

TRABAJO FINAL

ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA - ENERGÍA EÓLICA

Simulación de un emprendimiento real en El Chaltén



Docentes: Ing. Jorge Lescano; Ing. Rafael Oliva; Ing. Patricio Triñanes Barrientos; Ing. Néstor Cortéz

Alumna: Jesabel Schön

Asignatura: Energías Renovables

Carrera: Ingeniería en Recursos Naturales Renovables

Año: 2023

Índice

Introducción	2
Materiales y Métodos	3
<i>Descripción del sitio de estudio</i>	<i>3</i>
<i>Datos de temperatura y velocidad del viento.....</i>	<i>3</i>
<i>Descripción del proyecto.....</i>	<i>4</i>
<i>Descripción de la simulación.....</i>	<i>5</i>
Resultados	6
<i>Demanda energética diaria</i>	<i>6</i>
<i>Aporte de energía solar fotovoltaica</i>	<i>8</i>
<i>Aporte de energía eólica.....</i>	<i>9</i>
<i>Uso del Software Homer</i>	<i>10</i>
Conclusiones.....	21
Bibliografía.....	22

Introducción

Desde siempre, el hombre ha utilizado las fuentes de energía a su alcance para hacer un trabajo o para obtener calor. De entre las distintas fuentes de energía, las renovables son aquellas que se producen de forma continua y son inagotables a escala humana.

El sol está en el origen de todas las energías renovables porque su calor provoca en la Tierra las diferencias de presión (las masas de aire atmosférico se desplazan desde las áreas de alta presión atmosférica hacia las de baja presión) que dan origen a los vientos, fuente de la energía eólica. El dispositivo que convierte la energía cinética del viento en energía eléctrica es el aerogenerador o generador eólico. (Merino, 2007). Un sistema de generación eólica se compone de las siguientes partes: generador eólico, torre, transmisión de energía, sistema de control, almacenamiento y conversión a 220 V.

El sol se aprovecha directamente en las energías solares, tanto en la térmica como en la fotovoltaica. Esta última consiste en transformar la radiación del sol en electricidad. Dicha transformación se lleva a cabo en los elementos semiconductores que integran los paneles solares fotovoltaicos. La electricidad puede ser utilizada en forma directa, almacenada en baterías, e incluso se puede inyectar en la red de distribución eléctrica (Merino, 2007). Una instalación solar fotovoltaica autónoma está compuesta por: módulo fotovoltaico, batería, inversor y regulador (Figura 1).

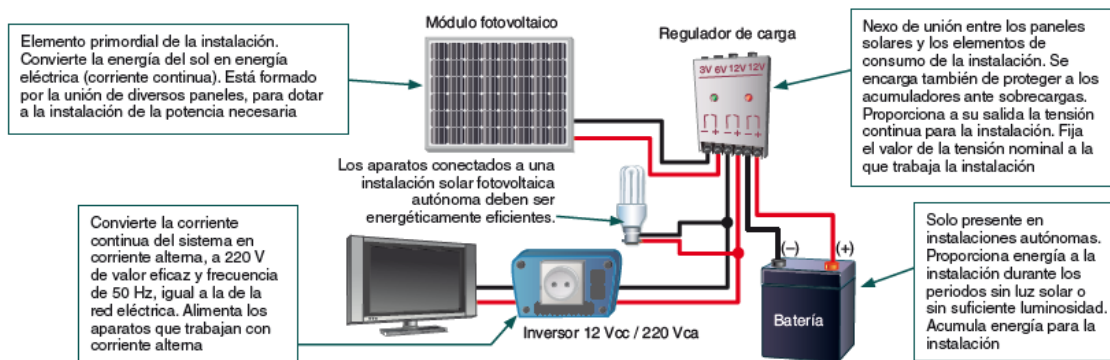


Figura 1. Componentes de una instalación solar fotovoltaica autónoma y sus funciones.

El objetivo de este trabajo es simular el abastecimiento energético de un emprendimiento hotelero ubicado en cercanías a la localidad de El Chaltén (Santa Cruz) mediante energía eólica y solar fotovoltaica (sistema híbrido).

Materiales y Métodos

Descripción del sitio de estudio

El sitio de estudio se ubica en el centro oeste de la provincia de Santa Cruz. La simulación se llevará a cabo en un hotel en construcción en cercanía al río de las Vueltas y la Ruta Provincial N° 23, a 18 km de la localidad de El Chaltén, Santa Cruz. Las coordenadas específicas del sitio son: 49°09'56,2" S 72°56'39,1" O a una altura de 445 m.s.n.m.



Figura 2. Ubicación del sitio de estudio. A la derecha se observa el río de las Vueltas y la ruta Provincial N° 23.

Se encuentra emplazado en el ambiente cordillerano, presenta un paisaje quebrado con fuertes pendientes y marcados gradientes altitudinales. Estas características se atenúan hacia el este a medida que se avanza hacia la zona extrandina (Villegas et al. 2004).

Las condiciones climáticas invernales son rigurosas, con nevadas y heladas, y contrastan con las altas temperaturas y larga duración de los días en verano (Quintana et al. 2003 en Vila et al. 2011). Los bosques están dominados por lenga (*Nothofagus pumilio*) y ñire (*Nothofagus antártica*).

El Chaltén es conocido mundialmente como la Capital Argentina del Trekking, por lo que recibe gran cantidad de turistas: estadounidenses, chinos, europeos, brasileros, entre otros. Tiene múltiples y variadas opciones para caminar, escalar, realizar excursiones o paseos.

Datos de temperatura y velocidad del viento

Los valores de temperatura y velocidad del viento del sitio fueron tomados de la página web de la NASA. Los paneles solares como se encontrarán a 2 metros aproximadamente, se solicitaron datos de la temperatura a esa altura (Tabla 1).

Respecto a la velocidad del viento, se tomaron datos a 10 metros de altura. Si bien la altura de la torre del aerogenerador es de 12 m, la corrección la hará el software HOMER utilizado posteriormente.

	En	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura (°C)	6,53	6,64	4,94	2,35	-0,76	-3,61	-4,10	-2,80	-0,17	2,13	3,92	5,60	1,73
Velocidad del viento (m/s)	8,06	7,00	6,62	6,74	5,51	5,09	5,36	5,80	6,20	7,25	7,97	7,95	6,63

Tabla 1. Temperatura (°C) medida a 2 metros de altura y velocidad del viento (m/s) medida a 10 m de altura de El Chaltén. Fuente: https://power.larc.nasa.gov/data_access_viewer/

Descripción del proyecto

El hotel se encuentra en construcción y contará con cocina, comedor amplio (con baño), sala de estar, cinco habitaciones dobles con baño privado y tres habitaciones simples para el personal (también con baño privado). La temporada ocurrirá entre mediados de Octubre a mediados de Abril. El resto del año el emplazamiento permanecerá cerrado sin gastos de energía.

A la temporada se la puede dividir en temporada alta (Dic-Feb) y temporada baja (mitad Oct, Nov, Mar, mitad Abr). En temporada baja la ocupación será del 50%. En temporada alta el desayuno del hotel se servirá entre las 6 y 9 am mientras que en temporada baja de 7 a 9 am. El almuerzo no se hará ya que los turistas se llevarán viandas a sus caminatas volviendo al hotel alrededor de las 20 hs. La cena será entre las 20:30 y 22:30 hs en temporada alta y entre las 21:00 y 22:00 hs en temporada baja.

A continuación se detallan los ambientes del hotel y los artefactos en cada uno de ellos.

Ambiente	Artefacto	Potencia [W]	Cantidad
Habitaciones (8)	Lámpara techo	15	8
	Velador	11	13
	Cargador	5	13
Baños (9)	Lámpara techo	15	9
Cocina*	Lámpara techo	15	2
	Cámara de frío	370	1
Comedor	Lámpara techo	15	3
Sala de estar	Lámpara techo	15	4
	TV 40´	100	1
	Computadora de escritorio	150	1
Patio trasero	Lámparas	20	2
	Bomba elevadora	370	1
Jardín en frente	Lámparas	20	2

*La heladera de la cocina funciona a gas.

Tabla 2. Descripción y cantidad de artefactos en el hotel y exterior.

Para estimar los consumos energéticos diarios se tuvo en cuenta la hora de salida y puesta del Sol, calculadas en la Parte Energía Solar Térmica.

Mes	Hora solar salida	Hora solar puesta
Oct	5:13	18:47
Nov	4:25	19:35
Dic	4:02	19:58
En	4:15	19:45
Feb	4:58	19:02
Mar	5:50	18:10
Abr	6:46	17:14

Tabla 3. Hora de salida y puesta del Sol de Octubre a Abril de El Chaltén.

En la cocina y comedor, a la hora del desayuno, las lámparas de techo se prenderán a las 5:00 hasta las 7:00 am. Después de esa hora, la iluminación de esos ambientes será por luz natural. Cabe aclarar que el diseño del hotel permite el mayor ingreso de luz natural.

Descripción de la simulación

La predicción fue realizada mediante Planillas Excel, brindadas por la cátedra y utilizadas en varios ejercicios durante la cursada. Se ingresaron los datos de la Tabla 2 para estimar la demanda energética diaria del emplazamiento. Dicha necesidad energética será abastecida por paneles solares (50%) y aerogeneradores (50%).

El Software HOMER, permitió una simulación más precisa ya que contempla mayor cantidad de datos. Realiza una evaluación técnico- económica de las posibles configuraciones.

Resultados

Demanda energética diaria

La necesidad energética del hotel fue analizada en dos temporadas: alta y baja. En la temporada alta el porcentaje de ocupación es del 100%, por lo que demandará más consumo de energía respecto a la temporada baja. Las habitaciones estarán todas ocupadas y la amplitud horaria del desayuno y cena será mayor. La demanda diaria promedio, según la Planilla Excel "Cálculo de un sistema fotovoltaico" Hoja "Perfil de consumo", es de 5552 Wh, mientras que en la temporada baja es de 5201 Wh (Tabla 4).

Temporada Alta (Dic, Ene, Feb)		Temporada Baja (Oct, Nov, Mar, Abr)	
Hora	Energía (kWh)	Hora	Energía (kWh)
1	0,191	1	0,191
2	0,191	2	0,191
3	0,191	3	0,191
4	0,191	4	0,191
5	0,429	5	0,191
6	0,451	6	0,451
7	0,268	7	0,430
8	0,174	8	0,152
9	0,111	9	0,111
10	0,111	10	0,111
11	0,111	11	0,111
12	0,111	12	0,111
13	0,111	13	0,111
14	0,111	14	0,111
15	0,111	15	0,111
16	0,111	16	0,111
17	0,111	17	0,111
18	0,111	18	0,111
19	0,111	19	0,111
20	0,481	20	0,451
21	0,749	21	0,660
22	0,546	22	0,463
23	0,279	23	0,228
24	0,191	24	0,191
5552,25 Wh		5201 Wh	

Tabla 4. Demanda de energía diaria para las dos temporadas.

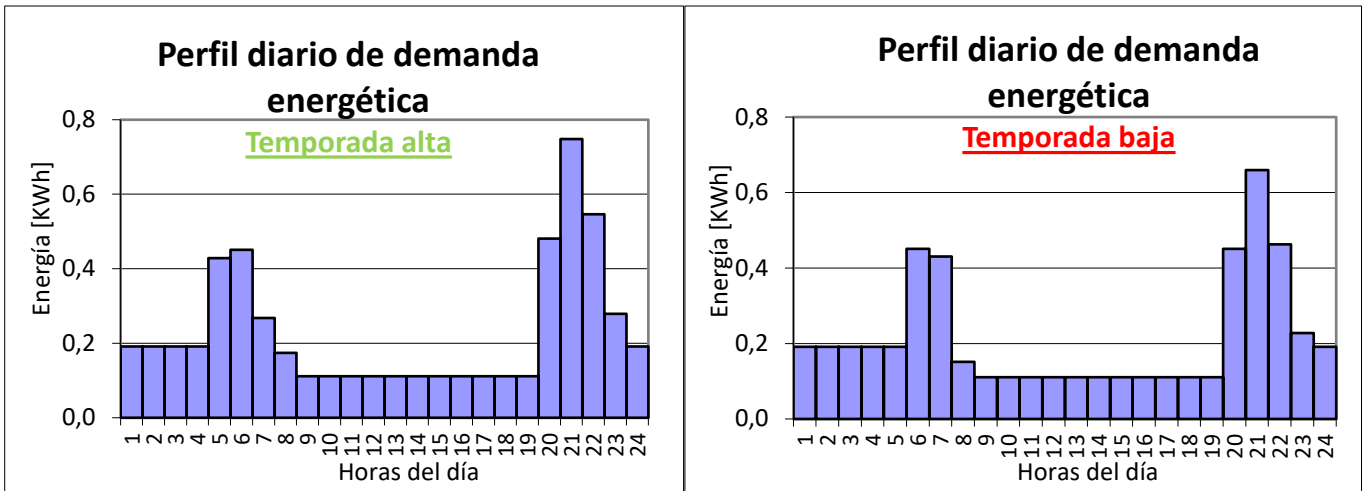


Tabla 5. Perfil diario de demanda energética para dos temporadas.

A continuación se detalla el consumo de energía diario para la temporada alta según la Planilla Excel “Planilla eólica baja potencia” Hoja “Energía”.

Ambiente	Artefacto	Cantidad	Potencia [W]	Potencia total [W]	Factor de pico	Pico de Pot. Peor caso [W]	Horas Uso/día	Energía [Wh]
Dormitorios (8)	Lámpara techo	8	15	120	1,0	120	0,5	60,0
	Veladores	13	11	143	1,0	143	0,8	107,3
	Cargadores	13	5	65	1,0	65	2,0	130,0
Baños (9)	Lámpara techo	9	15	135	1,0	135	1,0	135,0
Cocina	Lámpara techo	2	15	30	1,0	30	6,0	180,0
	Cámara de frío	1	370	370	1,5	555	7,2	2664,0
Comedor	Lámpara techo	3	15	45	1,0	45	5,0	225,0
Sala de estar	Lámpara techo	4	15	60	1,0	60	2,6	156,0
	TV	1	100	100	1,0	100	0,8	80,0
	Computadora	1	150	150	1,5	225	1,3	195,0
Patio trasero	Lámparas	2	20	40	1,0	40	11,0	440,0
	Bomba elevadora	1	370	370	1,5	555	2,0	740,0
Jardín en frente	Lámparas	2	20	40	1,0	40	11,0	440,0
TOTAL				1668,0		2113,0		5552,25

Tabla 6. Detalle del consumo de energía por día de cada artefacto en los diferentes ambientes del hotel.

Según los consumos detallados se demandaría una producción de energía de 166.567,5 Wh/mes (166,57 kWh/mes) o 1998, 81 kWh/año.

El aerogenerador, para abastecer la mitad de la energía anual (999,4 kWh/año), se deberá instalar en una zona en la que la velocidad del viento media anual sea igual o superior a 4,5 m/s aproximadamente según la Tabla 6. Para el caso de El Chaltén supera dicho valor, siendo 6,63 m/s (Ver Tabla 1).

Estimación Energía Anual Producida (EAP)	
PROMEDIO DE VELOCIDAD ANUAL DE VIENTO A LA ALTURA DEL EJE [M/S]	ENERGÍA ANUAL PRODUCIDA [KWH]
4	867
5	1658
6	2398
7	2990
8	3424
9	3713
10	3878
11	3942

Tabla 7. Velocidad media anual del viento (m/s) mínima según la energía anual producida (kWh). Fuente: INTI. Guía de divulgación. Generadores eólicos.

Aporte de energía solar fotovoltaica

El 50% de los requerimientos energéticos serán cubiertos por energía solar fotovoltaica mediante paneles solares. A continuación se detallan las características del sistema.

Panel	
PPP = Potencia Pico del Panel [W]	280
Voltaje nominal [Vmp]	32,3
Batería	
CAP = Capacidad [Ah]	220
VOLT = Tensión de cada Batería [V]	6
VOLT = Tensión del banco de Batería [V]	48
String mínimo, Baterías en serie	8
ND = Nivel de Descarga	0,35
T = Número de días sin generación	3
Eficiencia del sistema	
ER = Eficiencia del Regulador	0,95
EB = Eficiencia de las Baterías	0,85
EC = Eficiencia del Convertidor	0,95
FS = Factor de seguridad	1,15

Tabla 8. Descripción de paneles y baterías a utilizar y eficiencia del sistema.

Los datos de la Tabla 8 se cargaron en la Hoja "Planilla" para calcular el número de paneles y baterías. Además, se utilizaron los valores de consumo energético (la mitad) para ambas temporadas y las horas picos solares (HPS) que fueron calculadas previamente mediante Solver (complemento de Excel) de manera estacional. Se utilizarán 6 paneles y 20 baterías para cubrir el 50% de las necesidades energéticas.

Mes	HPS	Consumo energético	Eficiencia sistema	N° Paneles	N° Baterías
Oct	3,3	2600,5	0,77	4,3	17,8
Nov	3,7	2600,5	0,77	3,8	17,8
Dic	4	2776,1	0,77	3,7	19

En	4	2776,1	0,77	3,8	19
Feb	3,7	2776,1	0,77	4	19
Mar	2,9	2600,5	0,77	4,8	17,8
Abr	2,4	2600,5	0,77	5,7	17,8

Tabla 9. Número de paneles y baterías según las horas pico solares (HPS) y la mitad del consumo de energía de Octubre a Abril.

Aporte de energía eólica

El otro 50% de la demanda energética será aportada por energía eólica a través de aerogeneradores.

En las Planillas Baterías, Aerogenerador e Inversor se cargaron diferentes datos como: precios, tensiones, potencias, velocidad del viento, rendimientos, días sin viento, etc. a fin de determinar el número y las características de aerogeneradores, baterías e inversor. En las Tablas 10 y 11 se muestran dichos datos y los costos.

Resumen de Datos del Proyecto y Selecciones:			
Energía Diaria Demandada	2776,12	Wh	Planilla Energía
Baterías			
Modelo elegido:	Trojan T-105		Planilla Baterías
Capacidad Nominal Bat.	220	Ah	Planilla Baterías
Tensión Batería	6	V	Planilla Baterías
Tensión Trabajo CC	48	V	Planilla Baterías
Cantidad Bat. en SM	8	SM	Planilla Baterías
N° de Baterías Mínima Requerido:	16	Unidades	Planilla Baterías
Costo unitario	\$59.303	pesos	Planilla Baterías
Aerogenerador			
Cantidad de Aerogeneradores + Torre + Cableado:	1	Unidades	Planilla Aerogenerador
Distancia en Metros de Aerog. a Tablero:	50	metros	Planilla Aerogenerador
Costo unitario	\$576.000	pesos	Planilla Aerogenerador
Inversor			
Cantidad en Circuitos Separados	1	Unidades	Planilla Inversor
Potencia Nominal Requerida	834	W	Planilla Energía
Potencia Pico Requerida	1056,5	W	Planilla Energía
Modelo elegido:	QMAX 4048SP-C(cargador)		Planilla Inversor
Tensión Nominal:	48	V	Planilla Inversor
Potencia Nominal:	4000	V	Planilla Inversor
Potencia Pico:	12000	V	Planilla Inversor
Costo unitario	\$228.138	pesos	Planilla Inversor
Viento			
Velocidad media anual a 12 m de altura	8,35	m/s	Planilla Aerogenerador
Días sin Viento (de máx.)	2	días	Planilla Baterías
Días sin Viento (de mín.)	1	días	Planilla Baterías

Tabla 10. Resumen de datos del proyecto y selecciones.

Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio Total	IVA 21% incluido	\$ A Pagar c/IVA incl.
1	Aerogeneradores Eolux	\$576.000	\$576.000	\$120.960	\$696.960
1	Torres tipo reticulado 12m	\$210.000	\$210.000	\$44.100	\$254.100
1	Montajes-Cables-Bases	\$75.000	\$75.000	\$15.750	\$90.750
50	Mts Totales Cableado Exterior Sintenax	\$740	\$37.000	\$7.770	\$44.700
16	Baterías Trojan T-105	\$59.303	\$355.818	\$74.722	\$430.540
1	Inversor Qmax 4048sp-C(Cargador)	\$228.138	\$228.138	\$4.649	\$232.787
1	Fletes, Instalación y Gastos admin.	\$100.000	\$100.000	\$21.000	\$121.000
Total con Impuestos					\$1.870.837

Tabla 11. Costos de cada componente del sistema eólico.

Uso del Software Homer

El software de modelado para sistemas de energía renovable HOMER (Hybrid Optimization of Multiple Energy Resources) Pro es un simulador fuertemente orientado a aspectos económicos y de intercambio de potencia y energía en microrredes y redes eléctricas aisladas, que combinan aerogeneradores, paneles solares, almacenamiento, sistemas térmicos y otros componentes. El fuerte de este software es obtener combinaciones óptimas de componentes y simularlas a lo largo de un período anual, para decidir la versión más conveniente para un proyecto.

Para la utilización del programa se cargaron todos los datos del proyecto. En primer lugar, se localizó el sitio de estudio y se descargaron datos de temperatura y velocidad del viento, provistos por la NASA dentro del mismo software.

A continuación se muestran las capturas de pantalla de los datos cargados de cada componente en el programa y por último el modelo elegido y los datos que brinda el mismo.

Localización del Sitio de estudio

The screenshot shows the HOMER Pro Microgrid Analysis Tool interface. The 'LOAD' menu is highlighted in red. Below it, the 'Home' icon is also highlighted in red. The main window displays the 'DESIGN' tab with a map of El Chalten, Santa Cruz, Argentina, at coordinates 49°9.9'S, 72°56.4'W. A 'Location Search' button is highlighted in red at the bottom right of the map area.

Temperatura

The screenshot shows the 'TEMPERATURE RESOURCE' configuration screen in HOMER Pro. The 'RESOURCES' menu is highlighted in red. The 'Download From Internet...' button is also highlighted in red. The screen displays a table of monthly average temperatures and a corresponding bar chart.

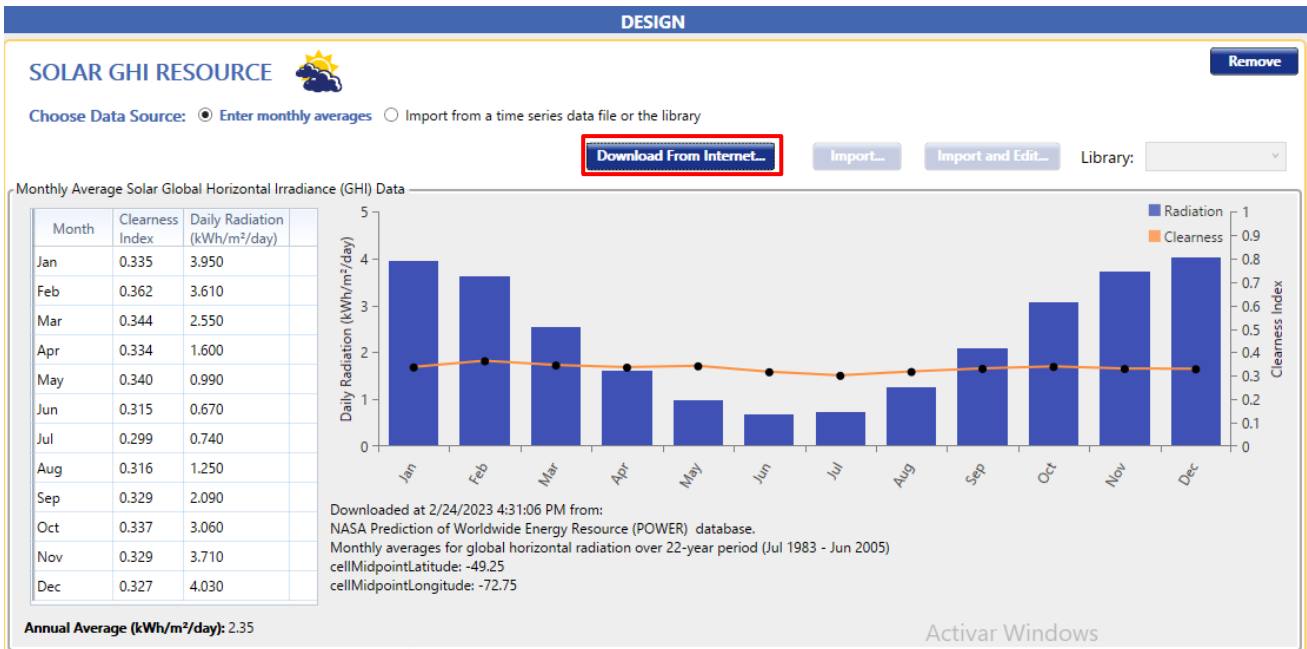
Month	Daily Temperature (°C)
Jan	6.530
Feb	6.640
Mar	4.940
Apr	2.350
May	-0.760
Jun	-3.610
Jul	-4.090
Aug	-2.750
Sep	-0.170
Oct	2.130
Nov	3.920

Annual Average (°C): 1.73

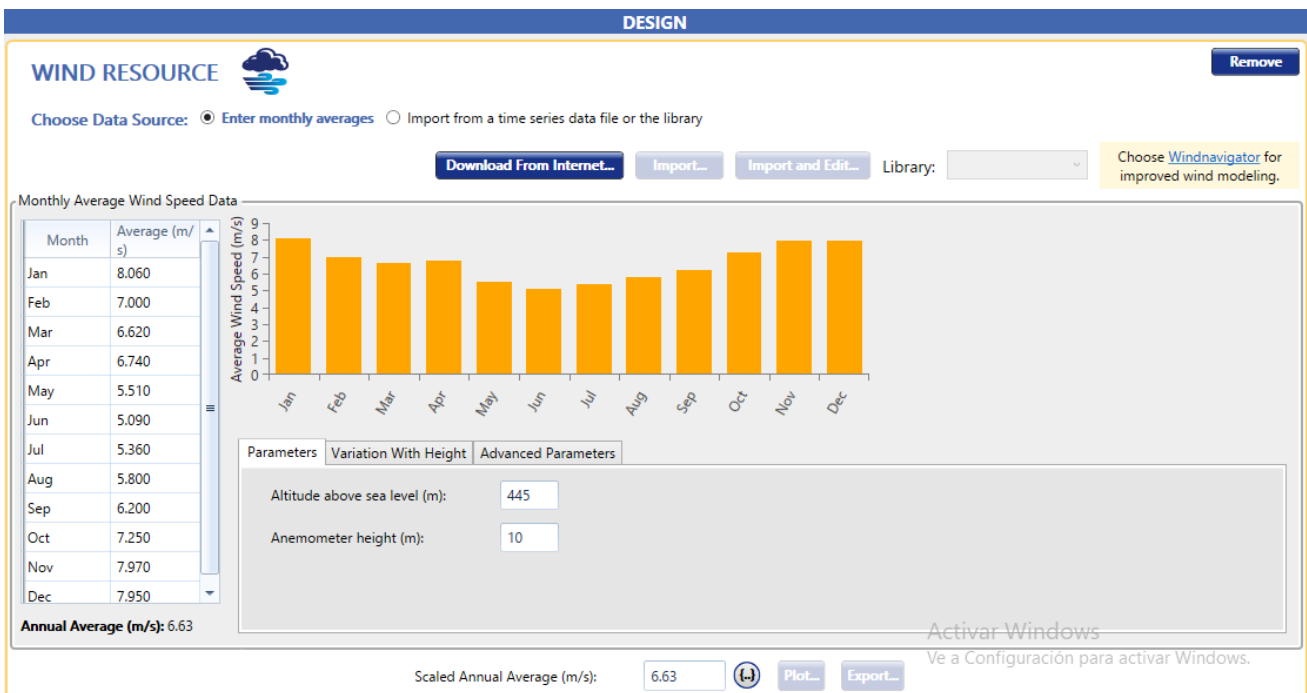
Scaled Annual Average (°C): 1.73

Downloaded at 12/16/2020 4:03:32 PM from:
 NASA Prediction of Worldwide Energy Resource (POWER) database.
 Monthly average air temperature over 30-year period (Jan 1984 – Dec 2013)
 cellMidpointLatitude: -49.25
 cellMidpointLongitude: -72.75

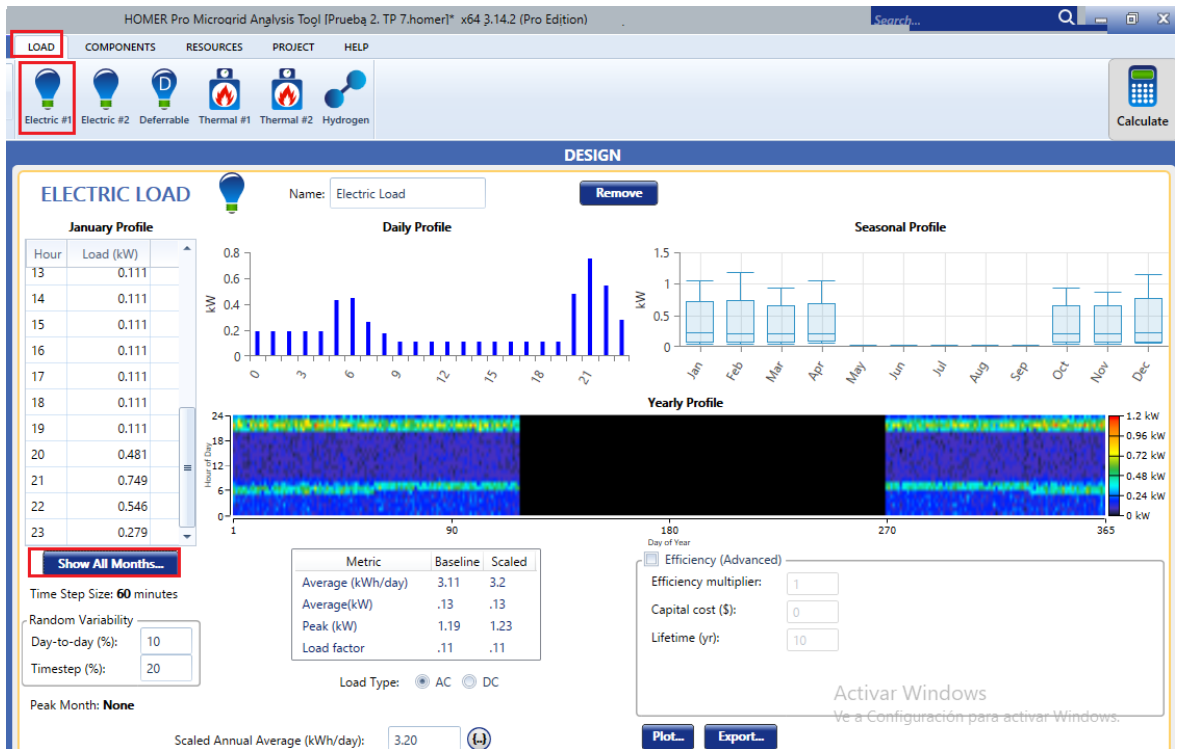
Recurso Solar



Velocidad del Viento



Consumo energético



Yearly Load Data

Hour	Weekdays					Weekends						
	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
0	0.191	0.191	0.191	0.191	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.191	0.191	0.191
1	0.191	0.191	0.191	0.191	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.191	0.191	0.191
2	0.191	0.191	0.191	0.191	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.191	0.191	0.191
3	0.191	0.191	0.191	0.191	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.191	0.191	0.191
4	0.191	0.191	0.191	0.191	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.191	0.191	0.191
5	0.429	0.429	0.191	0.191	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.191	0.191	0.429
6	0.451	0.451	0.451	0.451	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.451	0.451	0.451
7	0.268	0.268	0.430	0.430	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.430	0.430	0.268
8	0.174	0.174	0.152	0.152	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.152	0.152	0.174
9	0.111	0.111	0.111	0.111	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.111	0.111	0.111
10	0.111	0.111	0.111	0.111	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.111	0.111	0.111
11	0.111	0.111	0.111	0.111	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.111	0.111	0.111
12	0.111	0.111	0.111	0.111	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.111	0.111	0.111
13	0.111	0.111	0.111	0.111	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.111	0.111	0.111
14	0.111	0.111	0.111	0.111	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.111	0.111	0.111
15	0.111	0.111	0.111	0.111	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.111	0.111	0.111
16	0.111	0.111	0.111	0.111	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.111	0.111	0.111
17	0.111	0.111	0.111	0.111	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.111	0.111	0.111
18	0.111	0.111	0.111	0.111	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.111	0.111	0.111
19	0.111	0.111	0.111	0.111	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.111	0.111	0.111
20	0.481	0.481	0.451	0.451	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.451	0.451	0.481
21	0.749	0.749	0.660	0.660	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.660	0.660	0.749
22	0.546	0.546	0.463	0.463	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.463	0.463	0.546
23	0.279	0.279	0.228	0.228	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.228	0.228	0.279

Baterías

Name	Library	Manufacturer	Type	Chemistry	Model	Capacity (kWh)	Voltage (V)	Duration (hours)	Max discharge power (kW)
Trojan SIND 06 920	Pro Default	Trojan Battery Com	Battery	Lead Acid	Kinetic	5.706	6	3.2	1.8
Trojan SPRE 02 1255	Pro Default	Trojan Battery Com	Battery	Lead Acid	Kinetic	2.53	2	4.2	0.6
Trojan SPRE 06 225	Pro Default	Trojan Battery Com	Battery	Lead Acid	Kinetic	1.357	6	0.75	1.8
Trojan SPRE 06 415	Pro Default	Trojan Battery Com	Battery	Lead Acid	Kinetic	2.447	6	1.4	1.8
Trojan SPRE 12 225	Pro Default	Trojan Battery Com	Battery	Lead Acid	Kinetic	2.715	12	0.75	3.6
Trojan SSIG 06 235	Pro Default	Trojan Battery Com	Battery	Lead Acid	Kinetic	1.524	6	0.85	1.8
Trojan SSIG 06 255	Pro Default	Trojan Battery Com	Battery	Lead Acid	Kinetic	1.524	6	0.85	1.8
Trojan SSIG 06 290	Pro Default	Trojan Battery Com	Battery	Lead Acid	Kinetic	1.762	6	0.98	1.8
Trojan SSIG 06 375	Pro Default	Trojan Battery Com	Battery	Lead Acid	Kinetic	2.259	6	1.3	1.8
Trojan SSIG 06 405	Pro Default	Trojan Battery Com	Battery	Lead Acid	Kinetic	2.464	6	1.4	1.8
Trojan SSIG 06 475	Pro Default	Trojan Battery Com	Battery	Lead Acid	Kinetic	2.862	6	1.6	1.8
Trojan SSIG 06 490	Pro Default	Trojan Battery Com	Battery	Lead Acid	Kinetic	2.951	6	1.6	1.8
Trojan SSIG 12 120	Pro Default	Trojan Battery Com	Battery	Lead Acid	Kinetic	1.415	12	0.45	3.156
Trojan SSIG 12 145	Pro Default	Trojan Battery Com	Battery	Lead Acid	Kinetic	1.751	12	0.49	3.6
Trojan SSIG 12 170	Pro Default	Trojan Battery Com	Battery	Lead Acid	Kinetic	2.017	12	0.56	3.6
Trojan SSIG 12 230	Pro Default	Trojan Battery Com	Battery	Lead Acid	Kinetic	2.782	12	0.77	3.6
Trojan SSIG 12 255	Pro Default	Trojan Battery Com	Battery	Lead Acid	Kinetic	3.088	12	0.86	3.6
Trojan SSIG 12 95	Pro Default	Trojan Battery Com	Battery	Lead Acid	Kinetic	1.128	12	0.44	2.556
TS 48V (Single Module)	Pro Default	TESVOLT GmbH	Battery	Li-Ion NMC	Idealized	4.512	48	1	4.512
TS HV 70 (14 modules)- 67.2kWh	Pro Default	TESVOLT GmbH	Battery	Li-Ion NMC	Idealized	67.21	715	1	67.21
TS HV 70 (15 modules)- 72kWh	Pro Default	TESVOLT GmbH	Battery	Li-Ion NMC	Idealized	72.47	771	1	72.47
TS HV 70 (16 modules)- 76.8kWh	Pro Default	TESVOLT GmbH	Battery	Li-Ion NMC	Idealized	76.8	817	1	76.8
UET Reflex Product V7	Pro Default	UniEnergy Technolc	Battery	VRFB	ASM	78.85	528	4.6	17.28
ZincFive Z5 13-80	Pro Default	ZincFive, Inc.	Battery	NiZn	Idealized	17.5	50	1	17.5

DESIGN

Add/Remove Trojan SSIG 06 375

STORAGE

Name: Abbreviation:

Properties

Kinetic Battery Model

Nominal Voltage (V): 6
 Nominal Capacity (kWh): 2.26
 Maximum Capacity (Ah): 376
 Capacity Ratio: 0.568
 Rate Constant (1/hr): 0.265
 Roundtrip efficiency (%): 80
 Maximum Charge Current (A): 66
 Maximum Discharge Current (A): 300
 Maximum Charge Rate (A/Ah): 1

www.trojanbattery.com

Flooded lead-acid battery, Solar Signature Line

Trojan Battery Company

Cost

Quantity	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$/year)
1	309.00	309.00	5.00

Lifetime throughput (kWh): ⬇️ ⬆️ More...

Site Specific Input

String Size: Voltage: 48 V

Initial State of Charge (%): ⬇️ ⬆️

Minimum State of Charge (%): ⬇️ ⬆️

Minimum storage life (yrs): ⬇️ ⬆️

Sizing

HOMER Optimizer™

Search Space

#
0
1
2
3

Remove Copy To Library

Activar Windows Ve a Configuración para Maintenance Schedule...

Conversor

Find Converter Component

Name	Library	Manufacturer	Capacity (kW)	Inverter Efficiency (%)	Rectifier Efficiency (%)	Rectifier Relative Capacity (%)	Lifetime (years)	Parallel with Generator
Studer AJ 1000-12	Pro Default	Studer Innotec SA	1	93	93	100	10	yes
Studer AJ 1300-24	Pro Default	Studer Innotec SA	1	94	94	100	10	yes
Studer AJ 2100-12	Pro Default	Studer Innotec SA	2	92	92	100	10	yes
Studer AJ 2400-24	Pro Default	Studer Innotec SA	2	94	94	100	10	yes
Studer AJ 275-12	Pro Default	Studer Innotec SA	0	93	93	100	10	yes
Studer AJ 350-24	Pro Default	Studer Innotec SA	0	94	94	100	10	yes
Studer AJ 400-48	Pro Default	Studer Innotec SA	0	94	94	100	10	yes
Studer AJ 500-12	Pro Default	Studer Innotec SA	1	93	93	100	10	yes
Studer AJ 600-24	Pro Default	Studer Innotec SA	1	94	94	100	10	yes
Studer AJ 700-48	Pro Default	Studer Innotec SA	1	94	94	100	10	yes

Include CEC Library OK Cancel

Studer AJ 1000-12

Name: Studer AJ 1000-12

Abbreviation: AJ 1000

Remove

Copy To Library

Properties

Name: **Studer AJ 1000-12**

Abbreviation: **AJ 1000-12**

<https://www.studer-innotec.com/en/technical-data>

Notes:

- *Swiss manufacturer of high quality power electronics
- AJ 1000-12**
- Battery nominal voltage : 12Vdc**
- Extraordinary overload capacity:**

Studer Innotec SA

<https://www.studer-innotec.com/en/>

Pablo Muñoz

Pablo.Munoz@studer-innotec.com

0041 27 205 60 80

Costs

Capacity (kW)	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$/year)
1	\$297.00	\$297.00	\$10.00

Click here to add new item

Multiplier:

Capacity Optimization

HOMER Optimizer™

Search Space

Advanced

Inverter Input

Lifetime (years):

Efficiency (%):

Parallel with AC generator?

Rectifier Input

Relative Capacity (%):

Efficiency (%):

Panel solar

Find PV Component

Name	Library	Manufacturer	Capacity (kW)	CPV	Derating factor (%)	Lifetime (years)	Consider temperature effect	Temperature effect on power (%/C)	NOCT (C)	Efficiency (%)	Includes dedicated converter	Dedicated converter capacity (kW)	Dedicated converter efficiency (%)
Concentrating PV	Pro Default	Generic	1	yes	90	20	no				no		
Enphase IQ6plus with Generic PV	Pro Default	Enphase	0.275	no	96	25	yes	-0.41	45	17.3	yes	0	97
Enphase S280 with Generic PV	Pro Default	Enphase	0.275	no	96	25	yes	-0.41	45	17.3	yes	0	97
First Solar Series 4-107	Pro Default	First Solar	0.108	no	88	25	yes	-0.34	45	14.9	no		
Fronius Galvo 3.1-1 with Generic PV	Pro Default	Fronius	2.48	no	96	25	yes	-0.41	45	17.3	yes	2	96
Fronius Primo 8.2-1 with Generic PV	Pro Default	Fronius	8.25	no	96	25	yes	-0.41	45	17.3	yes	8	97
Fronius Symo 20.0-3-M with Generic PV	Pro Default	Fronius	20	no	96	25	yes	-0.41	45	17.3	yes	20	98
Fronius Symo 24.0-3-M with Generic PV	Pro Default	Fronius	24	no	96	25	yes	-0.41	45	17.3	yes	24	98
Fronius Symo 4.5-3-S with Generic PV	Pro Default	Fronius	4.4	no	96	25	yes	-0.41	45	17.3	yes	4	98
Fronius Symo 8.2-3-M with Generic PV	Pro Default	Fronius	8.2	no	96	25	yes	-0.41	45	17.3	yes	8	98
Generic flat plate PV	Pro Default	Generic	1	no	80	25	no				no		
Hanwha Q.plus BFR-G4.1	Pro Default	Hanwha Q CELLS	0.28	no	88	25	yes	-0.4	45	16.8	no		
Huawei SUN 2000 25kW with Generic PV	Pro Default	Huawei	25	no	96	25	yes	-0.41	45	17.3	yes	25	98
Huawei SUN2000 30kW with Generic PV	Pro Default	Huawei	30	no	96	25	yes	-0.41	45	17.3	yes	30	99
Ingeteam (1164kVA) with Generic PV	Pro Default	Ingeteam	1.16E+03	no	96	25	yes	-0.41	45	17.3	yes	1,164	99
JA Jam6 60-270	Pro Default	JA Solar	0.27	no	88	25	yes	-0.41	45	16.5	no		
JA JAM6(K) 48-235	Pro Default	JA Solar	0.235	no	88	25	yes	-0.41	45	17.9	no		
Jinko Eagle PERC60 300W	Pro Default	Jinko Solar	0.3	no	88	25	yes	-0.39	45	18.3	no		
Jinko JKM275-60	Pro Default	Jinko Solar	0.275	no	88	25	yes	-0.41	45	16.8	no		
KEHUA France KF-C2X40K with Generic PV	Pro Default	KEHUA France	0.29	no	88	10	no				yes	80	99
KEHUA France KF-SPI10K-B with Generic PV	Pro Default	KEHUA France	0.29	no	88	10	no				yes	10	99
KEHUA France KF-SPI125K-B-H with Generic PV	Pro Default	KEHUA France	0.29	no	88	10	no				yes	125	99
KEHUA France KF-SPI12K-B with Generic PV	Pro Default	KEHUA France	0.29	no	88	10	no				yes	12	99
KEHUA France KF-SPI1500-B2 with Generic PV	Pro Default	KEHUA France	0.29	no	88	10	no				yes		98

HOMER Pro Microgrid Analysis Tool [Prueba 2. TP 7.homer]* x64 3.14.2 (Pro Edition)

LOAD COMPONENTS RESOURCES PROJECT HELP

Controller Generator PV Wind Turbine Storage Converter Custom Boiler Hydro Reformer Electrolyzer Hydrogen Tank Hydrokinetic Grid Thermal Load Controller

DESIGN

Add/Remove Hanwha Q.plus BFR-G4.1

PV Name: Hanwha Q.plus BFR-G4.1 Abbreviation: Hanw280

Remove Copy To Library

Properties

Name: Hanwha Q.plus BFR-G4.1
 Abbreviation: Hanw280
 Panel Type: Flat plate
 Rated Capacity (kW): 3.36
 Temperature Coefficient: -0.40
 Operating Temperature (°C): 45.0
 Efficiency (%): 16.8
 Manufacturer: Hanwha Q CELLS
[Data Sheet for Q.Plus BFR-G4.1](#)
 Notes:
 Hanwha's Q.PLUS BFR-G4.1 module series can range in max power output from 270-280W

Cost

Capacity (kW): 0.28
 Capital (\$): 175.00
 Replacement (\$): 175.00
 O&M (\$/year): 5.00
 Lifetime: time (years): 25.00

Sizing

HOMER Optimizer™
 Search Space

kW
 0
 0.56
 1.12
 1.68
 2.24
 2.8

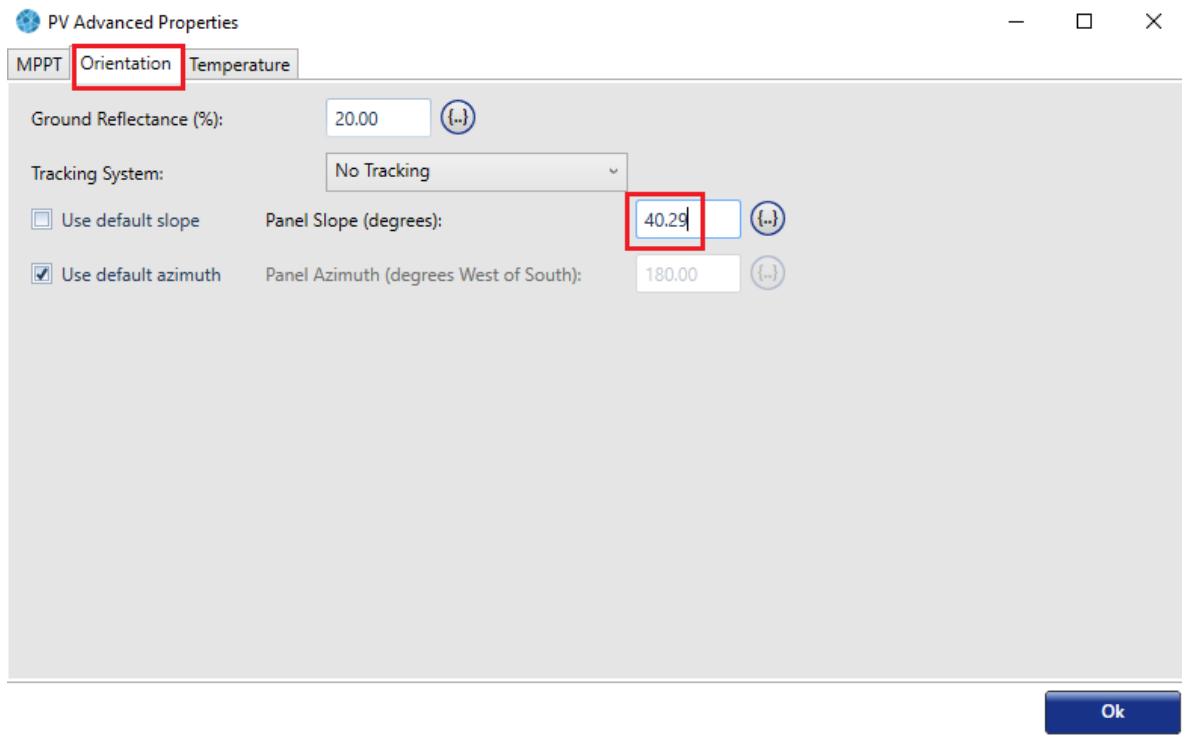
Site Specific Input

Derating Factor (%): 88.00

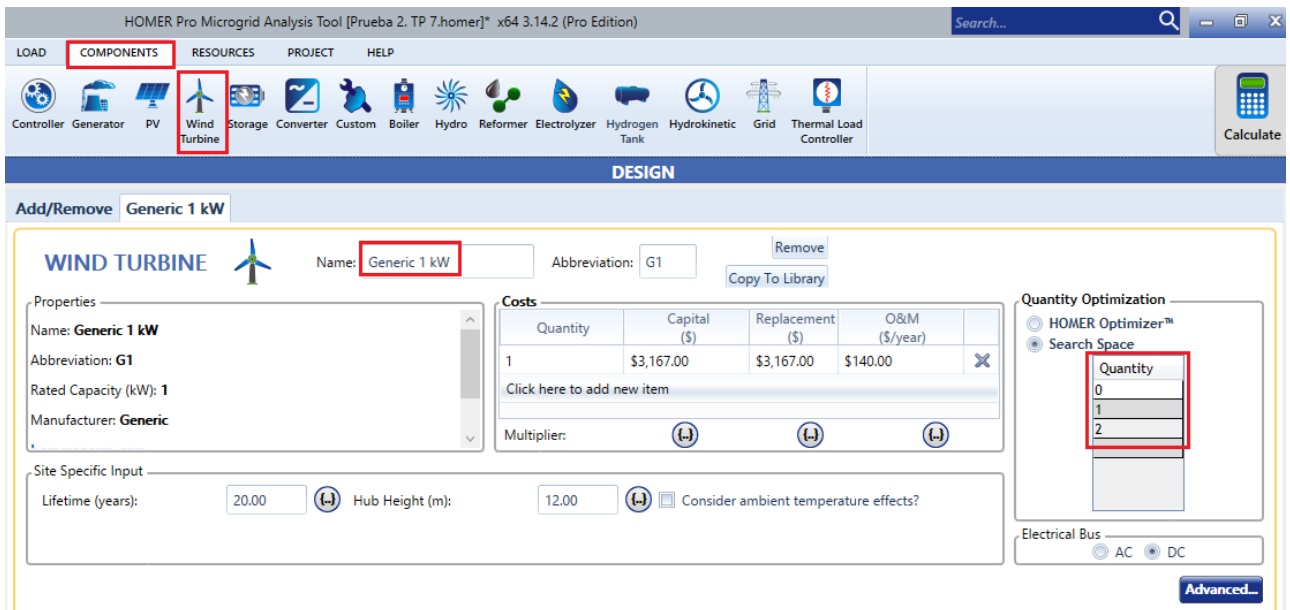
Electrical Bus
 AC DC

Advanced...

El ángulo de inclinación óptimo del panel solar fue calculado mediante Solver.



Aerogenerator



Generador

LOAD **COMPONENTS** RESOURCES PROJECT HELP

Controller **Generator** PV Wind Turbine Storage Converter Custom Boiler Hydro Reformer Electrolyzer Hydrogen Tank Hydrokinetic Grid Thermal Load Controller Calculate

DESIGN

Add/Remove Generic Small Genset (size-your-own)

GENERATOR Name: Generic Small Genset (size) Abbreviation: Gen50 Remove Copy To Library

Properties
 Name: Generic Small Genset (size-your-own)
 Abbreviation: Gen50
 Manufacturer: Generic
www.homerenergy.com
 Notes:

Costs

Capacity (kW)	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$/op. hr)
1	\$500.00	\$500.00	\$0.030

Click here to add new item

Multiplier: [-] [-] [-]

Site Specific Input

Minimum Load Ratio (%): 25.00 [-] CHP Heat Recovery Ratio (%): 0.00 [-] Lifetime (Hours): 15,000.00 [-]
 Minimum Runtime (Minutes): 0.00 [-] Diesel Fuel Price (\$/L): 1.000 [-] Initial Hours: 0.00

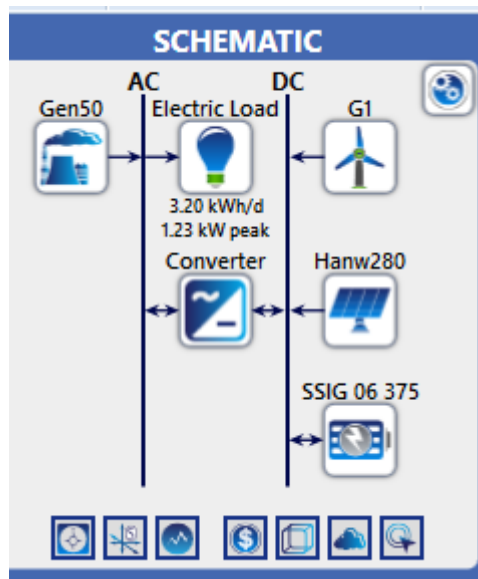
Sizing

Size (kW)
0
1
2

Electrical Bus
 AC DC

Advanced

Esquema del sistema



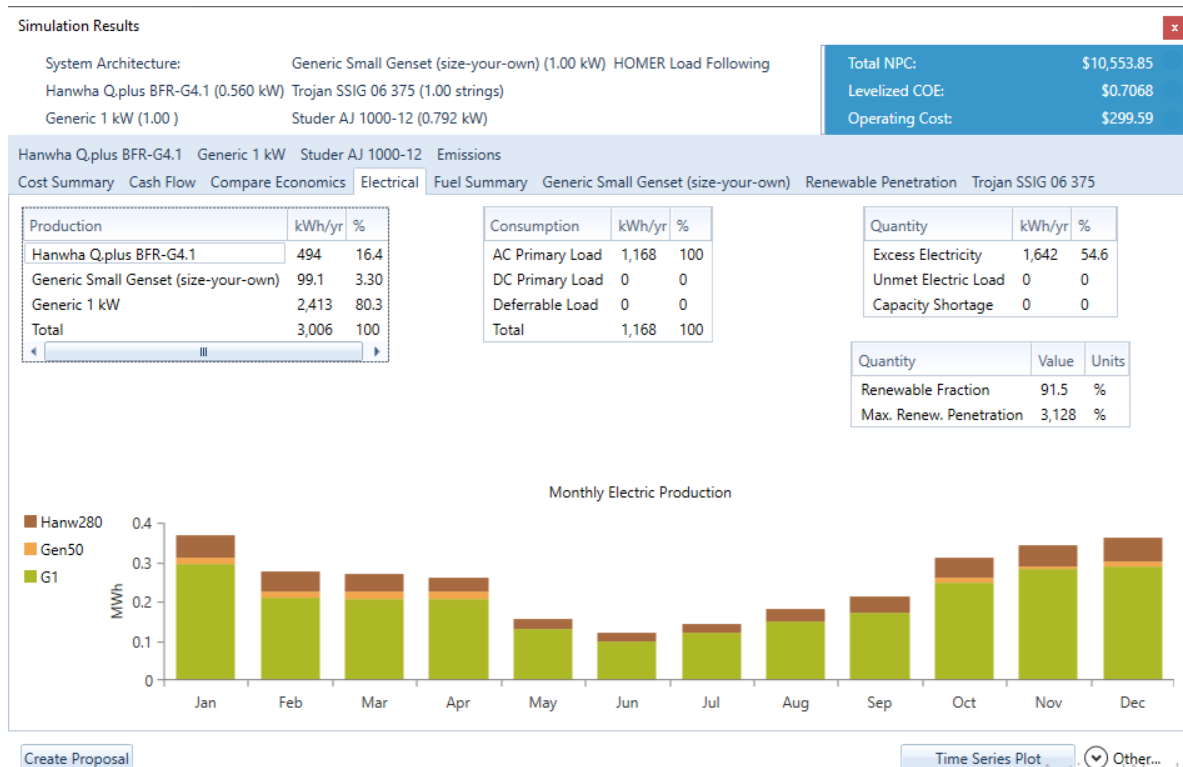
Resultados

Architecture								Cost				System			Gen50		
Hanw280 (kW)	G1	Gen50 (kW)	SSIG 06 375	AJ 1000-12 (kW)	Dispatch	NPC (\$)	COE (\$)	Operating cost (\$/yr)	Initial capital (\$)	Ren Frac (%)	Total Fuel (L/yr)	Hours	Production (kWh)	Fuel (L)	O&M Co (\$/yr)		
1.68		1.00	8	0.438	LF	\$8,131	\$0,545	\$311.29	\$4,152	54.3	181	1,075	533	181	32.3		
3.36			16	1.16	CC	\$9,857	\$0,690	\$193.20	\$7,387	100	0						
0.560	1		8	1.03	CC	\$9,947	\$0,693	\$285.64	\$6,295	100	0						
0.560	1	1.00	8	0.708	LF	\$10,462	\$0,701	\$321.68	\$6,349	83.9	65.5	433	188	65.5	13.0		
		1.00	8	0.219	CC	\$10,691	\$0,716	\$598.72	\$3,037	0	434	2,208	1,323	434	66.2		
2.24		1.00		0.219	CC	\$10,726	\$0,719	\$685.33	\$1,965	0.180	435	3,541	1,165	435	106		
	1		16	0.865	CC	\$11,601	\$0,808	\$252.89	\$8,368	100	0						
		1.00			CC	\$12,025	\$0,806	\$901.58	\$500.00	0	598	5,088	1,575	598	153		
0.560	1	1.00		0.417	CC	\$13,240	\$0,887	\$711.82	\$4,141	22.3	347	3,001	907	347	90.0		
	1	1.00		0.375	CC	\$13,484	\$0,903	\$759.26	\$3,778	14.5	383	3,345	999	383	100		

De todas las opciones brindadas por el HOMER, para cubrir los requerimientos energéticos del hotel, se optó por elegir la que incluía a todos los elementos cargados (recuadro rojo). En resumen será necesario instalar:

- ✓ Paneles solares: 2 paneles solares de 0,28 kW de potencia.
- ✓ Aerogenerador: 1 aerogenerador con una capacidad de 1 kW.
- ✓ Generador: 1 generador diesel con una capacidad de 1 kW.
- ✓ Baterías: 8 baterías de 6 V con un string mínimo de 8.
- ✓ Conversor: 1 conversor de 1 kW (1000 W) de potencia.

Generación eléctrica



Como puede verse en el gráfico la energía eólica, provista por el aerogenerador (G1, barras verdes), es la que proporciona la mayoría de la energía en el sitio analizado, 2413 kWh al año lo que corresponde a un 80,3% de la producción de energía total. En cuanto a los paneles solares, proveen sólo el 16,4% de la

energía total. El generador diesel (Gen 50, franjas anaranjadas) será utilizado muy poco, se lo tendrá como sistema auxiliar.

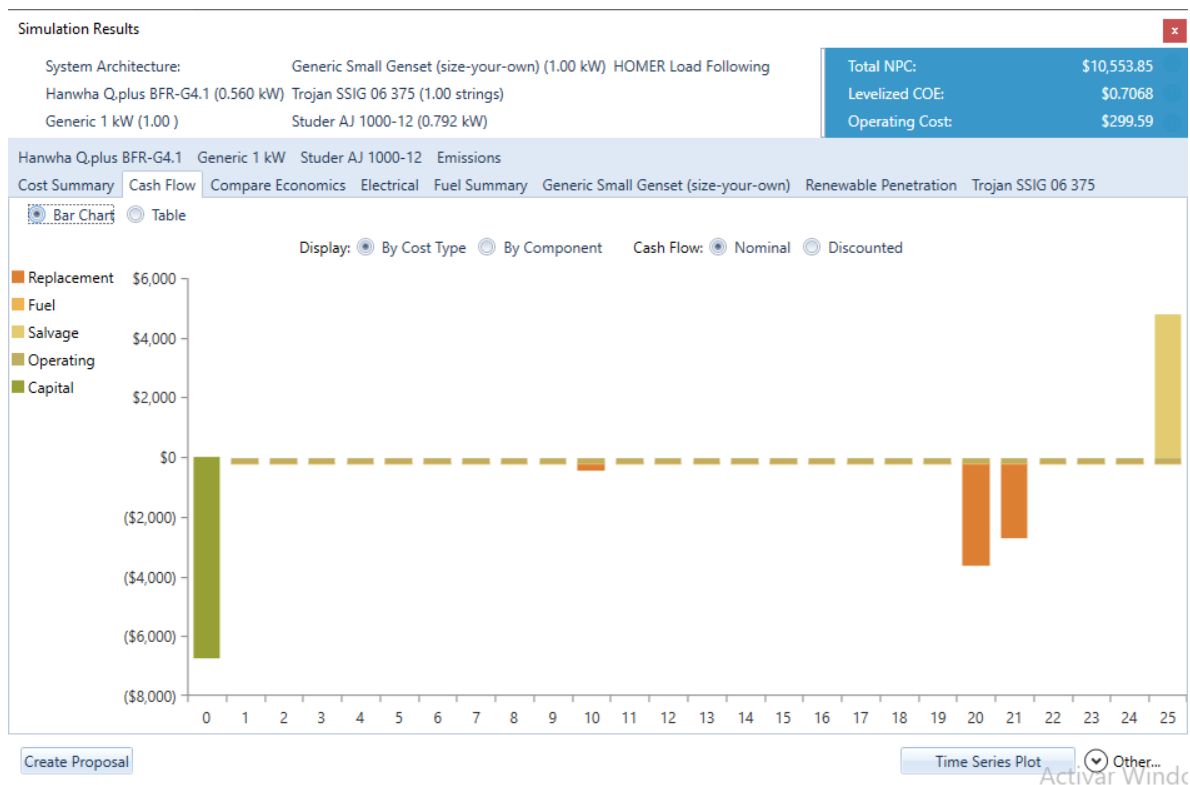
Costos totales

De la Tabla 11 se disminuyó la cantidad de baterías y se incorporó el costo de los paneles solares, dando un costo total de \$1.783.614.

Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio Total	IVA 21% incluido	\$ A Pagar c/IVA incl.
1	Aerogeneradores Eolux	\$576.000	\$576.000	\$120.960	\$696.960
1	Torres tipo reticulado 12m	\$210.000	\$210.000	\$44.100	\$254.100
1	Montajes-Cables-Bases	\$75.000	\$75.000	\$15.750	\$90.750
50	Mts Totales Cableado Exterior Sintenax	\$740	\$37.000	\$7.770	\$44.700
16	Baterías Trojan T-105	\$59.303	\$355.818	\$74.722	\$430.540
1	Inversor Qmax 4048sp-C(Cargador)	\$57.321	\$57.321	\$12.037	\$69.358
1	Fletes, Instalación y Gastos admin.	\$100.000	\$100.000	\$21.000	\$121.000
2	Paneles solares	\$31.490	\$62.980	\$13.226	\$76.206
Total con Impuestos					\$1.783.614

Tabla 12. Costo de cada componente del sistema de energía eólica y solar fotovoltaica para el emplazamiento hotelero en El Chaltén.

El capital inicial es muy elevado. Debido a la vida útil de cada componente a los 10 años hay que reemplazar el convertidor, a los 20 años las baterías y a los 25 años los paneles solares.



Conclusiones

Según los resultados obtenidos de la simulación, el sitio analizado presenta potencial para producir energía eólica, no así energía solar fotovoltaica por la latitud en la cual se encuentra los valores de irradiación media mensual son bajos. Por lo tanto es factible instalar un sistema eólico para proveer de energía al hotel aislado que no tiene acceso a la red eléctrica.

Este tipo de energía genera valor agregado al hotel y atrae a más turistas que aprecian el aprovechamiento de este recurso. El costo inicial es alto pero se amortizará a lo largo de los años.

Para la instalación de proyectos con uso de energías renovables en un sitio determinado, las Planillas Excel y el software HOMER utilizados en el presente trabajo permiten una rápida evaluación de los recursos sol y viento.

Bibliografía

Componentes de una instalación solar fotovoltaica. Unidad 1.

INTI. Guía de divulgación. Generadores eólicos.

Merino, L. (2007). Las energías renovables. Madrid, España: Haya Comunicación.

Vila, A. R., Borrelli, L., & Aprile, G. (2011). Dieta de fines de verano del Huemul, *Hippocamelus Bisulcus*, en el Valle del Río de las Vueltas, Argentina. In *Anales del Instituto de la Patagonia* (Vol. 39, No. 1, pp. 113-117). Universidad de Magallanes.

Villegas, D. C., Pereyra, F. X., Irisarri, J., Ferrer, J. A., & Viaggio, A. (2004). Génesis de suelos en el valle del río de las Vueltas, provincia Santa Cruz, Patagonia. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 59(2), 200-212.

https://power.larc.nasa.gov/data_access_viewer/