

2022

UNPA – UARG - IRNR

CÁTEDRA: Energías Renovables

DOCENTES: - Lescano Jorge

- Oliva Rafael

- Cortez, Nestor

Sistema de riego por bombeo abastecido por energías renovables



Alumna: Silva María Fernanda

07/02/2022

INDICE:

INTRODUCCIÓN:.....	3
1. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO:.....	4
1.1 DESCRIPCION DEL SITIO Y CARACTERISTICAS DEL EMPRENDIMIENTO:.....	4
1.2 DESCRIPCIÓN DEL SITIO:	4
1.3 RECURSO SOLAR O EÓLICO:	6
1.4 CARACTERISTICAS DEL EMPRENDIMIENTO:.....	7
2. MEMORIA DE CALCULO DEL PROYECTO:	9
2.1 CALCULO DE HORAS PICO SOLARES PARA UN PLANO INCLINADO ÓPTIMO:	9
2.2 CALCULO DE DEMANDA ENERGETICA:.....	11
2.3 COMPONENTES DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO:	14
2.3.1 Panel: Panel Solar 200W 24V Monocristalino 72 Celdas	14
2.3.2. Soporte de panel: Soporte Panel Solar 3x 60/72 Celdas Alu 40x50x4	14
2.3.3 Baterías: Batería monoblock de 12V Y 205AH C100	15
2.3.4. Regulador: Regulador 12V/24V/48V 80 A MPPT Must Solar	16
2.3.5. Inversor: Enertik PWM – ICB-2K-24	17
2.4 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO Y CALCULO DE UNIDADES NECESARIAS:	17
2.5 COMPONENTES DEL SISTEMA EÓLICO:	19
2.7 CALCULO DE COSTOS TOTALES:	23
2.8 DIAGRAMA EN BLOQUES DE LA INSTALACIÓN:	23
3. REFINAMIENTO DE LOS CALCULOS CON EL SISTEMA HOMER.....	24
3.1 ESQUEMA DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA PROPUESTO	24
3.1.1 Paneles:	25
3.1.2 Batería:	25
3.1.3 Aerogenerador:	26

3.1.4 Convertidor:	26
3.1.5 Carga eléctrica:.....	27
3.1.6 RECURSOS:	28
4. RESULTADOS:	29
4.1 RESUMEN DE COSTOS:.....	30
5. CONCLUSION:.....	31
6. BIBLIOGRAFIA:.....	31

INTRODUCCIÓN:

El petróleo se trata de un recurso no renovable el cual presenta en los últimos años una gran disminución en sus reservas mundiales. Mientras esto sucede, el desarrollo industrial y el aumento poblacional generan un incremento de la demanda energética. Desde hace un tiempo atrás, y ante este panorama, la sociedad ha comenzado a plantearse el concepto de desarrollo sustentable, y con ello, la utilización de energías renovables, más amigables con el medio ambiente y que puedan asegurar el abastecimiento de energía para las generaciones futuras.

Se denomina “energías renovables” a aquellas fuentes energéticas basadas en la utilización del sol, el viento, el agua o la biomasa vegetal o animal, entre otras. Se caracterizan por no utilizar combustibles fósiles, como sucede con las energías convencionales, sino recursos capaces de renovarse ilimitadamente. Este tipo de energías constituyen, en sus diversas modalidades y aplicaciones, una de las alternativas más recomendables en lugar del actual modelo de transformación de energía primaria, caracterizado por su alto impacto ambiental y por el tamaño finito de las reservas de tipo convencional.

La agricultura es uno de los sectores con mayor potencial de utilización de este tipo de fuentes de energía y, en este sentido, son abundantes las experiencias en explotaciones agrícolas que acreditan un uso viable y eficaz de sistemas autónomos de electrificación y bombeo alimentados por energías renovables. El bombeo mediante el sistema eólico, al igual que el sistema fotovoltaico, es la forma más sencilla y económica para hacer llegar el agua a las regiones agrarias aisladas de la red eléctrica, empleando la tecnología más apropiada para el desarrollo de la agricultura. Utilizando la energía eólica podemos bombear agua de un pozo o salvar el desnivel desde un río, y usarla para regar una huerta o cambiar el tipo de cultivo de una parcela agraria, de secano a regadío (Portal Mi riego, 2017).

El siguiente proyecto tiene como fin la utilización de un sistema solar fotovoltaico y un sistema eólico para producción de energía eléctrica, la cual será utilizada para abastecer energéticamente las necesidades de una chacra que cuenta con una vivienda y tres invernaderos.

Se propone abastecer el suministro eléctrico de una chacra, “Chacra La Fresia”, ubicada en zona rural en el barrio Parque Forestal, chacra 5 lote 13 de la localidad de Rio Gallegos. En principio se plantará que el suministro energético esté solventado en dos partes: como si fuera solamente eólico (50% de la demanda) y como si fuera solo fotovoltaico (50% restante). Posteriormente se realizará una descripción del sitio y características principales del emprendimiento demandante de energía, como así también los requerimientos del mismo. Luego, a partir de la demanda energética establecida, se realizarán los cálculos aproximados para dimensionar los componentes del sistema:

aerogenerador, paneles fotovoltaicos, banco de baterías, regulador, inversor, etc. Una vez realizados estos cálculos preliminares, se realizará un refinamiento mediante un software.

Finalmente, se esquematizarán los elementos que compondrían el sistema, los costos de equipamiento e instalación y una conclusión sobre la factibilidad y eficiencia del proyecto en base a lo calculado e investigado.

1. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO:

1.1 DESCRIPCION DEL SITIO Y CARACTERISTICAS DEL EMPRENDIMIENTO:

1.2 DESCRIPCIÓN DEL SITIO:

Localidad de Río Gallegos:

Río Gallegos (51°38'00"S 69°14'00"O) es una ciudad de Argentina, capital de la provincia de Santa Cruz, ubicada en la desembocadura del río Gallegos, en el departamento Güer Aike. Su paisaje es austero como en Patagonia sur, tiene una importante oferta hotelera y gastronómica, así como diversos lugares para visitar tanto en la ciudad como en el área rural.

En Río Gallegos, los veranos son largos, frescos y sumamente ventosos; los inviernos son cortos, muy frío y ventosos y está seco y parcialmente nublado durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de -1 °C a 19 °C y rara vez baja a menos de -6 °C o sube a más de 24 °C. El mes más despejado del año en Río Gallegos es febrero, durante el cual en promedio el cielo está despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 51 % del tiempo. El mes más nublado del año en Río Gallegos es *mayo*, durante el cual en promedio el cielo *está* nublado o mayormente nublado el 57 % del tiempo.

Promedio	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	sep.	oct.	nov.	dic.
Máxima	19 °C	18 °C	16 °C	12 °C	8 °C	5 °C	5 °C	7 °C	11 °C	14 °C	16 °C	18 °C
Temp.	14 °C	13 °C	11 °C	8 °C	5 °C	2 °C	2 °C	3 °C	6 °C	8 °C	11 °C	12 °C
Mínima	9 °C	8 °C	7 °C	4 °C	1 °C	-1 °C	-1 °C	1 °C	2 °C	4 °C	6 °C	8 °C

La chacra donde se llevará a cabo el emprendimiento se encuentra ubicada en Barrio Parque Forestal, Chacra 05, sección D, circunscripción VI, parcela 13, (51°37'45"S 69°20'48"W) del departamento de Guer Aike, localidad de Río Gallegos (Figura 1). El Barrio Parque Forestal es la extensa zona del cordón forestal de la ciudad de Río Gallegos y su área ocupa parte del sector occidental y del sudoeste de la localidad, quedando a aproximadamente 2,5 kilómetros del centro de la capital santacruceña. Se

caracteriza por ser sede de varios establecimientos chacareros con producción de hortalizas a pequeña escala, o chacras de uso recreacional. Algunas manzanas se encuentran parcialmente forestadas.

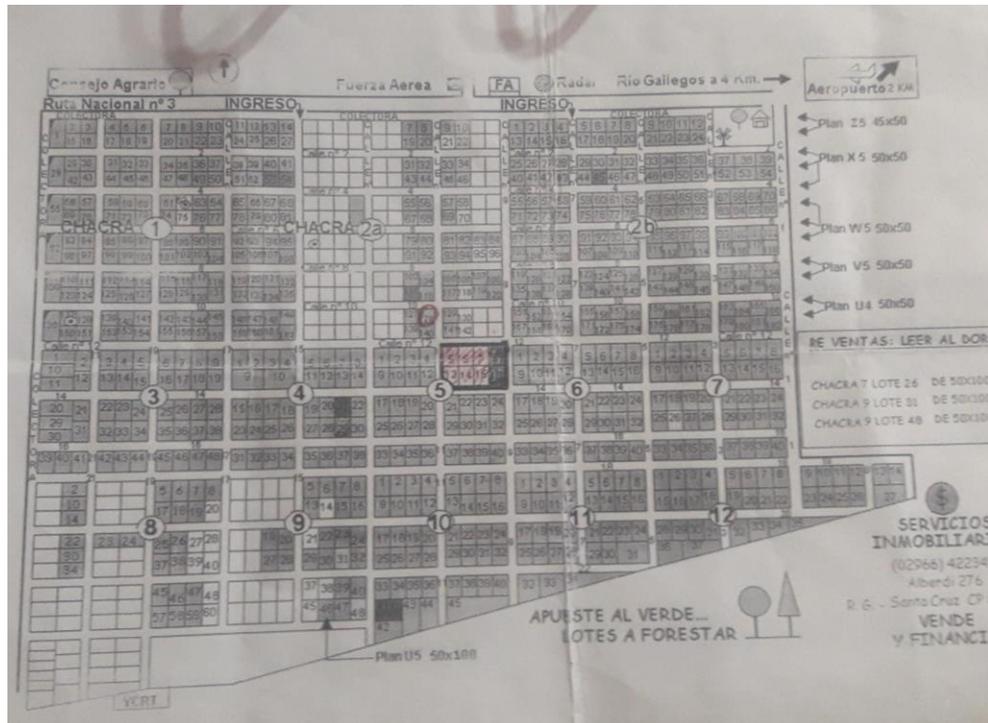


Figura 1. Localización del emprendimiento- Barrio Parque Forestal



Figura 2. Imagen satelital de Chacra La Fresia

Para el sistema solar fotovoltaico es necesario conocer la cantidad de radiación solar promedio mensual incidente en una superficie horizontal sobre la superficie de la tierra. Éstos valores son provistos por la NASA5 en kWh/m².

1.3 RECURSO SOLAR O EÓLICO:

Irradiación global media diaria en un plano horizontal en Rio Gallegos:

Mes	Ht (kWh/m2.dia)	Ht (MJ/m2.dia)
Enero	5,9	21,24
Febrero	4,92	17,712
Marzo	3,53	12,708
Abril	2,14	7,704
Mayo	1,17	4,212
Junio	0,8	2,88
Julio	0,97	3,492
Agosto	1,77	6,372
Septiembre	3,07	11,052
Octubre	4,58	16,488
Noviembre	5,66	20,376
Diciembre	6,03	21,708

Para el sistema eólico es necesario conocer los valores promedio mensuales de velocidad del viento. Éstos fueron obtenidos a 10 metros del suelo, en la estación meteorológica del Aeropuerto de Rio Gallegos:

Velocidad promedio mensual del viento en la ciudad de Rio Gallegos:

Mes	Veloc. Prom (Km/h)	Veloc. Prom (m/s)
Enero	26,6	7,39
Febrero	26	7,22
Marzo	25,2	7,00
Abril	24,2	6,72
Mayo	22,7	6,31
Junio	22,6	6,28
Julio	23	6,39
Agosto	23,6	6,56
Septiembre	23,5	6,53

Octubre	24,7	6,86
Noviembre	26,5	7,36
Diciembre	26,5	7,36

1.4 CARACTERISTICAS DEL EMPRENDIMIENTO:

El emprendimiento que se llevará a cabo consiste una chacra con tres invernaderos, estaqueros de salicáceas y producción de árboles frutales, y se busca brindar un servicio de enseñanza y capacitación orientado tanto a los chacareros y pequeños productores de nuestra localidad, como al público en general, todos aquellos que busquen tener su propia huerta en casa. A demás se busca llegar a la comunidad educativa de la localidad, en distintos niveles. Finalmente, se comercializarán los productos que surjan de la producción de las materias primas de la chacra, como así llegar a elaborar un producto diferenciado, de calidad y precio accesible.

Las instalaciones cuentan con:

- una vivienda la cual tiene una sala de atención al público, un baño, 1 ambiente destinado a salón de clases, 1 dormitorio y cocina comedor.
- Tres invernaderos con sistema de riego por aspersión.
- Dos casillas donde se encuentra un tanque de agua y una bomba sumergible

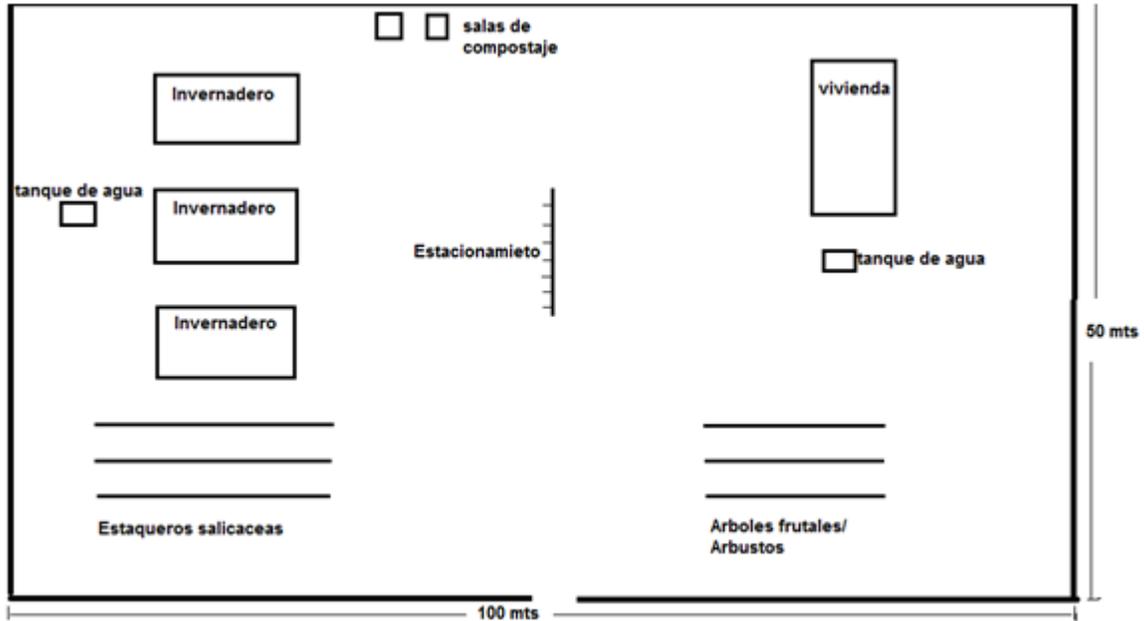


Figura 3: Croquis de las instalaciones.

A partir de los datos de la infraestructura de la chacra se estima que los requerimientos energéticos de la misma serán (Tabla 1):

Vivienda:

- ❖ 1 dormitorio: 1 luminaria, dos enchufes para dispositivos electrónicos.
- ❖ 1 Salón de clases: 1 luminaria, dos enchufes para dispositivos electrónicos, TV.
- ❖ 1 Sala de atención al público: 2 luminarias, 3 enchufes para dispositivos, computadora.
- ❖ 1 Baño: 1 luminaria, 1 enchufe.
- ❖ Cocina – comedor: 1 luminaria, heladera, 2 enchufes.
- ❖ Exterior: 1 bomba, 2 Maquinarias-herramientas, 1 luminaria

Invernadero:

- ❖ Interior: 1 luminaria cada uno
- ❖ Exterior: 1 bomba presurizadora para los tres invernaderos.

Lugar	Artefacto	Potencia [W]	Cantidad
Dormitorio 1	Luminaria	9	1
	enchufe de dispositivos	5	2
Baño	Luminaria	9	1
	enchufe de dispositivos	5	1
Cocina	Luminaria	9	1
	Heladera	180	1
	enchufe de dispositivos	5	2
Sala de atencion al publico	Luminaria	9	2
	Computadora	40	1
	enchufe de dispositivos	5	3
Salon de clases	Luminaria	15	1
	enchufe de dispositivos	5	2
	TV	100	1
Exterior	luminaria	15	1
	Maq. Herramientas	100	2
	Bomba elevadora	125	1
Invernadero	luminaria	15	3
	Bomba presurizadora	125	1

Tabla 1: Requerimientos energéticos de los componentes de la chacra.

2. MEMORIA DE CALCULO DEL PROYECTO:

2.1 CALCULO DE HORAS PICO SOLARES PARA UN PLANO INCLINADO ÓPTIMO:

A partir de los datos de radiación solar promedio mensual incidente en una superficie horizontal sobre la superficie de la tierra, y utilizando la función SOLVER de Excel, se calculó el ángulo óptimo de inclinación de los paneles solares. De esta manera voy a lograr aumentar la energía que llega al panel, aumentando el valor promedio mensual de HPS (Horas Pico Solares) que llega al panel, logrando optimizar el recurso solar.

En función de los cálculos realizados se obtuvieron las siguientes HPS para un plano inclinado optimo (tabla 2):

Promedio mensual de HPS (para plano inclinado óptimo)		
Meses	Estacional	Mensual
Enero	5,95	5,95
Febrero	5,20	5,26
Marzo	4,38	4,49
Abril	3,84	3,84
Mayo	3,08	3,16
Junio	2,83	2,84
Julio	3,07	3,08
Agosto	3,84	3,85
Septiembre	4,32	4,49
Octubre	5,19	5,19
Noviembre	5,62	5,79
Diciembre	6,02	6,04

Tabla 2. Promedio mensual de HPS, estacional y mensualmente.

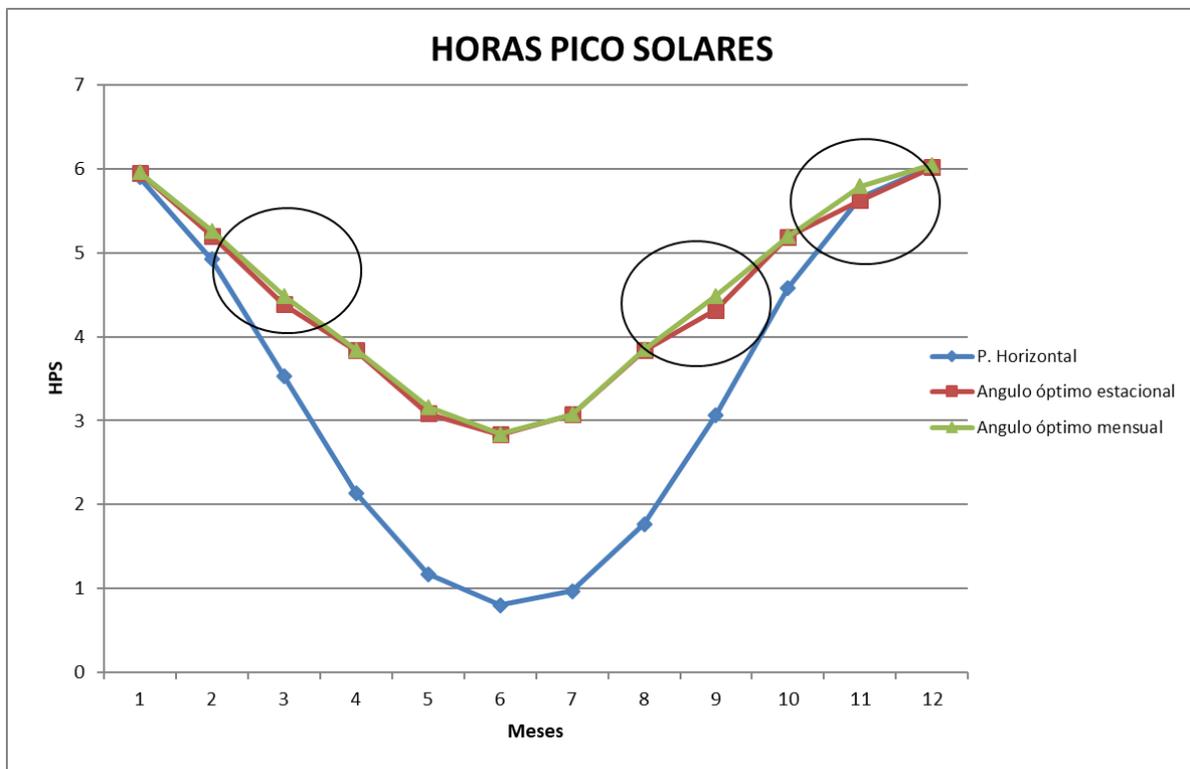


Figura 4. Gráfico de promedio mensual de horas pico solares para un plano inclinado óptimo

2.2 CALCULO DE DEMANDA ENERGETICA:

Con el fin de calcular el perfil de consumo de la chacra se generaron dos planillas de demanda energética, una representativa de las estaciones primavera –verano y otra de las estaciones otoño-invierno. El perfil de consumo energético fue construido para dos periodos diferentes ya que se considera que el gasto energético será mayor durante los meses de menos horas de solares, como ser otoño e invierno. En las tablas 3 y 4 se observan las demandas energéticas de ambos periodos:

PERFIL DIARIO DE DEMNADA ENERGETICA PRIMAVERA-VERANO (tabla 3):

Hora	Energía
1	0,069
2	0,069
3	0,069
4	0,069
5	0,069
6	0,069
7	0,1635
8	0,1635
9	0,261
10	0,3115
11	0,3115
12	0,3105
13	0,143
14	0,138
15	0,3115
16	0,3115
17	0,3115
18	0,3115
19	0,3005
20	0,1525
21	0,168
22	0,12375
23	0,11125
24	0,11125
total	4429,75 kWh

Tabla 3

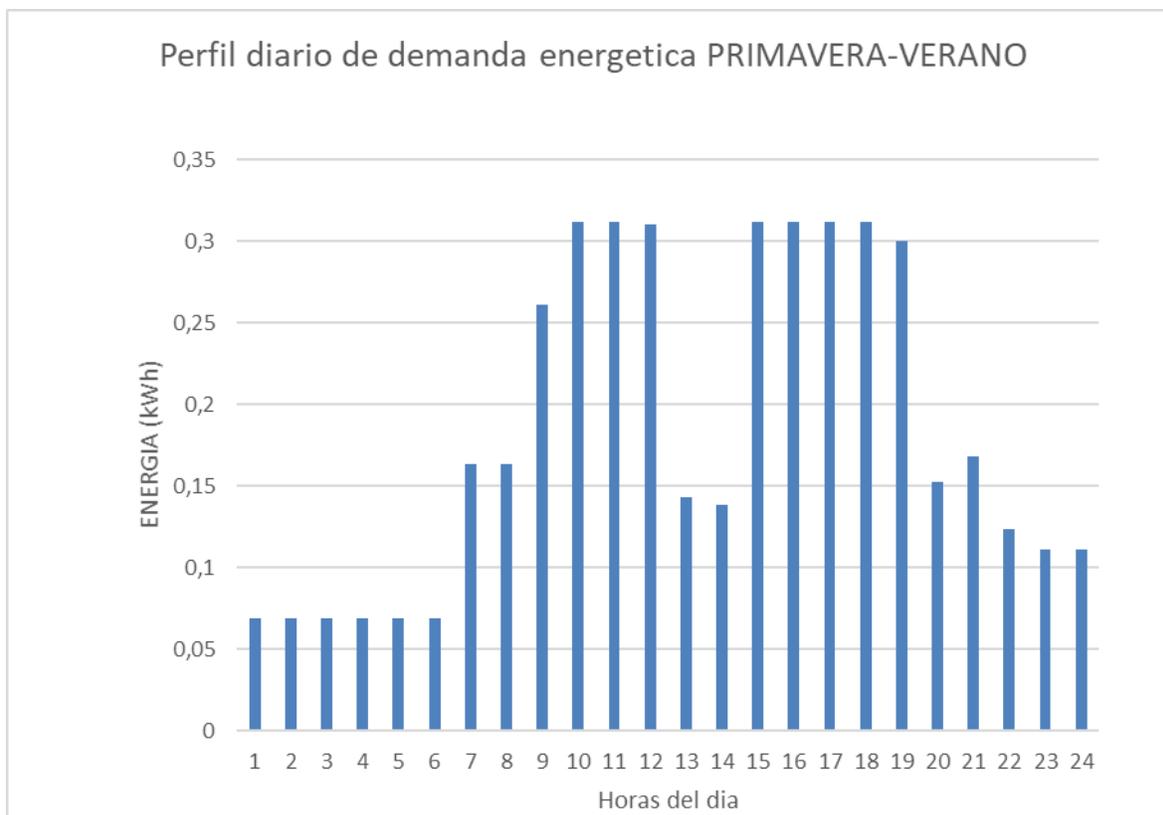


Figura 5. Gráfico de perfil diario de demanda energética primavera – verano.

PERFIL DIARIO DE DEMANDA ENERGETICA OTOÑO-INVIERNO (tabla 4):

Hora	Energía
1	0,069
2	0,069
3	0,069
4	0,069
5	0,069
6	0,069
7	0,2055
8	0,2055
9	0,321
10	0,3565
11	0,3565
12	0,3255
13	0,143
14	0,138
15	0,3115
16	0,3115

17	0,3115
18	0,3115
19	0,3605
20	0,2305
21	0,217
22	0,168
23	0,118
24	0,118
total	4923,5 kWh

Tabla 4.

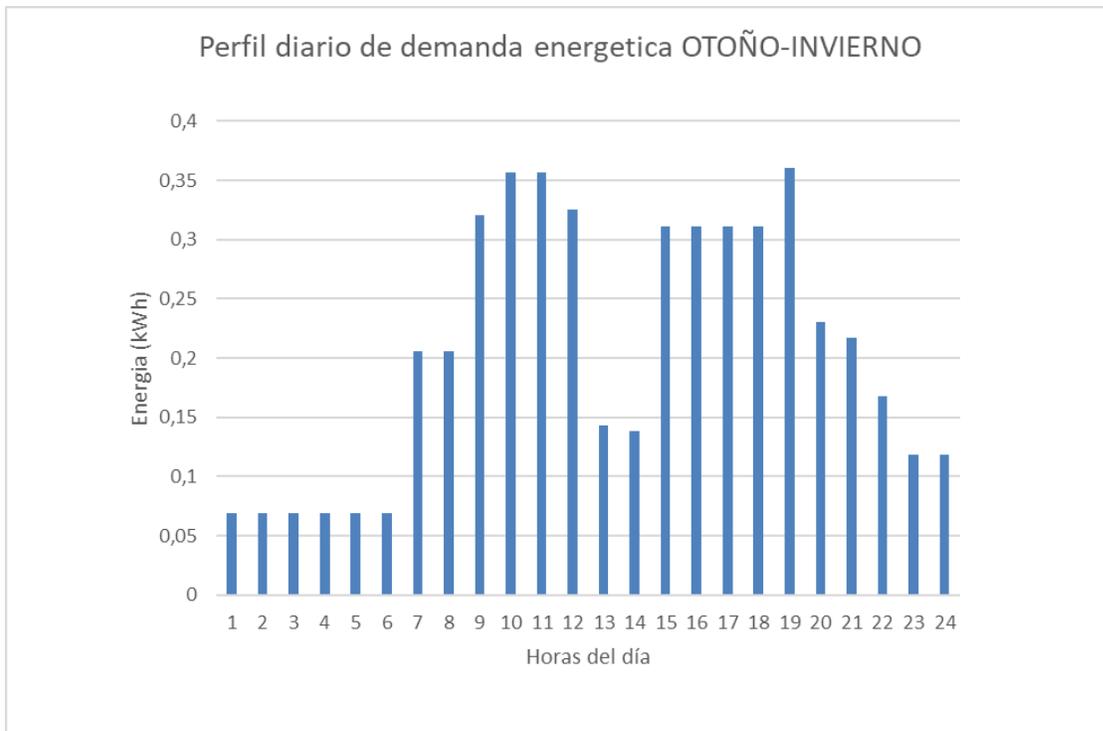
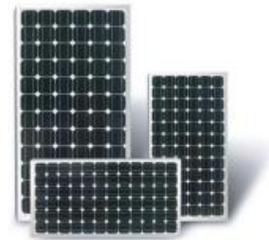


Figura 6. Gráfico de perfil diario de demanda energética otoño-invierno.

2.3 COMPONENTES DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO:

2.3.1 Panel: Panel Solar 200W 24V Monocristalino 72 Celdas

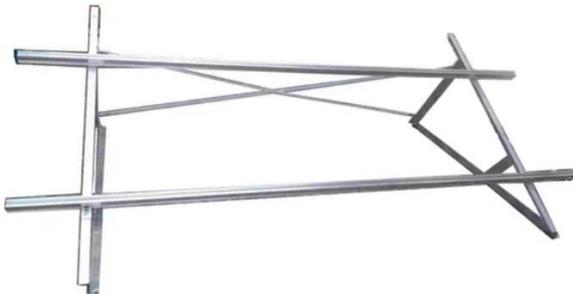
- Panel fotovoltaico Monocristalino
- Potencia Nominal: 200Wp
- Voltaje de Trabajo: 24V
- Voltaje Máximo (Vm): 37.26V
- Voltaje Circuito Abierto (Voc): 45.62V
- Corriente Máxima: 5.37A
- Corriente Corto Circuito (Isc): 5.66A
- Eficiencia (%): 15.67%
- Conectores: MC4 instalados
- Dimensiones: 1580mmx808mmx35mm
- Peso: 15,5 kg.
- Estructura: Marco aluminio anodizado
- IP 68, bypass 3 diodes
- CE
- IEC 61215, IEC 61730, CE
- ISO 9001



Precio del panel solar: \$18.081

https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-906854653-paneles-solares-mono-200w-72-celdas-con-bastidor-JM#position=3&search_layout=stack&type=item&tracking_id=375f54a9-7e9f-413d-bc01-48080e2df7c4

2.3.2. Soporte de panel: Soporte Panel Solar 3x 60/72 Celdas Alu 40x50x4



Nuevo

Soporte Panel Solar 3x 60/72
Celdas Alu 40x50x4

\$ 24.198⁹⁰
en 12x \$ 3.431⁶¹

Ver los medios de pago

 Publicación pausada

Soporte profesional para paneles solares, cada módulo es para 3 paneles colocados vertical, soporta módulos de 60 y de 72 celdas, incluye tornillos de acero inoxidable y accesorios para fijar los paneles.

Características principales

Marca	Electroimpulso
Modelo	3ps alu 50x40x4mm
Potencia máxima	2000 W
Formato de venta	Unidad
Unidades por pack	1

2.3.3 Baterías: Batería monoblock de 12V Y 205AH C100



Ficha Técnica

Voltaje	12V
Tipo	Fabricado UE
Peso (kg)	48.5kg
Dimensiones	513x223x223mm
Amperios	205Ah

Precio: \$29.070

<https://www.teknosolar.com/bateria-monoblock-blackbull-box-b-205ah/#:~:text=239%2C00%E2%82%AC%20IVA%20Inclu%C3%ADdo>

2.3.4. Regulador: Regulador 12V/24V/48V 80 A MPPT Must Solar

El Regulador 12V / 24V / 48V 80A MPPT Must Solar es un avanzado controlador de carga solar con maximizador MPPT. Permite conectar cualquier tipo de panel solar para realizar la carga de nuestra batería de 12, 24, 48V a un máximo de 80A de intensidad. Tiene una pantalla LCD desde la que podremos visualizar el funcionamiento de la instalación y realizar una configuración ajustada a las características de nuestro sistema. Cuenta con unas excelentes características técnicas a un precio muy competitivo y con garantía de fabricante de 2 años.

- Voltaje de Trabajo del Regulador: Compatible con instalaciones a 12V, 24V, 36V y 48V
- Voltaje de entrada Permitido desde Paneles: Igual o superior al voltaje en baterías
- Amperios Máximos de Carga del Regulador: 80A
- Salida de Consumo en DC: Sin salida de corriente en CC
- Garantía del Convertidor de Corriente: 2 años

 Regulador 12V / 24V / 48V 80A MPPT Must Solar



248,36€ SIN IVA
205,26 €

Envío: Entrega gratuita en España!

Entrega: **Recíbelo el jueves 24 de febrero**

Fabricante: Must Solar | Cod. Artículo: 2002513

Cantidad:

Financiación: [Calcular cuota](#)

AÑADIR AL CARRITO

2.3.5. Inversor: Enertik PWM – ICB-2K-24



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Modelo	ICB-2K-24
Potencia continua	2000VA / 2000W
Entrada	
Voltaje nominal	230VCA
Rango de voltaje aceptable	170~280VCA
Frecuencia	50 / 60Hz (reconocimiento automático)
Autoconsumo	< 25W
Salida	
Regulación de voltaje (modo inversor)	230VCA ± 5%
Potencia de pico	4000VA
Eficiencia	90 ~ 93%
Tiempo de transferencia	10ms (Entrada CA: 170-280VAC) / 20ms (Entrada CA: 90-280VAC)

Precio: \$54.129

[ICB-2K-24 - :: ENERTIK](#)

2.4 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO Y CALCULO DE UNIDADES NECESARIAS:

Para realizar el dimensionamiento del sistema se utilizó la **tabla 5**, en la cual se volcaron las características de los componentes del sistema.

Panel	
PPP = Potencia Pico del Panel [W]	200
Batería	
CAP = Capacidad [Ah]	205
VOLT = Tensión de la Batería [V]	12
ND = Nivel de Descarga	40%
T = Numero de días sin generación	2
Eficiencia del sistema	0,6885
ER = Eficiencia del Regulador	0,90
EB = Eficiencia de las Baterías	0,85
EC = Eficiencia del Convertidor	0,90
FS = Factor de seguridad	1,15

Tabla 5. Componentes del sistema fotovoltaico y sus características.

Luego a partir de la potencia pico del panel, capacidad y tensión de la batería, nivel de descarga, número de días sin generación, rendimientos del regulador, baterías y convertidor, de un factor de seguridad (15%), y de las horas picos solares para plano inclinado óptimo y consumo anteriormente calculados, se calculó el número de paneles y baterías necesarios para satisfacer la demanda energética. Cabe destacar que el valor de consumo utilizado en la tabla es la mitad de la demanda energética ya que la otra mitad será abastecida por el sistema eólico (**tabla 6**).

MES	HPS (sobre plano inclinado óptimo)	CE= PM* TU	ES	NP=CE*FS / (PPP*HPS* ES) a 60°	NB
ENERO	5,95	2214,88	0,6885	3,11	5,00
FEBRERO	5,26	2214,88	0,6885	3,52	5,00
MARZO	4,49	2461,75	0,6885	4,58	5,56
ABRIL	3,84	2461,75	0,6885	5,35	5,56
MAYO	3,16	2461,75	0,6885	6,50	5,56
JUNIO	2,84	2461,75	0,6885	7,24	5,56
JULIO	3,08	2461,75	0,6885	6,69	5,56
AGOSTO	3,85	2461,75	0,6885	5,34	5,56
SEPTIEMBRE	4,49	2214,88	0,6885	4,12	5,00
OCTUBRE	5,19	2214,88	0,6885	3,56	5,00
NOVIEMBRE	5,79	2214,88	0,6885	3,20	5,00
DICIEMBRE	6,04	2214,88	0,6885	3,06	5,00

Tabla 6. Cálculo número de paneles y baterías necesarias para satisfacer el 50% de la demanda

Como se puede observar en la tabla anterior, el mes de junio es el que más número de paneles requiere para cubrir los requerimientos energéticos, necesiéndose el emplazamiento de 8 paneles solares para cubrir la demanda energética. Además, se necesitarán 6 baterías (con 2 baterías en serie para obtener un banco de 24 V)

2.5 COMPONENTES DEL SISTEMA EÓLICO:

En cuanto al sistema eólico, las baterías e inversor son los mismos que los utilizados en el sistema fotovoltaico y que ya han sido descritos con anterioridad. Por otro lado, para completar el sistema eólico se deberá adquirir un aerogenerador y cable sintenax, 3x6mm considerándose que la torre se encuentra a 50 metros de las instalaciones.

- **Aerogenerador: Aerogenerador 1000w + Regulador Energía Renovable Eólica**

DATOS TÉCNICOS:

- Diámetro de Pala 2.8m.
- Material de las palas Fibra de vidrio reforzada.
- Velocidad normal del rotor 360r/min.
- Velocidad de viento normal 8m's.
- Potencia Normal 1000W.
- Máxima potencia 1200w.

- Max torque de arranque (nm) 0.4
- Voltaje de salida 48V.
- Velocidad de viento de arranque 2.5(m/s).
- Velocidad de viento de trabajo 3-25 (m/s).
- Velocidad de viento de seguridad 50(m/s).
- Altura de torre y lingas provistas 12(m).
- Tipo de generador Trifásico ACPM, fundición de acero. -Peso del equipo 55kg.
- Banco de baterías sugeridos: 8pcs 12v 105ah (4 serie + paralelo) 8pcs 6V 250Ah. (8 serie)
- Vida sugerida del equipo >15 años.



Nuevo

**Aerogenerador 1000w +
Regulador Energía
Renovable Eólica**

\$ 351.096
en 12x \$ 49.788³⁴

[Ver los medios de pago](#)

Envío gratis a todo el país
Conocé los tiempos y las formas de envío.
[Calcular cuándo llega](#)

Devolución gratis
Tenés 30 días desde que lo recibís.
[Conocer más](#)

Disponibles 3 días después de tu compra

Cantidad: **1 unidad** (141 disponibles)

Cabe aclarar que el aerogenerador utilizado para el proyecto será una versión cuya fabricación es muy similar a la del modelo presentado, con la diferencia de que la tensión nominal del mismo será de 24V.

- **Cable:** MARCA SINTENAX MODELO 3X6
- DIÁMETRO 6 mm
- MATERIAL CONDUCTOR COBRE
- PRECIO \$681 por metro



2.6 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA EÓLICO Y CALCULO DE UNIDADES NECESARIAS:

Utilizando una planilla prediseñada se puede estimar el consumo, la potencia nominal y la potencia máxima requerida por las instalaciones de la chacra, el cual puede ser visualizado en la tabla 7:

5. CONSUMOS

CANTIDAD	DESCRIPCION	POTENCIA POR DISPOSITIVO [W]	POTENCIA TOTAL [W]	FACTOR DE PICO	PICO DE POT. PEOR CASO [W]	HORAS USO/DIA	ENERGIA [Wh]
5	Luminaria interior	9,0	45,0	1,0	45,0	4,0	180,0
5	Luminaria exterior	15,0	75,0	1,0	75,0	2,0	150,0
10	enchufe de dispositivo electrico	5,0	50,0	1,0	50,0	2,0	100,0
1	Heladera	180,0	180,0	1,0	180,0	6,0	1080,0
1	Notebook	40,0	40,0	1,5	60,0	3,0	120,0
1	Bomba elevadora	125,0	125,0	1,0	125,0	0,5	62,5
1	Bomba presurizadora	125,0	125,0	1,0	125,0	5,5	687,5
1	TV LED	100,0	100,0	4,0	400,0	3,0	300,0
2	Maq. herramientas	100,0	200,0	3,0	600,0	0,5	100,0
			0,0		0,0		0,0
TOTAL			940,00		1660,00		2780,00

CONSUMO ESTIMADO (C_e)
 POTENCIA NOMINAL REQUERIDA S/C.A
 POTENCIA MÁXIMA REQ. S/C.A.

2780,00	[Wh/dia]
940,00	[W]
1660,00	[W]

Simultaneidad supuesta 100% (Peor Caso) / valor va a Hoja Costos Aproximados
 Simultaneidad supuesta 100% (Peor Caso) / valor va a Hoja Costos Aproximados

Tabla 7. Planilla de cálculo de consumo estimado, potencia nominal requerida y potencia máxima requerida.

Seguidamente, a partir de los datos de la velocidad del viento promedio obtenidos de la página del servicio meteorológico nacional (a 10 metros de altura), y utilizando nuevamente la planilla prediseñada, se calculó el promedio mensual y diario de energía

que se produce con el recurso eólico disponible (tabla 8) y con estos datos, se calculó el número de aerogeneradores que se requieren para cubrir el 50% de la demanda energética (tabla 9).

Modelo base Eolux - 24 o 48V

Potencia Nominal

1000 W

Generación Referencia $P_n \times 24hs$

24000 Wh/día

Mes	(I) $\langle V \rangle$ [m/s]	(II) Promedio Mensual [kWh]	(III) Promedio Diario [kWh]
Enero	7,39	157,81	5,09
Febrero	7,22	152,73	5,45
Marzo	7,00	146,17	4,72
Abril	6,72	137,81	4,59
Mayo	6,31	125,57	4,05
Junio	6,28	124,68	4,16
Julio	6,39	127,96	4,13
Agosto	6,56	133,03	4,29
Setiembre	6,53	132,14	4,40
Octubre	6,86	141,99	4,58
Noviembre	7,36	156,91	5,23
Diciembre	7,36	156,91	5,06

Tabla 8. Valor promedio mensual y diario de energía que se produce con el recurso eólico disponible

Mes	Nº Aeros	Entero Mínimo
Enero	0,79	1
Febrero	0,74	1
Marzo	0,86	1
Abril	0,88	1
Mayo	1,00	1
Junio	0,97	1
Julio	0,98	1
Agosto	0,94	1
Setiembre	0,92	1
Octubre	0,88	1
Noviembre	0,77	1
Diciembre	0,80	1

Tabla 9. Calculo de número de aerogeneradores que se requieren para cubrir el 50% de la demanda

Se requiere 1 aerogeneradores satisfacer el 50% de la demanda energética. El número de baterías necesarias es de 6 al igual que el sistema SFV. El cálculo de baterías tiene en

consideración variables como: capacidad y tensión de baterías, string mínimo, rendimiento afectados al sistema (batería, regulador e inversor), nivel de descarga, número de días sin viento máximo y mínimo, y el consumo energético por día.

2.7 CALCULO DE COSTOS TOTALES:

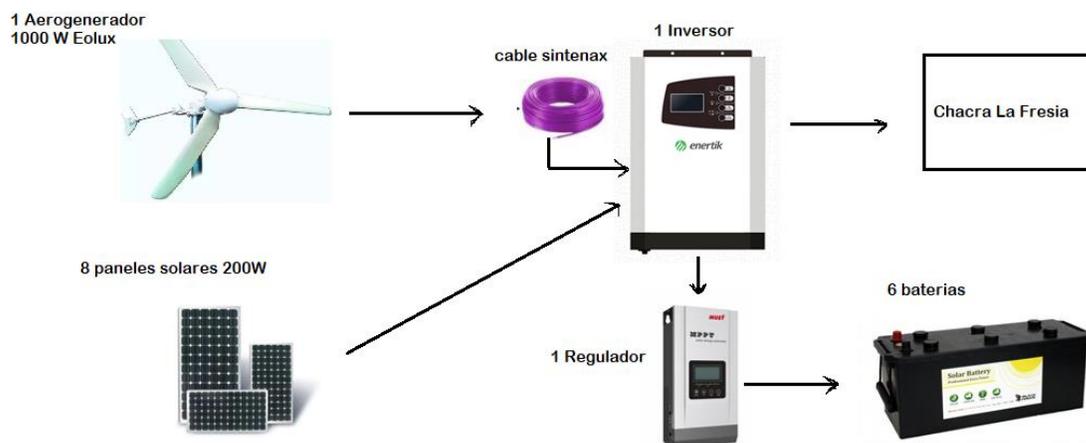
Una vez definidos todos los componentes de ambos sistemas (eólico y fotovoltaico) y los costos por unidad de cada uno se puede concluir que para abastecer el 50% de la demanda energética a partir de energía eólica se debe realizar una inversión aproximada de \$786.195 aproximadamente (tabla 10).

CANTIDAD	DESCRIPCION	Precio Unitario	Precio Total	IVA 21% incluido	\$ A PAGAR c/IVA incl.
1	AEROGENERADORES EOLUX	351096,00	351096,00	0,00	351096,00
1	TORRES TIPO RETICULADO 12m	105000,00	105000,00	0,00	105000,00
1	MONTAJES-CABLES-BASES	37500,00	37500,00	0,00	37500,00
50	MTS totales CABLEADO EXTERIOR SINTENAX	681,00	34050,00	0,00	34050,00
6	Bateria Monoblock (Solar Buttery)	29070,00	174420,00	0,00	174420,00
1	Enertik ICB-2K- 24	54129,00	54129,00	0,00	54129,00
1	FLETES, INSTALACION Y GASTOS ADMIN.	30000,00	30000,00	0,00	30000,00
TOTAL CON IMPUESTOS					786195,00

Tabla 10. Costo total del sistema eólico para abastecer el 50% de la demanda.

De esta forma, mediante un primer cálculo estimativo, satisfacer los requerimientos energéticos del proyecto mediante energías renovables demandaría una inversión de \$985092 (ya que al monto de \$786.195 se le debe sumar el costo de los paneles fotovoltaicos).

2.8 DIAGRAMA EN BLOQUES DE LA INSTALACIÓN:



3. REFINAMIENTO DE LOS CALCULOS CON EL SISTEMA HOMER

Homer, el modelo de optimización de microenergía, simplifica el trabajo de evaluar diseños de sistemas de energía conectados o no a la red para una variedad de usos. Los algoritmos de optimización y de análisis de sensibilidad de HOMER hacen más sencillo evaluar todas las configuraciones de sistema posibles. HOMER simula el funcionamiento de un sistema haciendo cálculos de balance de energía para cada una de las 8760 horas en un año. Para cada hora, HOMER compara la demanda eléctrica y térmica en la hora con la energía que el sistema puede brindar en esa hora y calcula los flujos de energía hacia y desde cada componente del sistema. Para sistemas que incluyen baterías o generadores diesel, HOMER también decide para cada hora cómo manejar los generadores y si cargar o descargar las baterías.

Para refinar los cálculos realizados anteriormente, se recurrió al uso del software “HOMER Pro Microgrid Analysis Tool 643.4.5 (Pro edition)”. De esta manera se podrán comparar los resultados obtenidos mediante el simulador con los obtenidos por las planillas de cálculo prediseñadas utilizadas con anterioridad.

3.1 ESQUEMA DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA PROPUESTO

Se establecerá como restricción que la energía con la que se abastezca el emprendimiento, deberá provenir en un 100% del recurso natural y aceptando hasta un 10% de pérdida de abastecimiento. Además, en HOMER se introdujo que la fracción de recurso renovable sea de un 50% para el recurso eólico y un 50% para el recurso solar.

(Figura 7).

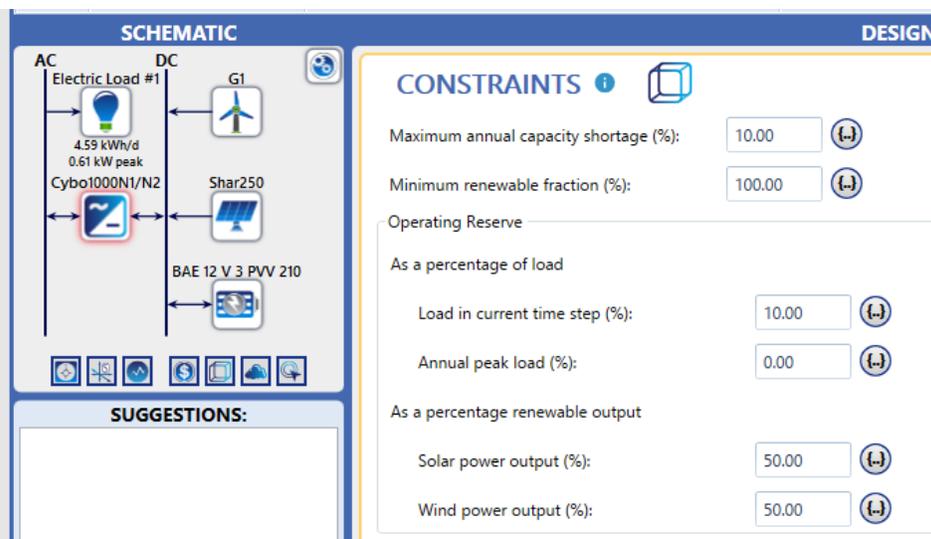


Figure 7

3.1.1 Paneles: Se optó por utilizar el panel Sharp ND-250QCS, el cual tiene una capacidad de 0,25 kW, que es la capacidad que más se asemeja a la del panel utilizado en la planilla de cálculo utilizada en el inciso 2.4. Dicho panel tiene un costo de \$27540 (U\$S 244,8) y una vida útil de 25 años. En el caso del string, se optó por elegir la opción de 0, 10, 15 o 20 paneles, y dado que cada panel tiene una capacidad de 0,25kW, se cargaron valores de 0, 2,5, 3,57 y 5 kW respectivamente. (Figura 8).

The screenshot shows the 'Add/Remove' window for a 'Sharp ND-250QCS' panel. The interface is divided into several sections:

- Name and Abbreviation:** Name: Sharp ND-250QCS, Abbreviation: Shar250
- Properties:**
 - Name: Sharp ND-250QCS
 - Abbreviation: Shar250
 - Panel Type: Flat plate
 - Rated Capacity (kW): 5
 - Temperature Coefficient: -0.4850
 - Operating Temperature (°C): 47.5
 - Efficiency (%): 15.3
 - Manufacturer: Sharp
 - Website: www.sharppusa.com
 - Notes: This represents Residential Solar
- Cost:**

Capacity (kW)	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$/year)
0.25	244.00	244.00	5.00

Lifetime time (years): 25.00
- Sizing:**
 - Options: HOMER Optimizer™, Search Space
 - Capacity list (kW): 0, 2.5, 3.75, 5
- Site Specific Input:** Derating Factor (%): 88.00
- Electrical Bus:** AC, DC

Figure 8

3.1.2 Batería: La batería elegida fue de 12 V y 210 Ah, tratándose de la batería BAE SECURA SOLAR 12V. Se colocaron 2 baterías en serie para obtener el banco de trabajo de 24 V, el costo unitario de cada batería es de 1072 dólares. En el caso del string, se optó por 2,3 y 4 string de baterías. Por otro lado, dado que el nivel de descarga del banco de baterías es de 40%, se estableció el mínimo estado de carga en un 60%. (Figura 9).

Name: BAE SECURA SOLAR 12 V : Abbreviation: BAE 12

Remove

Copy To Library

Quantity	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$/year)
1	1,072.00	1,072.00	5.00

Lifetime

throughput (kWh): 2,161.00 (-)

time (years): 18.00 (-)

More...

Sizing

HOMER Optimizer™

Search Space

#

2

3

4

Site Specific Input

String Size: 2 Voltage: 24.00 V

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

Minimum State of Charge (%): 60.00 (-)

Figure 9

3.1.3 Aerogenerador: Si eligió el aerogenerador Generic 1kW (el de menor potencia a elección), cuyo costo es de 3.121 dólares. Se consideró utilizar 1,2 y 3 unidades (figura 10).

Add/Remove Generic 1 kW

WIND TURBINE

Name: Generic 1 kW Abbreviation: G1

Remove

Copy To Library

Quantity Optimization

HOMER Optimizer™

Search Space

Quantity

0

1

2

3

Electrical Bus

AC DC

Advanced...

Properties

Name: **Generic 1 kW**

Abbreviation: **G1**

Rated Capacity (kW): **1**

Manufacturer: **Generic**

Quantity	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$/year)
1	\$3,121.00	\$3,121.00	\$70.00

Click here to add new item

Multiplier: (-) (-) (-)

Site Specific Input

Lifetime (years): 25.00 (-)

Hub Height (m): 12.00 (-)

Consider ambient temperature effects?

Figure 10

3.1.4 Convertidor: Se cargó la capacidad del convertidor (2.43 kW) y su costo unitario de 481 dólares. El mismo tiene una eficiencia del 96% y una vida útil de 10 años (Figura 11).

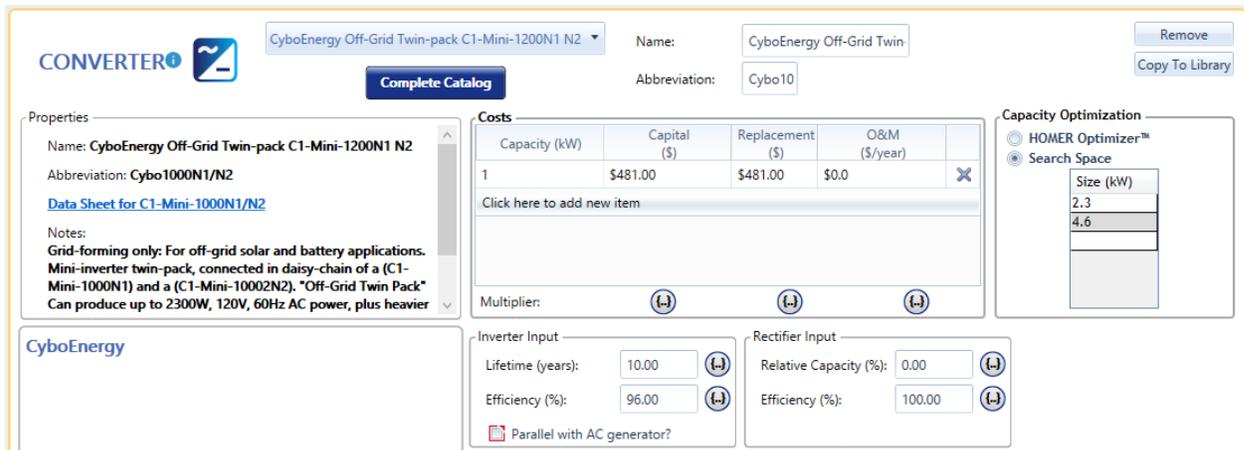


Figure 11

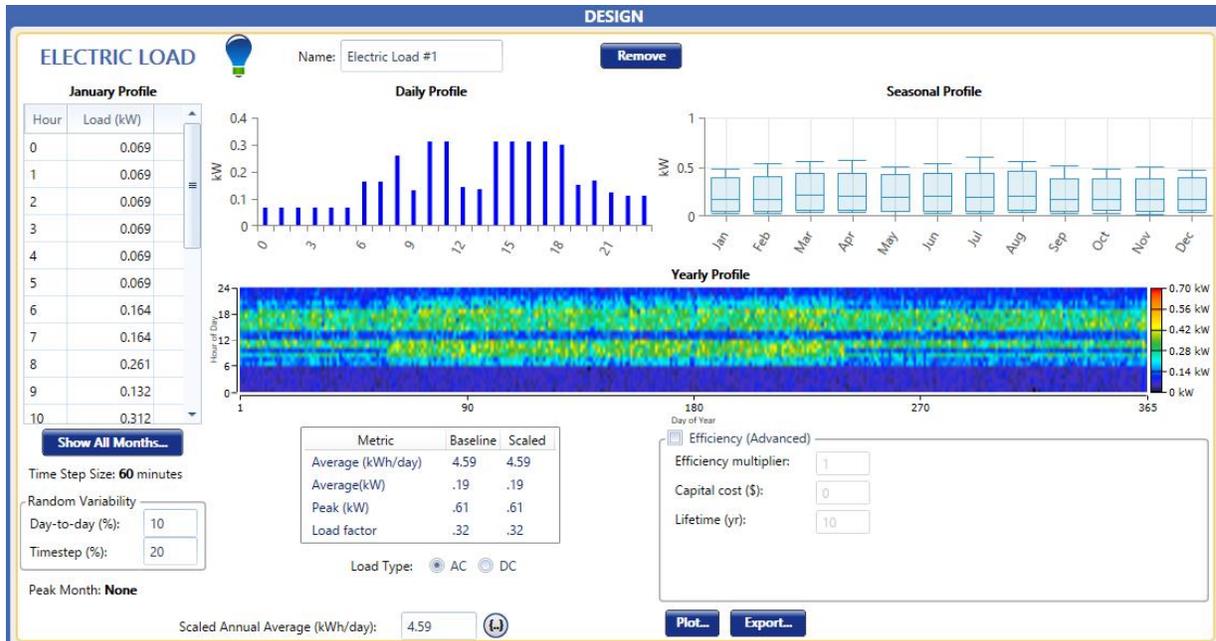
3.1.5 Carga eléctrica: Se cargó el perfil de consumo que se presenta en la sección 2.2 (Demanda energética), en el simulador. Dado que se consideraron dos periodos estacionales con demandas energéticas diferentes, para los meses de septiembre, octubre, noviembre, diciembre, enero y febrero se cargó la demanda energética del perfil primavera-verano, mientras que, para los meses de marzo, abril, mayo, junio, julio y agosto se cargó la demanda energética del perfil otoño-invierno (tabla 11).

Yearly Load Data

Hour	Weekdays						Weekends					
	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
0	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069
1	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069
2	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069
3	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069
4	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069
5	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069
6	0.164	0.164	0.206	0.206	0.206	0.206	0.206	0.206	0.164	0.164	0.164	0.164
7	0.164	0.164	0.206	0.206	0.206	0.206	0.206	0.206	0.164	0.164	0.164	0.164
8	0.261	0.261	0.321	0.321	0.321	0.321	0.321	0.321	0.261	0.261	0.261	0.261
9	0.132	0.132	0.356	0.356	0.356	0.356	0.356	0.356	0.132	0.132	0.132	0.132
10	0.312	0.312	0.356	0.356	0.356	0.356	0.356	0.356	0.312	0.312	0.312	0.312
11	0.311	0.311	0.326	0.326	0.326	0.326	0.326	0.326	0.311	0.311	0.311	0.311
12	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143
13	0.138	0.138	0.138	0.138	0.138	0.138	0.138	0.138	0.138	0.138	0.138	0.138
14	0.312	0.312	0.312	0.312	0.312	0.312	0.312	0.312	0.312	0.312	0.312	0.312
15	0.312	0.312	0.312	0.312	0.312	0.312	0.312	0.312	0.312	0.312	0.312	0.312
16	0.312	0.312	0.312	0.312	0.312	0.312	0.312	0.312	0.312	0.312	0.312	0.312
17	0.312	0.312	0.312	0.312	0.312	0.312	0.312	0.312	0.312	0.312	0.312	0.312
18	0.301	0.301	0.361	0.361	0.361	0.361	0.361	0.361	0.301	0.301	0.301	0.301
19	0.153	0.153	0.231	0.231	0.231	0.231	0.231	0.231	0.153	0.153	0.153	0.153
20	0.168	0.168	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.168	0.168	0.168	0.168
21	0.124	0.124	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	0.168	0.124	0.124	0.124	0.124
22	0.111	0.111	0.118	0.118	0.118	0.118	0.118	0.118	0.111	0.111	0.111	0.111
23	0.111	0.111	0.118	0.118	0.118	0.118	0.118	0.118	0.111	0.111	0.111	0.111

Copy changes to right Copy changes to weekend

Tabla 11. Perfiles de demanda energética mensual.



3.1.6 RECURSOS:

Recurso solar: Los valores de radiación diaria (en kWh/m² /día) para la localidad de Rio Gallegos son los mismos que se obtuvieron mediante la página web <https://power.larc.nasa.gov/>. Esto se consigue introduciendo la latitud y longitud de la localidad deseada (Figura 12).

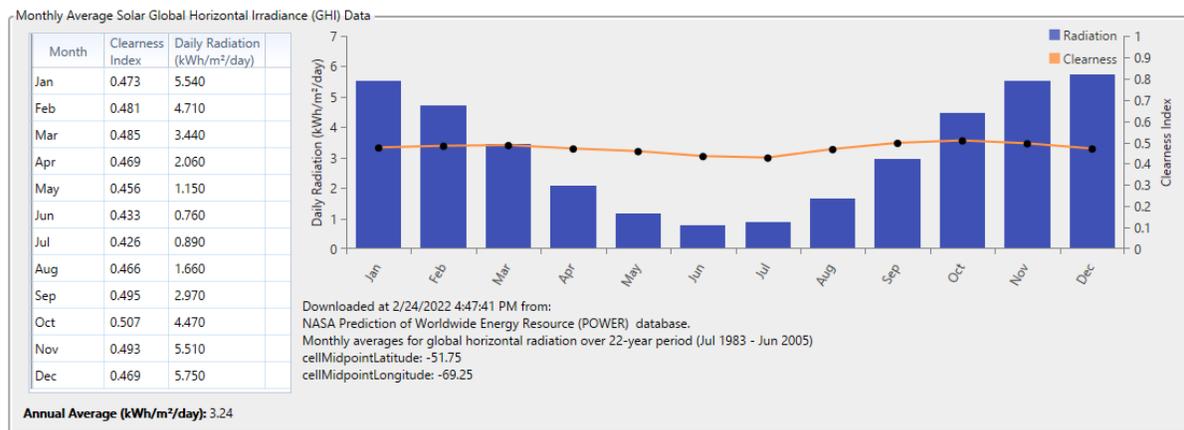


Figure 12

Recurso eólico: Se cargaron los datos de velocidad del viento obtenidos en la página del servicio meteorológico nacional (a 10 metros de altura). Figura 13

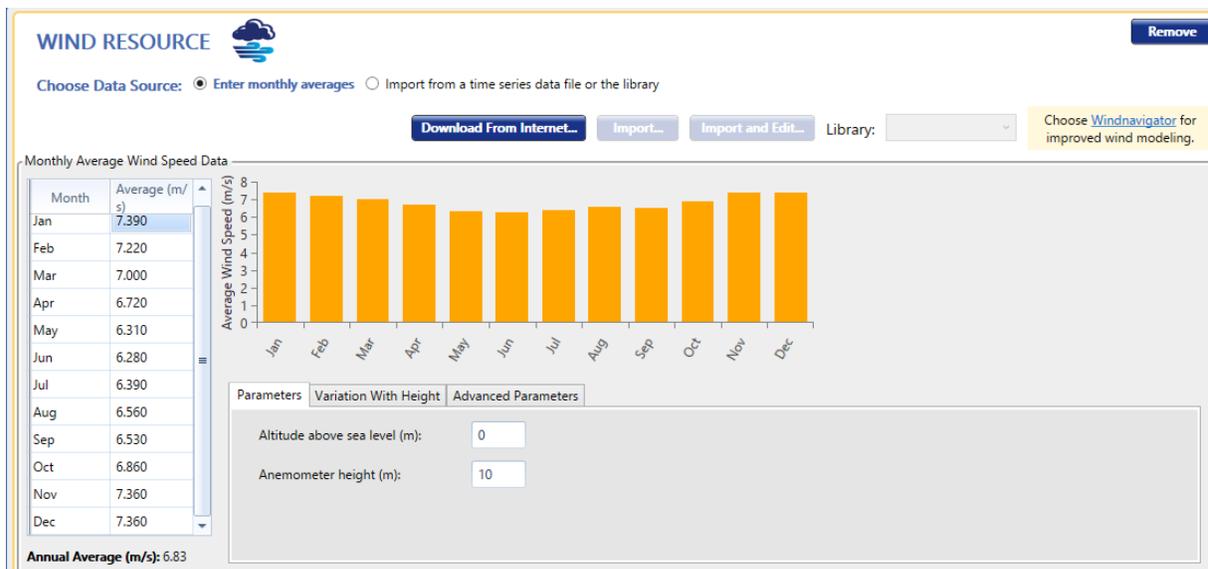


Figure 12

4. RESULTADOS:

Una vez cargados todos los datos en el simulador se dio la orden de calcular y se obtuvo que la carga eléctrica puede ser satisfecha con 3 opciones, pero solo una cuenta con todos los componentes que se desean utilizar. Es decir, como la propuesta inicial del proyecto abarca el abastecimiento mediante energía solar fotovoltaica y eólica, no se contemplan las opciones que no incluyan un aerogenerador en su configuración (desechándose así la primera opción) ni tampoco las opciones que no incluyan paneles fotovoltaicos (desechándose la opción 2). Por esta razón se eligió la opción N°3. Dicha opción requiere el mayor costo de operación respecto a las tres opciones. (Figura 14)

Architecture						Cost			System	
Shar250 (kW)	G1	BAE 12 V 3 PVV 210	Cybo1000N1/N2 (kW)	Dispatch	NPC (\$)	COE (\$)	Operating cost (\$/yr)	Initial capital (\$)	Ren Frac (%)	Total Fuel (L/yr)
3.75	4		2.30	CC	\$13,001	\$0.634	\$305.26	\$9,054	100	0
	1	6	2.30	CC	\$14,154	\$0.706	\$270.34	\$10,659	100	0
2.50	1	4	2.30	CC	\$14,515	\$0.673	\$275.35	\$10,955	100	0

Figure 14

La opción elegida abastecerá la demanda energética por fuentes de energías renovables, en un 100%. Su configuración consta de 1 string de 10 paneles solares de 250 W, 1 aerogenerador, 2 string (en paralelo) de 2 baterías de 12 V, 1 inversor y un regulador. De los 5.852 kWh/año que son producidos, un 46,4% corresponderá a energía eólica y el 53,6% restante a energía solar. También se debe mencionar que existe un 70% de

exceso de electricidad, 6,21 kWh/año de carga eléctrica insatisfecha y requiere U\$S 10.955 de inversión inicial. (Figura 15)

Production	kWh/yr	%
Sharp ND-250QCS	3,136	53.6
Generic 1 kW	2,716	46.4
Total	5,852	100

Consumption	kWh/yr	%
AC Primary Load	1,669	100
DC Primary Load	0	0
Deferrable Load	0	0
Total	1,669	100

Quantity	kWh/yr	%
Excess Electricity	4,096	70.0
Unmet Electric Load	6.21	0.371
Capacity Shortage	8.42	0.503

Quantity	Value	Units
Renewable Fraction	100	%
Max. Renew. Penetration	5,373	%

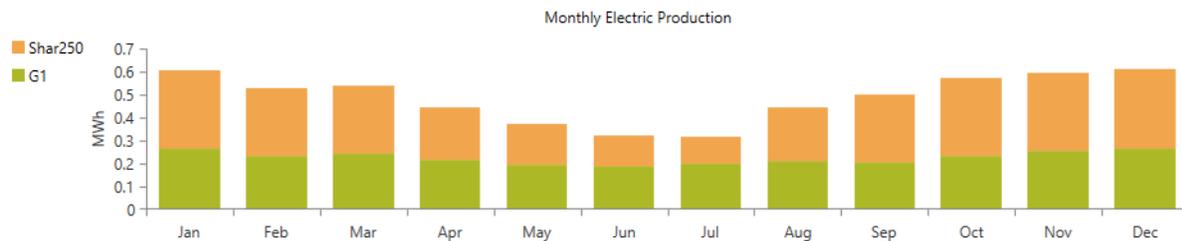


Figure 15

Cabe aclarar que en el simulador no se modeló el acceso/uso de red como backup, aunque está previsto ya que está disponible en la zona donde se lleva a cabo en emprendimiento.

4.1 RESUMEN DE COSTOS:

Component	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$)	Fuel (\$)	Salvage (\$)	Total (\$)
BAE SECURA SOLAR 12 V 3 PVV 210	\$4,288.00	\$1,532.61	\$258.55	\$0.00	(\$627.75)	\$5,451.41
CyboEnergy Off-Grid Twin-pack C1-Mini-1200N1 N2	\$1,106.30	\$977.35	\$0.00	\$0.00	(\$132.51)	\$1,951.14
Generic 1 kW	\$3,121.00	\$0.00	\$904.93	\$0.00	\$0.00	\$4,025.93
Sharp ND-250QCS	\$2,440.00	\$0.00	\$646.38	\$0.00	\$0.00	\$3,086.38
System	\$10,955.30	\$2,509.95	\$1,809.85	\$0.00	(\$760.26)	\$14,514.85

Total NPC:	\$14,514.84
Levelized COE:	\$0.6727
Operating Cost:	\$275.35

5. CONCLUSION:

En el presente informe se formuló el desarrollo de un emprendimiento educativo-productivo en una zona rural de la localidad de Rio Gallegos, siendo éste abastecido con energía solar fotovoltaica y energía eólica. Se detallaron los recursos disponibles del sitio, como así también los perfiles de consumo mensual de las instalaciones de la chacra. De esta forma se realizó un primer dimensionamiento estimativo del sistema, ya sea de su configuración como de sus costos. A partir de estos cálculos realizados en planillas predeterminadas de Excel, se pudo determinar que para abastecer dicho emprendimiento se debe contar con una configuración de 8 paneles fotovoltaicos, 1 aerogenerador, un string de 6 baterías, 1 inversor y 1 regulador, y que se necesita contar con una inversión inicial de aproximadamente \$985.092.

Luego, mediante el simulador HOMER, se realizó un refinamiento de cálculos, resultando en 3 posibles configuraciones (de las cuales se analizó 1, ya que las restantes no incluían todos los componentes requeridos para que el sistema de generación sea mixto). Mediante el refinamiento realizado por el simulador se pudo determinar una configuración de 1 string de 10 paneles solares de 250 W, 1 aerogenerador, 2 string (en paralelo) de 2 baterías de 12 V, 1 inversor y un regulador, con un costo de inversión inicial de U\$S 10.955, que equivale a un valor de \$1.232.437 (tomando la cotización del dólar oficial a \$112,5 28/02/22).

Se llegó a la conclusión que el costo de inversión inicial arrojado por el simulador no es muy alto, considerando la vida útil de los componentes, y se encuentra muy cercana al costo arrojado por el dimensionamiento en Excel.

Si se comparan ambos métodos, el dimensionamiento de componentes solares con Excel, para satisfacer el 50% de la demanda energética, requiere de 8 paneles solares. Mientras que utilizando HOMER, para satisfacer el 100% de la demanda, se necesitan 10 paneles fotovoltaicos si lo combinamos con aerogenerador de 1000 W, como así también una cantidad menor de baterías. Es por esto, que se recomienda elegir la opción arrojada por el simulador, ya que provee un 100% de energía renovable al emprendimiento y con casi 4100 kWh/año de exceso de carga eléctrica, siendo esto un posible beneficio a futuro si la provincia se adhiere a la ley 27.424 de Generación Distribuida, inyectando los excesos de energía a la red.

6. BIBLIOGRAFIA:

Páginas de internet de:

- Enertik
- Solarmat
- Mercado Libre

- NASA