

The page features a decorative graphic on the right side consisting of three green circles of varying sizes, each with a lighter green inner circle, and thin green lines that intersect and frame the circles. The largest circle is at the top right, a smaller one is in the middle, and a very large one is at the bottom right, partially cut off by the edge of the page.

PROYECTO FINAL SOLAR - FOTOVOLTAICA Y EÓLICA

LAGO STROBEL

Profesores: OLIVA RAFAEL, LESCANO JORGE,
TRIÑANES PATRICIO

**INGENIERIA EN RECURSOS NATURALES
RENOVABLES
BECERRA FLORENCIA**

Contenido

INTRODUCCIÓN.....	3
MEMORIA DESCRIPTIVA.....	3
Locación	3
Descripción del establecimiento	4
MEMORIA DE CÁLCULO	5
DEMANDA ENERGÉTICA.....	6
ENERGÍA EÓLICA	6
AEROGENERADOR	6
BATERIAS.....	7
INVERSOR.....	7
ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA	7
PANEL SOLAR	9
BATERIAS.....	9
ANÁLISIS CON SIMULADOR HOMER.....	9
ELEMENTOS DEL SISTEMA	10
RECURSOS	13
RESULTADOS.....	14
CONCLUSIONES.....	18
BIBLIOGRAFÍA.....	19

INTRODUCCIÓN

Se realizó el cálculo de la demanda energética de un emprendimiento turístico de pequeña escala en el lago Strobel, para poder abastecerla con energía solar fotovoltaica y eólica. Se determinó las dimensiones del proyecto, y la simulación de abastecimiento...

MEMORIA DESCRIPTIVA

Locación

El emprendimiento hotelero "El Puma", (latitud 48°28'45"S y longitud 71°11'47"O) se encuentra localizado en el lago Strobel, en la meseta del centro de la provincia de Santa Cruz.

El lago Strobel es un espejo de agua de 65km² ubicado en la meseta desértica patagónica, donde el clima es seco, extremadamente ventoso, y muy frío. Sus costas en algunos sectores son altas y rocosas, en otras partes playas con canto rodado, carecen casi por completo de vegetación. No obstante, hay en las orillas alguna vegetación palustre.

La localidad más cercana se encuentra a 115km, Gobernador Gregores, y debido a que no existen caminos, solo huellas, hace que el acceso sea limitado, los únicos vehículos aptos deben ser camionetas 4x4 de carrocería alta.

La potencialidad de la zona permite realizar un tipo de turismo sostenible, y casi exclusivo para pescadores de todo el mundo, ya que se pueden obtener piezas de trucha arcoíris de importante tamaño, en un lugar remoto, en donde se refugian en la tranquilidad que brinda el paisaje.



Imagen 1. Locación Proyecto "El Puma".

Descripción del establecimiento

El proyecto ocupa de una superficie de 153m² aproximadamente, distribuidos en 7 habitaciones, 2 baños, 1 cocina y comedor-sala de estar.

Descripción de la superficie del establecimiento:

DESCRIPCION	CANTIDAD	SUPERFICIE INDIVIDUAL	SUPERFICIE TOTAL	CANTIDAD DE PERSONAS
Habitaciones	3	Doble 9 m ²	27 m ²	6
	4	Triple 12m ²	48 m ²	12
Cocina	1	18m ²	18m ²	-
Comedor - Sala de estar	1	40 m ²	40 m ²	-
Baño	1	Huéspedes 12 m ²	12 m ²	-
	1	Personal 8 m ²	8 m ²	-
Superficie total			153 m²	-----
Cantidad total de personas				18

Tabla 1. Descripción del establecimiento.

El personal está comprendido por 4 guías de pesca, 1 cocinero y 1 persona de mantenimiento. La cantidad de huéspedes permitido es de 12 por semana. Las actividades están desarrolladas para poder explotar el tiempo de luz al máximo para pescar, encontrándose de esta manera, poco tiempo en el hotel. Los días de ingreso son los sábados a última hora, y el egreso sábado siguiente por la mañana, debido a que los caminos de acceso si o si requieren ser transitados con luz natural, debiéndose cruzar un río y pasando por muchas zonas con rocas volcánicas.

El día comienza a las 6 a.m. en donde se sirve el desayuno, y a las 7 a.m. ya están saliendo para las distintas áreas de pesca. Al medio día se realiza el reparto de viandas para que almuercen en el campo. Cerca de las seis de la tarde, se emprende el regreso, en donde los huéspedes se asean, y preparan para la cena, que se sirve a las 20.30hs, dando por finalizada la jornada cerca de las 22hs, en donde se retiran a sus habitaciones a descansar.

Para cerrar la semana, el viernes por la noche se realiza un asado de despedida, en donde se realiza el cierre y menciones a los distintos pescadores. El mismo se prepara en una fogata reparada en el exterior del hotel, siendo esta ultima solo alumbrada por fuego, para que sea lo más natural posible.

MEMORIA DE CÁLCULO

Se calculó la demanda energética para un supuesto de utilización del establecimiento en temporada alta (noviembre a marzo).

Se obtuvo los datos de radiación solar y de velocidad del viento del lugar.

Velocidad del viento a 10m (m/s)	
Enero	8,96
Febrero	7,94
Marzo	7,42
Abril	7,71
Mayo	6,82
Junio	6,56
Julio	6,84
Agosto	7,12
Septiembre	7,32
Octubre	8,06
Noviembre	8,73
Diciembre	8,87

Tabla 2. Velocidad del viento Lago Strobel.

Meses	Irradiación
Enero	5.69
Febrero	5.02
Marzo	3.44
Abril	2.09
Mayo	1.25
Junio	0.76
Julio	0.86
Agosto	1.50
Septiembre	2.63
Octubre	4.19
Noviembre	5.43
Diciembre	5.85

Tabla 3. Radiación solar Lago Strobel.

DEMANDA ENERGÉTICA

Se calculo la demanda diaria energética necesaria en caso de que el sistema fuera solo provisto por energía solar fotovoltaica e ídem para el caso de solo energía eólica.

ENERGÍA EÓLICA

Se calculo a partir de planillas preestablecidas, el consumo de energía diario. Se utilizó la velocidad del viento promedio en el área, dato obtenido previamente de la NASA.

Se obtuvieron los consumos según la cantidad de artefactos y/o luminarias y el tiempo de uso de los mismos.

CANTIDAD	DESCRIPCION	POTENCIA POR DISPOSITIVO [W]	POTENCIA TOTAL [W]	FACTOR DE PICO	PICO DE POT. PEOR CASO [W]	HORAS USO/DIA	ENERGIA [Wh]
63	Iluminaria interna	4,0	252,0	1,0	252,0	10,0	2520,0
2	Iluminaria externa	20,0	40,0	1,0	40,0	3,0	120,0
1	Heladera	150,0	150,0	1,0	150,0	24,0	3600,0
1	Freezer	250,0	250,0	1,0	250,0	24,0	6000,0
1	Microondas	800,0	800,0	1,0	800,0	0,0	0,0
1	Minipimer	300,0	300,0	1,5	450,0	2,0	600,0
1	Cafetera	900,0	900,0	1,0	900,0	2,0	1800,0
1	Extractor de aire	500,0	500,0	1,0	500,0	3,0	1500,0
1	Tostadora	950,0	950,0	2,0	1900,0	1,0	950,0
4	Cargador de celular	5,0	20,0	1,0	20,0	6,0	120,0
TOTAL			4142,00		5242,00		17090,00

Tabla 4. Demanda diaria energética. Caso sistema eólico.

Consumo diario total estimado: 17090Wh

Potencia nominal requerida: 4142W

Potencia máxima requerida: 5242W

Teniendo los datos de velocidad media del viento, se procedió a calcular la cantidad de aerogeneradores y baterías necesarias para una demanda energética diaria de 8600,8 Wh.

AEROGENERADOR

Cantidad: 2

Marca ENERTIK

Modelo: GE - 1200 - 48

POTENCIA CONTINUA 1200W

POTENCIA MAXIMA 1300W

VOLTAJE NOMINAL 48V

CORRIENTE NOMINAL 25A

VELOCIDAD DE ARRANQUE: 2.0 m/s



Imagen 2. Aerogenerador seleccionado.

BATERIAS

Cantidad: 33 unidades

Marca TROJAN

Modelo 27TMX

Tensión 12V

Capacidad 105Ah C20

Ciclo profundo, requiere agregado de agua destilada

Origen usa



Imagen 3. Batería seleccionada.

INVERSOR

Entrada: 24Vcc

Salida: 220Vca

REGULADOR PWM 50A

Potencia Máxima: 2000 watts

Soporta picos de arranque de 4000 watts

Onda SENOIDAL PURA



Imagen 4. Inversor seleccionado.

El costo aproximado de la instalación del sistema eólico, para cubrir solo el 50% de la demanda energética diaria es de \$751.165,58 (pesos setecientos cincuenta y un mil ciento sesenta y cinco con 58/100), valor sujeto a modificaciones en caso de una devaluación de la moneda.

ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

Se determino la demanda energética diaria calculada para un sistema netamente fotovoltaico, a partir del análisis por hora del consumo diario, siendo el mismo de 17313.2 Wh

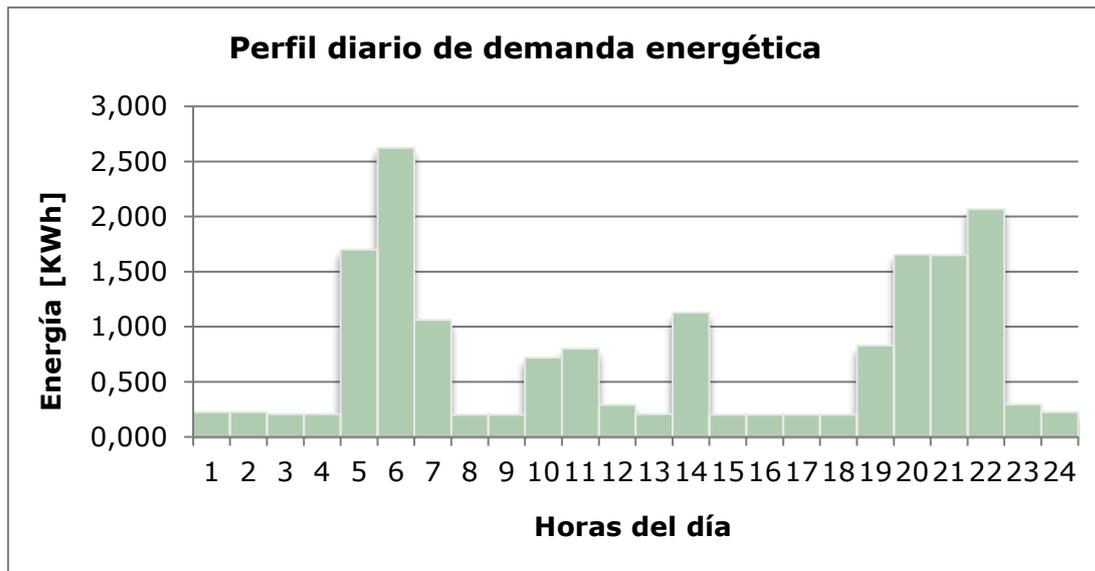


Gráfico 1. Perfil diario de demanda energética sistema SFV.

Se tomo el promedio de la energía obtenida a partir del cálculo para el caso del recurso eólico (17090Wh), y el caso de recurso fotovoltaico (17313,2Wh), obteniendo una demanda energética diaria promedio de 17.201,6 Wh. Para la realización de los cálculos, se establece que se abastecerá con energía solar fotovoltaica y eólica la misma cantidad, es decir 8600,8Wh diarios cada uno.

Para este caso, teniendo en cuenta los datos de irradiación solar obtenidos previamente (NASA), se procedió a calcular la cantidad de paneles solares y baterías necesarias para cubrir una demanda diaria de energía de 8600,8Wh

Los resultados son:

DATOS	
Panel	KETHOR KS-300PC
PPP = Potencia Pico del Panel [W]	300
Batería	T-TROJAN 105
CAP = Capacidad [Ah]	220
VOLT = Tensión de la Batería [V]	12
ND = Nivel de Descarga	40%
T = Numero de días sin generación	4
Eficiencia del sistema	0,648
ER = Eficiencia del Regulador	0,90
EB = Eficiencia de las Baterías	0,80
EC = Eficiencia del Convertidor	0,90
FS = Factor de seguridad	1,15

Tabla 5. Elementos sistema SFV.

PANEL SOLAR

CANTIDAD: 3

MARCA: KETHOR

MODELO: KS-300PC

POLICRISTALINO

POTENCIA MAXIMA: 300 W

CORRIENTE MAXIMA: 8.15 A

CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO: 8.67A

EMPERATURA DE OPERACIÓN: -40°C A 85°C

VOLTAJE DE CIRCUITO ABIERTO: 44.5V

NUMERO DE CELDAS SOLARES: 72 celdas en series
(6x12)

TENSION DE TRABAJO: 24V

DIMENSIONES: 195,6cm X 99,2cm X 4,5cm

PESO: 23KG

CELDAS: SILICIO POLICRISTALINO.



Imagen 5. Panel fotovoltaico seleccionado.

BATERIAS

CANTIDAD: 8

IDEM características para cálculo EOLICO.

Asimismo, se utilizaron planillas en donde se calculo el ANGULO ÓPTIMO DE INCLINACION DEL PANEL, siendo el mismo de un valor de 12,75°.

El costo aproximado de la instalación del sistema solar fotovoltaico, para cubrir solo el 50% de la demanda energética diaria es de \$188.415,00 (pesos ciento ochenta y ocho mil cuatrocientos quince), valor sujeto a modificaciones en caso de una devaluación de la moneda.

ANÁLISIS CON SIMULADOR HOMER

HOMER es un programa para diseño optimizado de sistemas híbridos de baja potencia, permitiendo la planificación técnica y económica de sistemas híbridos. Es una herramienta útil para determinar el menor costo de la energía generada en comunidades remotas, calculando el ciclo de vida del proyecto a partir de los costos de inversión, reemplazo, operación y mantenimiento, combustibles e intereses

Con los datos obtenidos anteriormente, se realizo una simulación con paneles solares, aerogenerador, generador diesel, baterías, etc.

Se estableció una tensión del banco de baterías de 24V y se agrego un convertor para abastecer una parte de la demanda en corriente alterna.

El porcentaje establecido mínimo para cubrir por energías renovables la demanda energética es de un 90%.

Para el comienzo de la simulación, se fueron cargando los componentes antes mencionados, con sus respectivas características y costos de los mismos en pesos argentinos.

ELEMENTOS DEL SISTEMA

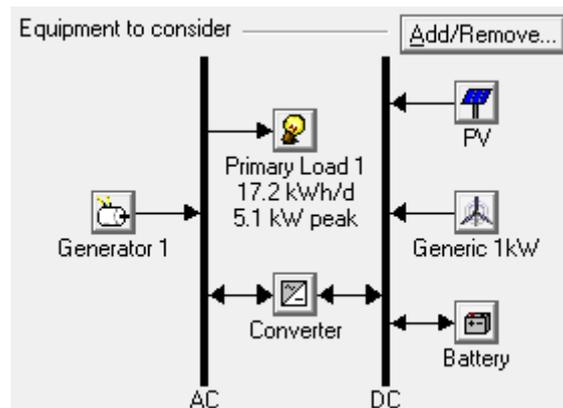


Imagen 6. Elementos del sistema seleccionados en HOMER.

BATERIAS

Battery Inputs

File Edit Help

Choose a battery type and enter at least one quantity and capital cost value in the Costs table. Include all costs associated with the battery bank, such as mounting hardware, installation, and labor. As it searches for the optimal system, HOMER considers each quantity in the Sizes to Consider table.

Hold the pointer over an element or click Help for more information.

Battery type: **Trojan T-105** Details... New... Delete

Battery properties

Manufacturer: Trojan Battery Company
 Website: www.trojan-battery.com

Nominal voltage: 6 V
 Nominal capacity: 225 Ah (1.35 kWh)
 Lifetime throughput: 845 kWh

Costs

Quantity	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$/yr)
1	10500	10500	0.00
	{.}	{.}	{.}

Sizes to consider

Quantity
0
3
9
15
21
27
33

Cost Curve

Help Cancel OK

Imagen 7. Características de baterías.

AEROGENERADOR

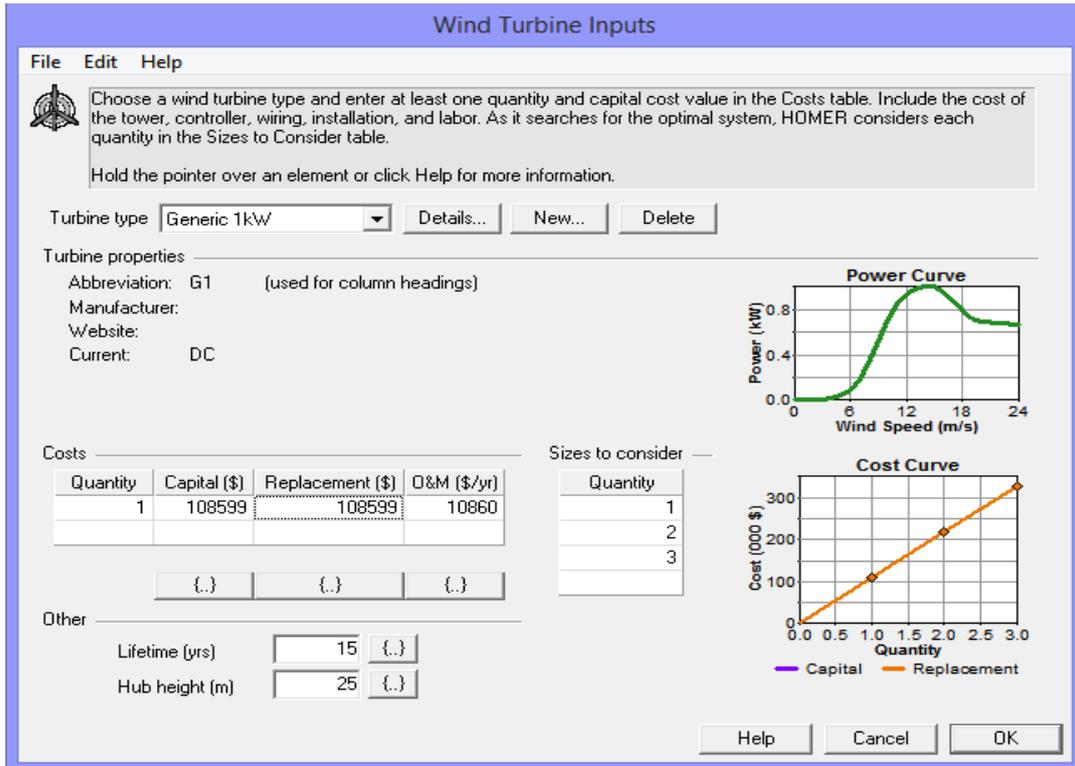


Imagen 8. Características del aerogenerador.

PANELES SOLARES

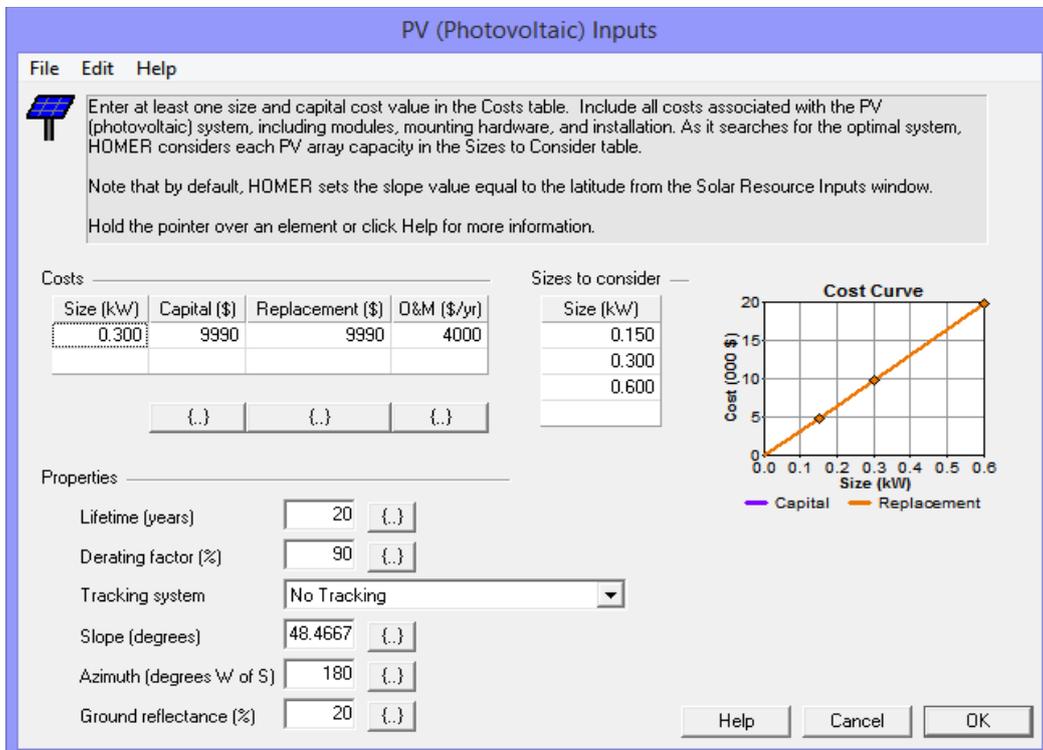


Imagen 9. Características de panel solar.

CONVERTIDOR

Converter Inputs

File Edit Help

 A converter is required for systems in which DC components serve an AC load or vice-versa. A converter can be an inverter (DC to AC), rectifier (AC to DC), or both.

Enter at least one size and capital cost value in the Costs table. Include all costs associated with the converter, such as hardware and labor. As it searches for the optimal system, HOMER considers each converter capacity in the Sizes to Consider table. Note that all references to converter size or capacity refer to inverter capacity.

Hold the pointer over an element or click Help for more information.

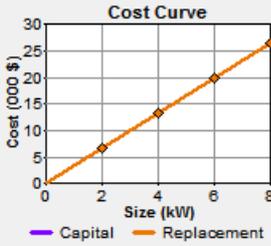
Costs

Size (kW)	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$/yr)
2.000	6600	6600	3300
{.}	{.}	{.}	{.}

Sizes to consider

Size (kW)
0.000
2.000
4.000
6.000
8.000

Cost Curve



Cost (000 \$)

Size (kW)

— Capital — Replacement

Inverter inputs

Lifetime (years) {.}

Efficiency (%) {.}

Inverter can operate simultaneously with an AC generator

Rectifier inputs

Capacity relative to inverter (%) {.}

Efficiency (%) {.}

Help Cancel OK

Imagen 10. Características del convertidor.

GENERADOR

Generator Inputs

File Edit Help

 Choose a fuel, and enter at least one size, capital cost and operation and maintenance (O&M) value in the Costs table. Note that the capital cost includes installation costs, and that the O&M cost is expressed in dollars per operating hour. Enter a nonzero heat recovery ratio if heat will be recovered from this generator to serve thermal load. As it searches for the optimal system, HOMER will consider each generator size in the Sizes to Consider table.

Hold the pointer over an element or click Help for more information.

Cost Fuel Schedule Emissions

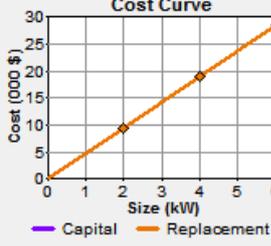
Costs

Size (kW)	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$/hr)
2.000	9550	9550	0.050
{.}	{.}	{.}	{.}

Sizes to consider

Size (kW)
0.000
2.000
4.000
6.000

Cost Curve



Cost (000 \$)

Size (kW)

— Capital — Replacement

Properties

Description Type AC DC

Abbreviation

Lifetime (operating hours) {.}

Minimum load ratio (%) {.}

Help Cancel OK

Imagen 11. Características del generador.

RECURSOS

Se cargaron los datos de radiación solar y velocidad del viento para la localidad seleccionada.

DATOS DE VIENTO

Wind Resource Inputs

File Edit Help

 HOMER uses wind resource inputs to calculate the wind turbine power each hour of the year. Enter the average wind speed for each month. For calculations, HOMER uses scaled data: baseline data scaled up or down to the scaled annual average value. The advanced parameters allow you to control how HOMER generates the 8760 hourly values from the 12 monthly values in the table.

Hold the pointer over an element or click Help for more information.

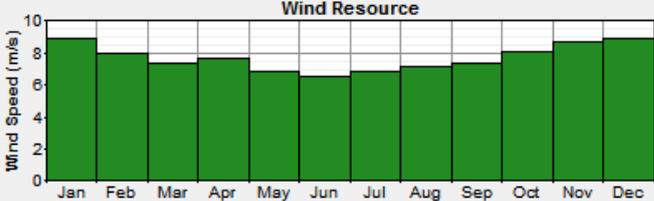
Data source: Enter monthly averages Import hourly data file

Baseline data

Month	Wind Speed (m/s)
January	8.960
February	7.940
March	7.420
April	7.710
May	6.820
June	6.560
July	6.840
August	7.120
September	7.320
October	8.060
November	8.730
December	8.870

Annual average: 7.695

Wind Resource



Other parameters: Altitude (m above sea level) Anemometer height (m)

Advanced parameters: Weibull k Autocorrelation factor Diurnal pattern strength Hour of peak windspeed

Scaled data for simulation: Scaled annual average (m/s)

Imagen 12. Datos del viento del área.

DATOS DE RADIACION

Solar Resource Inputs

File Edit Help

 HOMER uses the solar resource inputs to calculate the PV array power for each hour of the year. Enter the latitude, and either an average daily radiation value or an average clearness index for each month. HOMER uses the latitude value to calculate the average daily radiation from the clearness index and vice-versa.

Hold the pointer over an element or click Help for more information.

Location

Latitude ° ' North South Time zone

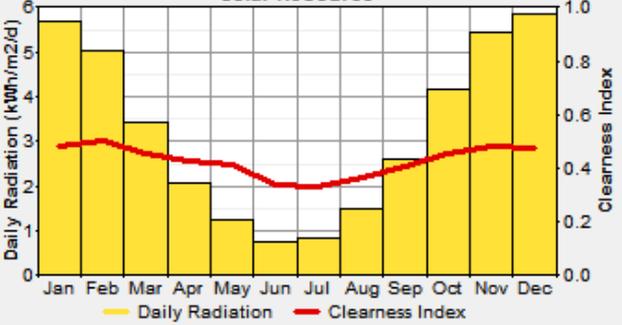
Longitude ° ' East West

Data source: Enter monthly averages Import hourly data file

Baseline data

Month	Clearness Index	Daily Radiation (kWh/m ² /d)
January	0.482	5.690
February	0.500	5.020
March	0.458	3.440
April	0.427	2.090
May	0.413	1.250
June	0.340	0.760
July	0.333	0.860
August	0.369	1.500
September	0.408	2.630
October	0.459	4.190
November	0.480	5.430
December	0.475	5.850
Average:	0.453	3.217

Solar Resource



Scaled data for simulation

Scaled annual average (kWh/m²/d)

Imagen 13. Datos de radiación solar del área.

RESULTADOS

Luego de analizar los componentes del sistema, calculó una opción como viable, que compone:

										
										
0.15	1	2	9	4	\$ 230,844	\$ 440,469	21.115	0.47	1,469	2,792

1 Panel solar de 1500 W

1 Aerogenerador de 1200W

2 Generadores

9 Baterías

4 Convertidores

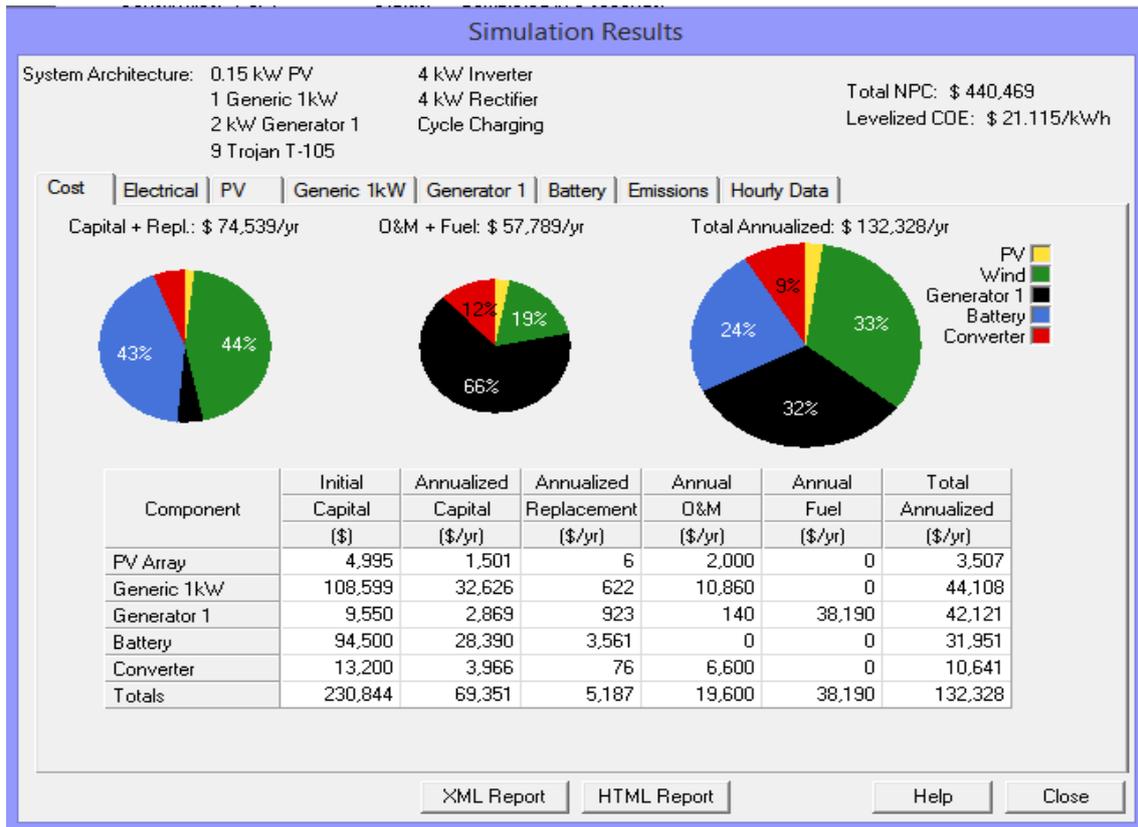


Imagen 14. Resultados de Simulación.

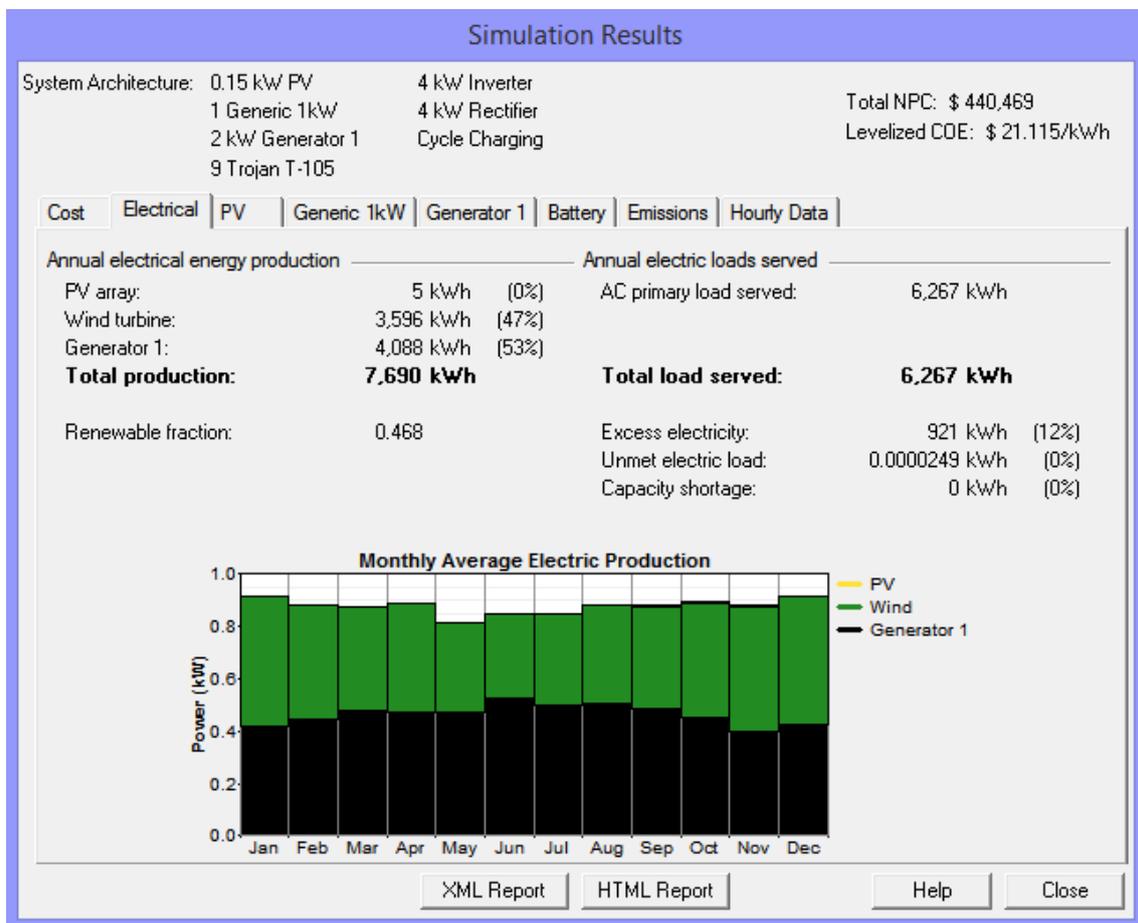


Imagen 15. Resultados de simulación, detalle eléctrico.

Asimismo el programa evaluó múltiples posibilidades:

Sensitivity Results		Optimization Results													
Double click on a system below for simulation results.															
					PV (kW)	G1	Gen1 (kW)	Batt.	Conv. (kW)	Initial Capital	Total NPC	COE (\$/kWh)	Ren. Frac.	Diesel (L)	Gen1 (hrs)
					0.15	1	2	9	4	\$ 230,844	\$ 440,469	21.115	0.47	1,469	2,792
					0.30	1	2	9	4	\$ 235,839	\$ 452,001	21.668	0.47	1,467	2,788
					0.15	1	2	9	6	\$ 237,444	\$ 458,179	21.964	0.47	1,469	2,792
					0.15	1	4	9	2	\$ 233,794	\$ 461,242	22.111	0.48	1,602	1,900
					0.30	1	2	9	6	\$ 242,439	\$ 469,711	22.517	0.47	1,467	2,788
					0.30	1	4	9	2	\$ 238,789	\$ 472,702	22.660	0.48	1,601	1,898
					0.60	1	2	9	4	\$ 245,829	\$ 475,152	22.777	0.47	1,466	2,786
					0.15	1	2	9	8	\$ 244,044	\$ 475,889	22.813	0.47	1,469	2,792
					0.15	1	4	9	4	\$ 240,394	\$ 478,952	22.960	0.48	1,602	1,900
					0.15	1	4	3	2	\$ 170,794	\$ 482,770	23.143	0.40	2,464	3,476
					0.30	1	2	9	8	\$ 249,039	\$ 487,421	23.366	0.47	1,467	2,788
					0.30	1	4	9	4	\$ 245,389	\$ 490,413	23.509	0.48	1,601	1,898
					0.60	1	2	9	6	\$ 252,429	\$ 492,862	23.626	0.47	1,466	2,786
					0.30	1	4	3	2	\$ 175,789	\$ 494,558	23.708	0.40	2,465	3,477
					0.60	1	4	9	2	\$ 248,779	\$ 495,645	23.760	0.48	1,598	1,894
					0.15	1	4	9	6	\$ 246,994	\$ 496,662	23.809	0.48	1,602	1,900
					0.15	1	4	3	4	\$ 177,394	\$ 500,480	23.992	0.40	2,464	3,476
					0.15	1	2	15	4	\$ 293,844	\$ 503,707	24.146	0.47	1,469	2,750
					0.30	1	4	9	6	\$ 251,989	\$ 508,123	24.358	0.48	1,601	1,898
					0.15	1	4	15	2	\$ 296,794	\$ 508,673	24.384	0.47	1,597	1,854
					0.60	1	2	9	8	\$ 259,029	\$ 510,573	24.475	0.47	1,466	2,786
					0.30	1	4	3	4	\$ 182,389	\$ 512,268	24.557	0.40	2,465	3,477
					0.60	1	4	9	4	\$ 255,379	\$ 513,355	24.609	0.48	1,598	1,894
					0.15	1	4	9	8	\$ 253,594	\$ 514,372	24.658	0.48	1,602	1,900
					0.30	1	2	15	4	\$ 298,839	\$ 515,271	24.701	0.47	1,468	2,748
					0.60	1	4	3	2	\$ 185,779	\$ 517,885	24.826	0.40	2,465	3,478

Imagen 16. Posibles configuraciones del sistema.

Cuando aplicamos la opción categorizar, nos muestra la configuración más rentable de cada diseño de sistema:

Double click on a system below for simulation results.															
					PV (kW)	G1	Gen1 (kW)	Batt.	Conv. (kW)	Initial Capital	Total NPC	COE (\$/kWh)	Ren. Frac.	Diesel (L)	Gen1 (hrs)
					0.15	1	2	9	4	\$ 230,844	\$ 440,469	21.115	0.47	1,469	2,792
					0.15	1	4		2	\$ 139,294	\$ 602,506	28.891	0.29	4,403	6,723

Una opción del sistema, sin el banco de baterías, que es más rentable que la primera opción encontrada, ya que incluye 4 generadores más siendo más económico que el banco entero de baterías.

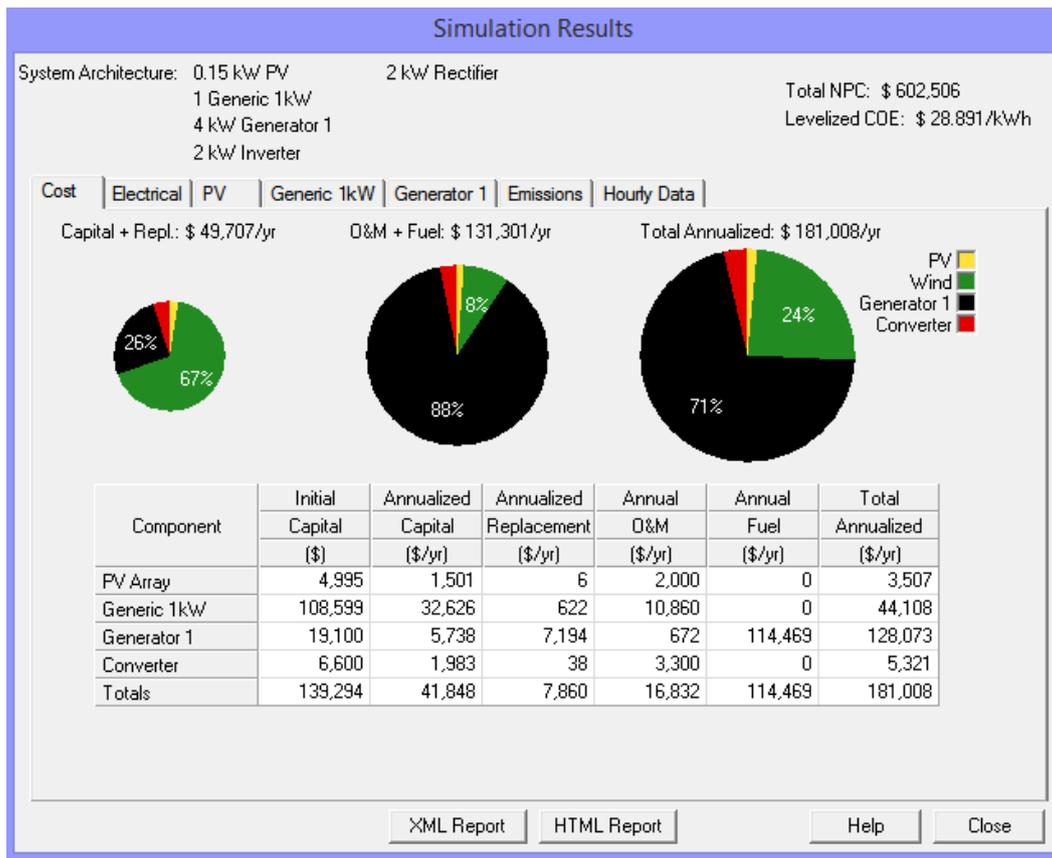


Imagen 17. Segunda opción generada.

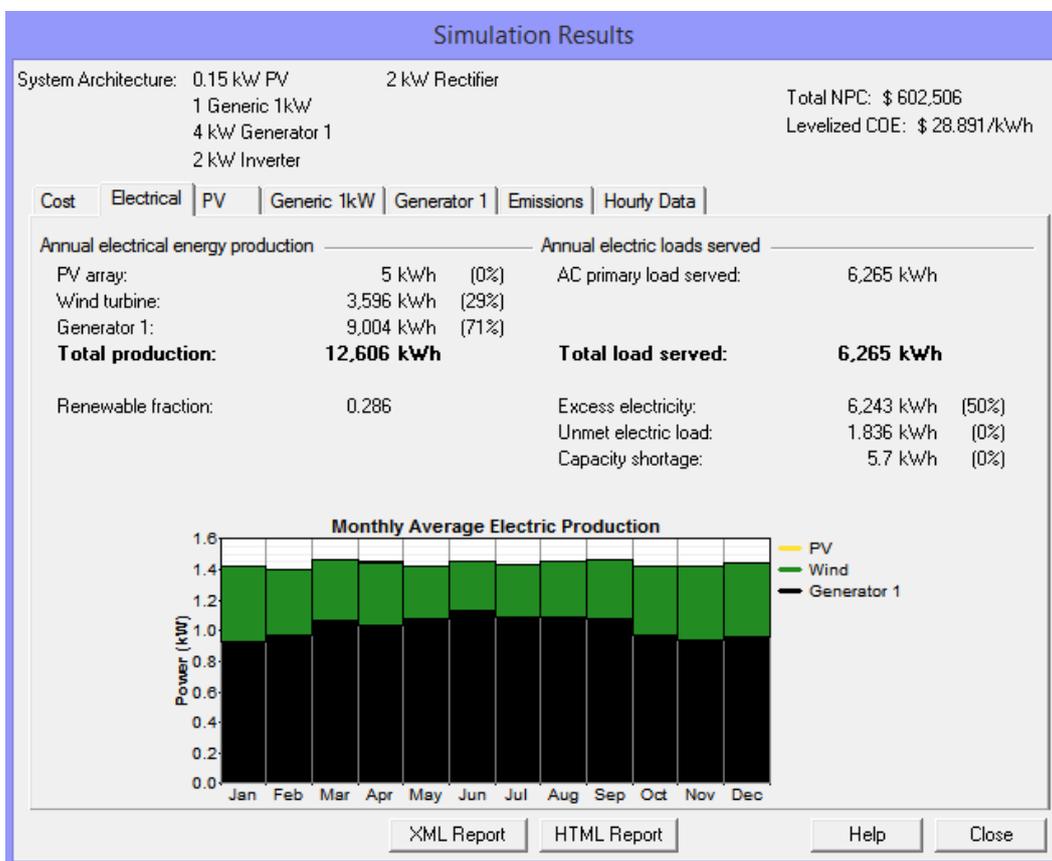


Imagen 18. Segunda opción generada, análisis eléctrico.

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta ambas opciones que arroja el programa, la primera que incluye las 9 baterías es más costosa (\$230.844,00) y genera la energía justa, sin desperdicio de la misma. En el segundo caso, el costo es menor (\$139.294,00) pero incluye la utilización de cuatro generadores, los cuales más allá de que el programa tenga en cuenta el costo del diesel, no significa lo mismo para el lugar, dos generadores funcionando, que el doble, ya que puede alterar fuertemente la tranquilidad del lugar por la emisión de ruidos que genera su funcionamiento, que aparte de la pesca, es el motivo más importante porque que van los turistas.

BIBLIOGRAFÍA

- https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/grid.cgi?&num=252139&lat=48.27&hgt=100&submit=Submit&veg=17&sitelev=&email=skip@larc.nasa.gov&p=grid_id&p=swv_dwn&step=2&lon=71.1
- <https://www.argentina.gob.ar/enre/uso-eficiente-y-seguro/calculatu-consumo-electrico-hogar>
- <https://www.argentina.gob.ar/enre/uso-eficiente-y-seguro/consumo-basico-electrodomesticos>
- GUIA HOMER - Traducida.