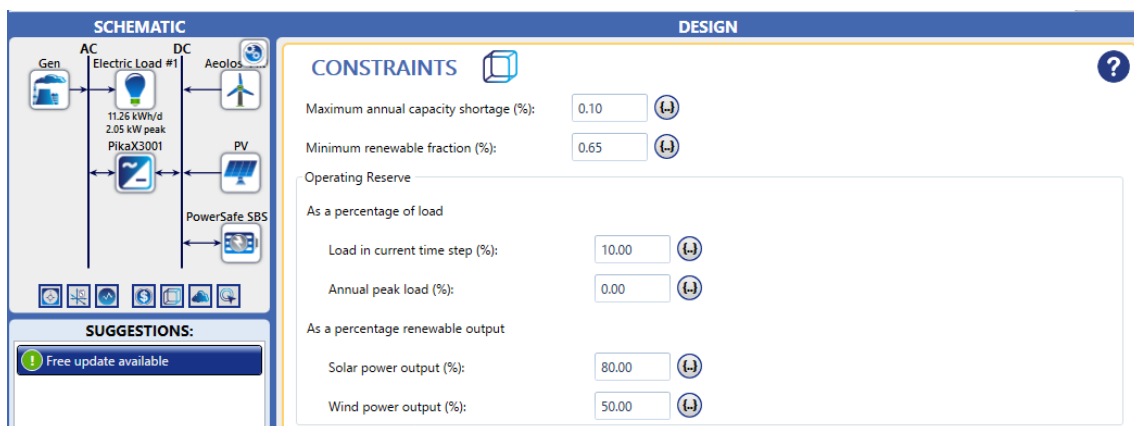



Figura 11. Modelo esquemático del sistema y restricciones aplicadas.

Por otro lado, se establecieron los componentes necesarios para el funcionamiento del sistema. Se cargaron los costos de cada artefacto incluyendo un generador (Figura 12) para cubrir la demanda en caso de que existan días en los que los recursos naturales no alcancen a cubrir la demanda energética. En el software se

seleccionaron aparatos con capacidades similares a las elegidas originalmente (Figuras 13, 14, 15, 16 y 17), y en el caso de los paneles y baterías se indicó el string mínimo necesario para alcanzar la tensión del banco.

GENERATOR  Name: Autosize Genset Abbreviation: Gen Remove ?
Copy To Library

Properties

Name: Autosize Genset

Generator is auto-sizing

Fuel: Diesel
 Fuel curve intercept: 0.129 L /hr
 Fuel curve slope: 0.236 L /hr/kW

Emissions
 CO (g/L fuel): 16.5
 Unburned HC (g/L fuel): 0.72
 Particulates (g/L fuel): 0.1
 Fuel Sulfur to PM (%): 2.2
 NOx (g/L fuel): 15.5

Generator Cost
 In \$/kW of capacity.

Initial Capital (\$): 570.80
 Replacement (\$): 570.50
 O&M (\$/op. hour): 0.030
 Fuel Price (\$/L): 1.16

Optimization

Simulate systems with and without this generator
 Include in all systems


Electrical Bus
 AC DC

Site Specific

Minimum Load Ratio (%): 25.00 ⌵ CHP Heat Recovery Ratio (%): 0.00 ⌵
 Lifetime (Hours): 15,000.00 ⌵ Minimum Runtime (Minutes): 0.00 ⌵ Initial Hours 0.00

Advanced...

Figura 12. Características y costo del generador Diesel.

CONTROLLER  Name: HOMER Cycle Charging Abbreviation: CC Remove ?
Copy To Library

CAPABILITIES

Component	Min Qty	Max Qty	Bus
Generator	0	20	AC or DC
Storage	0	10	DC
PV	0	10	AC or DC
WindTurbine	0	2	AC or DC
Converter	0	1	AC or DC
Boiler	0	1	Thermal
Hydroelectric	0	1	AC or DC
Hydrokinetic	0	1	AC or DC
Reformer	0	1	Hydrogen
Electrolyzer	0	1	AC or DC
HydrogenTan	0	1	Hydrogen
Grid	0	1	AC

Cost

Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$/year)
57.00	57.00	5.00

Lifetime time (years): 25.00 More...

Apply Setpoint State of Charge (%): 80.00

Allow diesel-off Operation
 Allow generators to operate simultaneously
 Allow systems with generator capacity less than peak load


Generic
homerenergy.com 

Figura 13. Características y costo del regulador.

Name:
Abbreviation:

Properties

Name: **Generic flat plate PV**
Abbreviation: **PV**
Panel Type: **Flat plate**
Rated Capacity (kW): **16.8**
Manufacturer: **Generic**
www.homerenergy.com
Notes:
This is a generic PV system.

Cost

Capacity (kW)	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$/year)
<input type="text" value="0.8"/>	<input type="text" value="59.90"/>	<input type="text" value="59.90"/>	<input type="text" value="5.00"/>

Lifetime time (years):

Sizing

 HOMER Optimizer™
 Search Space

Site Specific Input

Derating Factor (%):

Electrical Bus

 AC DC

Figura 14. Características y costo de los paneles fotovoltaicos.

Name:
Abbreviation:

Properties

Name: **Aeolos-V1kW**
Abbreviation: **Aeolos-V1kW**
Rated Capacity (kW): **1**
Manufacturer: **Lotus Energy Technology Co., Lt**

Costs

Quantity	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$/year)
1	\$3,000.00	\$3,000.00	\$70.00
Click here to add new item			

Multiplier:

Quantity Optimization

 HOMER Optimizer™
 Search Space


Site Specific Input

Lifetime (years):
Hub Height (m):
 Consider ambient temperature effects?

Electrical Bus

 AC DC

Figura 15. Características y costo del aerogenerador.

STORAGE  Name: EnerSys PowerSafe SBS 15l Abbreviation: PowerS Remove Copy to Library ?

Properties

Kinetic Battery Model

Nominal Voltage (V): 12
 Nominal Capacity (kWh): 2.04
 Maximum Capacity (Ah): 170
 Capacity Ratio: 0.5
 Rate Constant (1/hr): 0.862
 Roundtrip efficiency (%): 97
 Maximum Charge Current (A): 151
 Maximum Discharge Current (A): 482
 Maximum Charge Rate (A/Ah): 1

www.enersys.com

PowerSafe SBS EON Technology retain the benefits typically associated with EnerSys' Thin Plate Pure Lead Technology (long life, high energy density, superior shelf life, etc.), they also deliver exceptional cyclic

EnerSys
www.enersys.com
 Mark Coughlin
mark.coughlin@uk.enersys.com
 +44 (0) 1633 590321 Connect with Vendor

Cost

Quantity	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$/year)
1	549.00	549.00	5.00

Lifetime

throughput (kWh): 2,177.90 (-)

time (years): 15.00 (-)

More...

Sizing

HOMER Optimizer™
 Search Space

strings

0
1
2
3
4
5
6
7
8

Site Specific Input


String Size: 2 Voltage: 24 V

Initial State of Charge (%): 100.00 (-)

Minimum State of Charge (%): 65.00 (-)

Use minimum storage life (yrs): 5.00 (-) Maintenance Schedule...

Figura 16. Características y costo de las baterías.

CONVERTER  Pika Grid-Tie Hybrid X3001 Name: Pika Grid-Tie Hybri Remove Copy to Library ?

Complete Catalog Abbreviation: PikaX3C

Properties

Name: Pika Grid-Tie Hybrid X3001
 Abbreviation: PikaX3001

[Data Sheet for X3001](#)

Notes:
Pika Grid-Tie Hybrid Inverter is grid-following or for use with AC-coupled off-grid systems.
Bi-directional inverter, which converts

Pika Energy

Costs

Capacity (kW)	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$/year)
1	\$1,098.00	\$1,098.00	\$10.00

Click here to add new item

Multiplier: (-) (-) (-)

Capacity Optimization

HOMER Optimizer™
 Search Space

Size (kW)

0
3
6

Inverter Input

Lifetime (years): 5.00 (-)

Efficiency (%): 96.00 (-)

Parallel with AC Generator?

Rectifier Input

Relative Capacity (%): 100.00 (-)

Efficiency (%): 96.00 (-)

Figura 17. Características y costo del inversor.

Por otro lado, se cargó la demanda eléctrica anual hora por hora (Figura 18), teniendo en cuenta que se presentaron dos perfiles de consumo, uno para la estación de primavera-verano y otro para otoño-invierno y considerando una variación diaria del 10%.

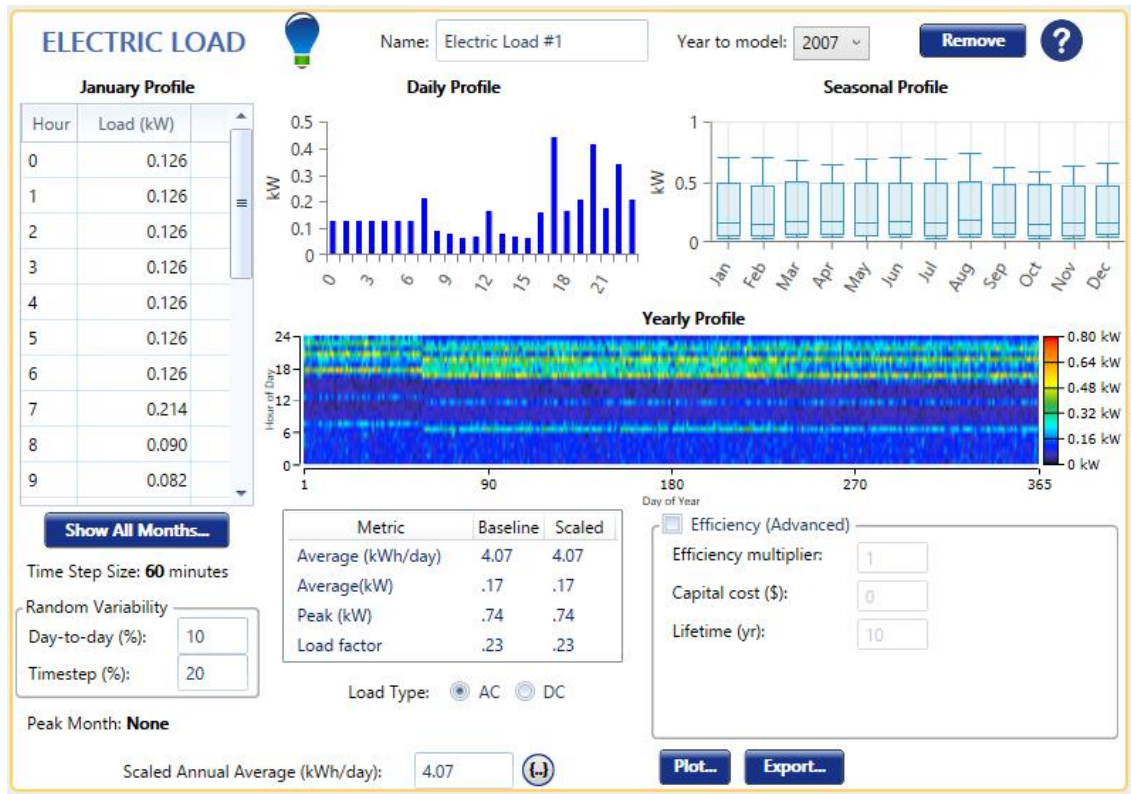


Figura 18. Demanda eléctrica en kW. En el gráfico de barras se presenta el consumo diario mientras que en el diagrama de cajas y bigotes se puede observar el consumo estacional.

Resultados de la simulación

La simulación realizada por el software (Figura 19) dio como resultado 9 opciones de arreglos entre los distintos componentes. Sin embargo, solo 3 de ellas presentan tanto energía solar como eólica para el abastecimiento, por lo que se analizarán las mismas de acuerdo al objetivo planteado inicialmente.

Architecture							Cost			
	PV (kW)	Aeolos-V1kW	Gen (kW)	PowerSafe SBS 150F (#)	PikaX3001 (kW)	NPC (\$)	LCOE (\$/kWh)	Operating cost (\$/yr)	CAPEX (\$)	
	4.80		0.820	4	3.00	\$17,039	\$0.887	\$824.96	\$6,374	
	11.2			6	3.00	\$17,146	\$0.894	\$747.44	\$7,484	
	1.60	1	0.820	2	3.00	\$19,010	\$0.990	\$848.83	\$8,037	
		1	0.820	2	3.00	\$19,375	\$1.01	\$886.29	\$7,917	
	3.20	1		4	3.00	\$20,199	\$1.05	\$882.80	\$8,787	
		1		8	3.00	\$22,912	\$1.19	\$941.30	\$10,743	
	6.40	1	0.820		3.00	\$24,133	\$1.26	\$1,302	\$7,298	
	12.8		0.820		3.00	\$25,206	\$1.31	\$1,580	\$4,777	
		1	0.820		3.00	\$25,448	\$1.33	\$1,441	\$6,819	

Figura 19. Resultados obtenidos a partir de la simulación de Homer 3.18.1

Opción 1

Es la alternativa más económica presentando un aerogenerador, un inversor, un regulador, 2 paneles fotovoltaicos, 2 strings de baterías colocadas en paralelo y un generador diésel para abastecer la demanda energética anual. En la figura 20 se observa que el 95,9% de la energía proviene de los sistemas renovables, presentando un exceso de electricidad de 5,515 kW al año y un 0% de carga eléctrica insatisfecha.

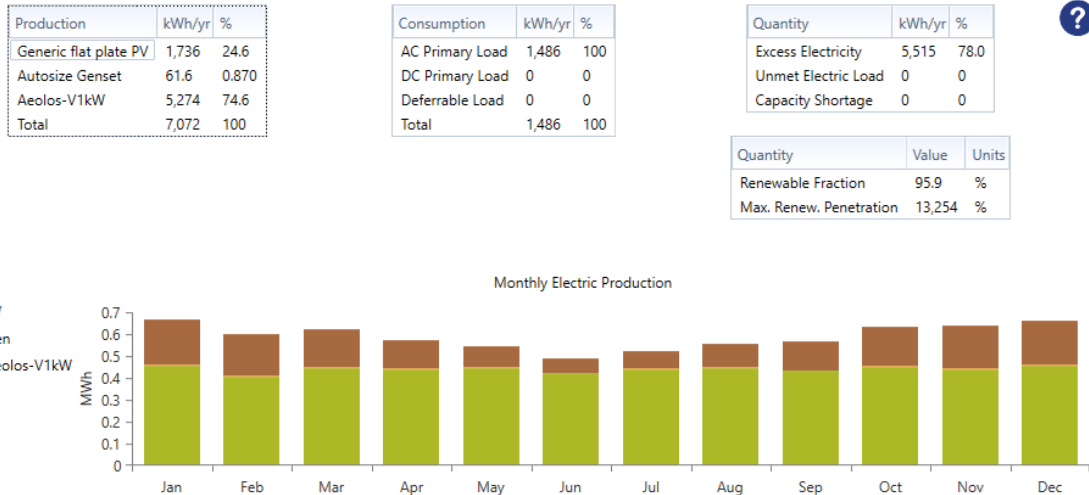


Figura 20. Producción eléctrica mensual. En marrón se presenta el abastecimiento por energía fotovoltaica. En verde la generación de energía por el aerogenerador y en naranja la abastecida por el generador diésel.

El costo total del sistema dimensionado asciende a U\$D 19,010.06 (Figura 21). Actualmente el costo de 1 U\$D es de \$901.5, por lo que la inversión a realizar debe ser de \$17,137,569.

Component	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$)	Fuel (\$)	Salvage (\$)	Total (\$)
▶ Aeolos-V1kW	\$3,000.00	\$956.42	\$2,476.68	\$0.00	(\$529.42)	\$5,903.68
▶ Autosize Genset	\$468.06	\$0.00	\$24.49	\$270.75	(\$97.69)	\$665.61
▶ EnerSys PowerSafe SBS 150F	\$1,098.00	\$465.85	\$129.28	\$0.00	(\$87.68)	\$1,605.45
▶ Generic flat plate PV	\$119.80	\$0.00	\$129.28	\$0.00	\$0.00	\$249.08
▶ HOMER Cycle Charging	\$57.00	\$0.00	\$64.64	\$0.00	\$0.00	\$121.64
▶ Pika Grid-Tie Hybrid X3001	\$3,294.00	\$6,782.78	\$387.83	\$0.00	\$0.00	\$10,464.60
System	\$8,036.86	\$8,205.05	\$3,212.18	\$270.75	(\$714.79)	\$19,010.06

Figura 21. Descomposición de los costos del sistema 1.

Opción 2

La siguiente alternativa está compuesta por 4 paneles fotovoltaicos, 1 aerogenerador, 4 strings de baterías conectadas en paralelo, un inversor y un regulador. En este caso el 100% de la energía producida proviene de alternativas renovables (Fig. 22) presentando un 0,08% de demanda eléctrica insatisfecha.

Production	kWh/yr	%
Generic flat plate PV	3,472	39.7
Aeolos-V1kW	5,274	60.3
Total	8,746	100

Consumption	kWh/yr	%
AC Primary Load	1,485	100
DC Primary Load	0	0
Deferrable Load	0	0
Total	1,485	100

Quantity	kWh/yr	%
Excess Electricity	7,192	82.2
Unmet Electric Load	0.950	0.0639
Capacity Shortage	1.32	0.0887

Quantity	Value	Units
Renewable Fraction	100	%
Max. Renew. Penetration	20,023	%

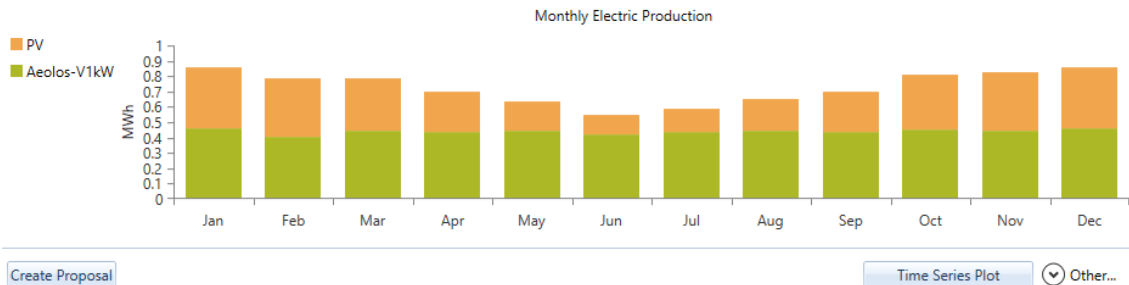


Figura 22. Producción eléctrica mensual. En naranja se presenta el abastecimiento por energía fotovoltaica, mientras que en verde el obtenido por energía eólica.

El costo total del sistema es de U\$D 20,198.97 (Fig. 23), lo que llevado a pesos argentinos queda en \$18,209,371.

Component	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$)	Fuel (\$)	Salvage (\$)	Total (\$)
▶ Aeolos-V1kW	\$3,000.00	\$956.42	\$2,476.68	\$0.00	(\$529.42)	\$5,903.68
▶ EnerSys PowerSafe SBS 150F	\$2,196.00	\$931.71	\$258.55	\$0.00	(\$175.36)	\$3,210.90
▶ Generic flat plate PV	\$239.60	\$0.00	\$258.55	\$0.00	\$0.00	\$498.15
▶ HOMER Cycle Charging	\$57.00	\$0.00	\$64.64	\$0.00	\$0.00	\$121.64
▶ Pika Grid-Tie Hybrid X3001	\$3,294.00	\$6,782.78	\$387.83	\$0.00	\$0.00	\$10,464.60
System	\$8,786.60	\$8,670.90	\$3,446.25	\$0.00	(\$704.78)	\$20,198.97

Figura 23. Costos del sistema 2.

Opción 3

La tercera opción presenta 8 paneles fotovoltaicos, 1 aerogenerador, un generador diésel, un inversor y un regulador. Esta alternativa no contiene baterías para almacenar la energía eléctrica generada. Se produce un 88,1% de exceso de electricidad y no presenta porcentaje de carga sin abastecer. Es el caso con menor fracción de energía producida por fuentes renovables (Fig. 24), alcanzando solo el 57,1%, mientras que el resto de la demanda es abastecida por el generador diésel.

Production	kWh/yr	%
Generic flat plate PV	6,944	54.0
Autosize Genset	637	4.95
Aeolos-V1kW	5,274	41.0
Total	12,855	100

Consumption	kWh/yr	%
AC Primary Load	1,486	100
DC Primary Load	0	0
Deferrable Load	0	0
Total	1,486	100

Quantity	kWh/yr	%
Excess Electricity	11,329	88.1
Unmet Electric Load	0	0
Capacity Shortage	0	0

Quantity	Value	Units
Renewable Fraction	57.1	%
Max. Renew. Penetration	33,563	%

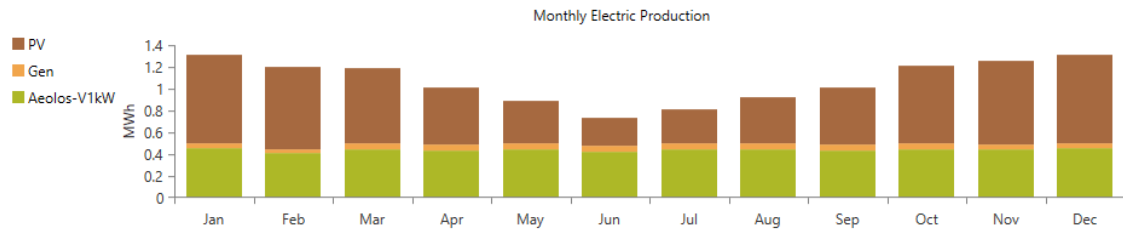


Figura 24. Producción eléctrica mensual. En naranja se presenta el abastecimiento por el generador diesel, en verde el obtenido por energía eólica y en marrón por energía fotovoltaica.

El costo de este sistema es de U\$D 24,132.88 (Fig. 25), cuya conversión en pesos es de \$27,755,791.

Component	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$)	Fuel (\$)	Salvage (\$)	Total (\$)
▶ Aeolos-V1kW	\$3,000.00	\$956.42	\$2,476.68	\$0.00	(\$529.42)	\$5,903.68
▶ Autosize Genset	\$468.06	\$955.52	\$941.65	\$4,288.72	(\$7.28)	\$6,646.66
▶ Generic flat plate PV	\$479.20	\$0.00	\$517.10	\$0.00	\$0.00	\$996.30
▶ HOMER Cycle Charging	\$57.00	\$0.00	\$64.64	\$0.00	\$0.00	\$121.64
▶ Pika Grid-Tie Hybrid X3001 System	\$3,294.00	\$6,782.78	\$387.83	\$0.00	\$0.00	\$10,464.60
Total	\$7,298.26	\$8,694.72	\$4,387.90	\$4,288.72	(\$536.71)	\$24,132.88

Figura 25. Costos del tercer modelo.

En la tabla 9 se presentan una comparación de los resultados a modo de resumen. Se incluye el costo neto, que abarca

	Opción 1	Opción 2	Opción 3
% de fracción renovable	95.9	100	57.1
% de exceso de electricidad	78	82.2	88.1
% de carga sin abastecer	0	0.08	0
% Energía Solar	24.6	39.7	54
% Energía Eólica	74.6	60.3	41
% Energía no Renovable	0.87	0	4.95
Costo (\$)	17,137,569	18,209,371	27,755,791

Conclusiones

A partir del análisis de la demanda energética, se diseñó un sistema de energías renovables para abastecer una vivienda de seis ambientes en la localidad de Gobernador Gregores, utilizando aerogeneradores y paneles fotovoltaicos.

El análisis inicial con planillas de Excel mostró que se necesitan 1 aerogenerador, 16 paneles solares, 18 baterías, 1 inversor y 1 regulador, con un costo total de \$18,934,059.

Posteriormente, se cargaron los datos de demanda y de los artefactos en el simulador HOMER para refinar los cálculos, obteniendo tres configuraciones posibles que combinan energía fotovoltaica y eólica.

La principal diferencia entre las opciones 1 y 2 radica en el uso del generador diésel. Aunque la opción 1 es más económica, la opción 2 no produce emisiones contaminantes y tiene costos operativos similares, lo que la hace preferible si se está dispuesto a invertir un poco más. La opción 3 no es factible debido a la ausencia de baterías, esto produce que se trate de una opción inestable y resulta imposible de llevar a la práctica.

La alternativa 2 requiere 1 aerogenerador, 4 paneles solares, 8 baterías, 1 inversor y 1 regulador, con un costo de \$18,209,371. Aunque el costo es similar al calculado con Excel, el simulador HOMER también considera los costos de mantenimiento, lo que hace que esta opción sea la más rentable en el largo plazo.

Anexo

Lugar	Artefacto	Potencia [W]	Cantidad	Horas del día																							
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Cocina comedor	Lámpara de techo	8	2						1.00	1.00	1.00	1.00	1.00							1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
	Heladera	200	1	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33		
	Pava eléctrica	2000	1						0.05					0.05						0.05							
	Horno microondas	800	1												0.02								0.02				
Habitacion 1	Televisor	90	1																	0.50	1.00						
	Lámpara de techo	8	1					1.00															1.00	1.00			
	Cargador de celular	5	2																				1.00	0.50			
Habitacion 2	Televisor	90	1																				1.00				
	Lámpara de techo	8	1					1.00															1.00	1.00			
	Cargador de celular	5	1																				1.00	0.50			
Habitación 3	Notebook	30	1																				1.00	0.50			
	Lámpara de techo	8	1					1.00															1.00	1.00			
	Cargador de celular	5	1																				1.00	0.50			
Baño	Lámpara de techo	8	1					1.00	1.00			0.16			0.33			0.16		0.16		0.50	0.50				
	Lavarropas	2500	1															0.75									
Living	Lámpara de techo	8	2																1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			
	Televisor	90	1																			1.00					
Patio	Lámpara exterior	30	2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00									1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
	Bomba elevadora	380	1															0.15			0.25	0.25					
Energía demandada por hora [KWh]				0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.27	0.15	0.08	0.08	0.08	0.17	0.08	0.07	0.07	0.12	1.94	0.26	0.30	0.43	0.18	0.34	0.21	0.13

Figura 1. Consumos energéticos en la temporada de otoño-invierno

Demanda diaria promedio: 4221,8 Wh.

