

## Trabajo Integrador Final

### Energías Renovables

- **Objetivo General:** Elaborar un proyecto donde mediante planillas Excel y el software HOMER se pudiera ensayar el abastecimiento energético del mismo, con la premisa, de que el 50% de la generación energética debe ser a través de energía fotovoltaica y el otro 50% por medio de aerogeneradores.

#### 1. Memoria Descriptiva

**Proyecto:** Se pretende abastecer de energía sustentable una vivienda con invernadero para un emprendimiento comercial de frutos finos (*específicamente frutillas*) mediante hidroponía NFT (*Técnica de lámina de nutrientes o Nutrient Film Technique, por sus siglas en inglés*), la misma va a estar conectada a la red principal; para solventar los periodos sin energía, en caso contrario que la generación sea superior al consumo se procederá a la venta del excedente de energía a la red para poder obtener un beneficio monetario que equilibre la balanza económica producción-consumo energético.

**Localización del proyecto:** El mismo se llevará a cabo en la localidad de Los Antiguos, debido a su ubicación geográfica (*Latitud -46,55 y Longitud -71,61*) en la provincia de Santa Cruz y a su historia como punto neurálgico de producción de frutos finos, especialmente cerezas.

**Fundamentación:** La frutilla es un fruto fino de gran valor nutritivo y alto valor comercial tanto en el mercado interno como externo, pero su principal problema es su alta sensibilidad a los vientos de la zona. Por otra parte, la hidroponía NFT es un sistema de producción sin sustrato en el cual las raíces de las plantas se hidratan y absorben los nutrientes directamente de una lámina de agua que circula en un circuito cerrado. Por lo cual, unificando la producción de frutillas bajo circunstancias muy controladas como sería un invernadero y el sistema NFT se podría optimizar al máximo su producción para generar un buen ingreso de dinero, mejorar la calidad de vida y ampliar el espectro de posibilidades de inversión y trabajo.

#### 2. Memoria de cálculos

Para llevar adelante los cálculos en las planillas Excel y el software HOMER otorgado por la cátedra de Energías Renovables, primero se obtuvieron los datos de la tabla 1, los cuales fueron extraídos de la página de la NASA (<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>).

**Tabla N°1.** Datos de la NASA mensuales de velocidad promedio del viento, horas de sol promedio en un día y energía radiante que incide sobre una superficie horizontal.

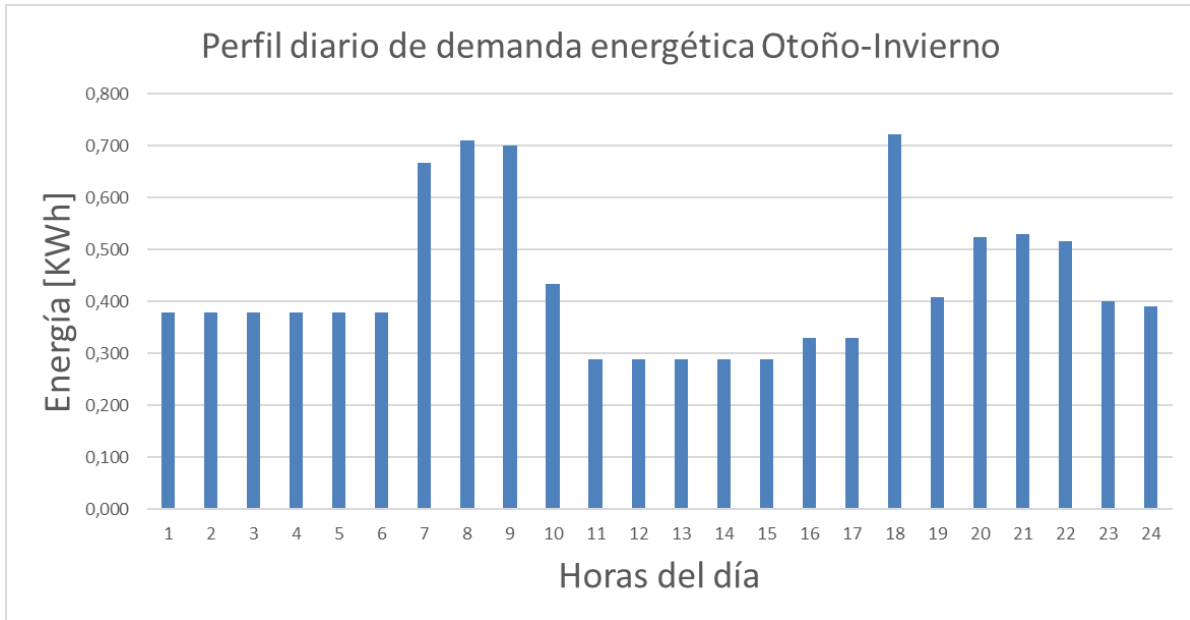
Datos:	m/s	kWh/m2/dia	Horas de sol
Enero	7,07	6,26	15,33
Febrero	6,11	5,64	13,97
Marzo	5,66	3,92	12,42
Abril	5,71	2,45	10,77
Mayo	4,92	1,42	9,37
Junio	4,65	0,93	8,62
Julio	4,6	1,11	8,97
Agosto	4,97	1,79	10,17
Septiembre	5,57	2,97	11,73
Octubre	6,14	4,59	13,37
Noviembre	6,81	5,9	14,88
Diciembre	7,09	6,42	15,72

En la primera columna se expresan los valores de velocidad del viento en metros sobre segundos a 10m de altura, la segunda indica las HPS o cantidad de energía radiante sobre un plano y la tercera la cantidad de horas de luz diarias. Todos son valores promedios históricos.

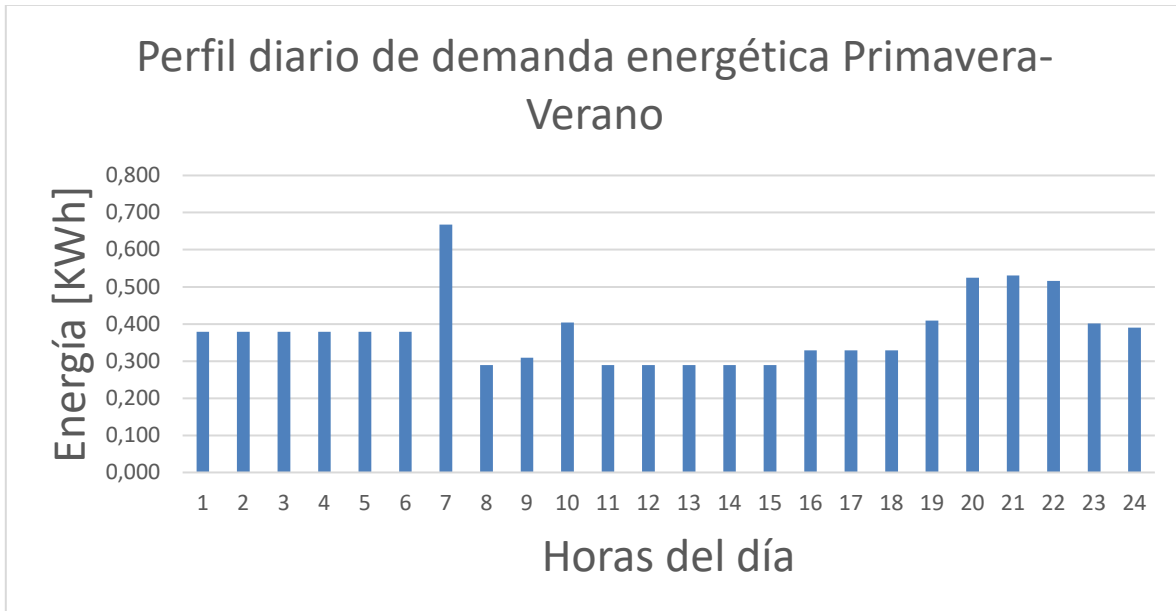
### Consumo energético del emprendimiento

Para el emprendimiento se realizaron dos perfiles de consumo diario, uno para las estaciones de otoño-invierno (fig.1) y otro para primavera-verano (fig.2). A fines de poder alimentar todo el año sin necesidad de usar energía de la red se utilizó el requerimiento energético más elevado el cual corresponde a las estaciones de otoño-invierno y los cálculos se procedieron a realizar en base a este requerimiento (tabla 2), recordando la premisa dada por la cátedra, el 50% de la demanda total debe ser satisfecha por energía eólica y el otro 50% por energía fotovoltaica, esto a los fines de los cálculos posteriores.

**Figura N°1.** Perfil de demanda diaria del emprendimiento para las estaciones otoño-invierno, la demanda diaria es de 10.388,05W.



**Figura N°2.** Perfil de demanda diaria del emprendimiento para las estaciones primavera-verano, la demanda diaria es de 9.150,55W.



**Tabla N°2.** Requerimiento energético diario para las estaciones de otoño-invierno.

Horas	Energía (kWh)
1	0,3792
2	0,3792
3	0,3792
4	0,3792
5	0,3792
6	0,3792
7	0,66795
8	0,7112
9	0,7012
10	0,4342
11	0,2892
12	0,2892
13	0,2892
14	0,2892
15	0,2892
16	0,3292
17	0,3292
18	0,7227
19	0,4092
20	0,5242
21	0,5302
22	0,5162
23	0,4012
24	0,3902
<b>Total</b>	<b>10388,05 Wh</b>
<b>50% a cubrir por ambas fuentes energéticas</b>	<b>5194,025 Wh</b>

**Tabla N°3.** Elementos electrónicos que demandan energía.

Elemento electrónico	Potencia (w)	Cantidad de elementos
Lámpara de techo	15,0	7
veladores	11,0	2
TV LED 32"	115,0	2
Luminarias exteriores	30,0	3
Notebook	40,0	1
Heladera	200,0	1
Lámpara invernadero	68,0	4
Bomba de agua	36,0	2
Timer	1,2	1
Medido de temperatura	6,0	1
Caldera	110,0	1

**Tabla N°4.** Características de los componentes a utilizar.

<b>Paneles Solares</b>	
Potencia	450 watts
Voltaje	34,83 Volt
<b>Aerogeneradores</b>	
Potencia	375 watts
Voltaje	48 Volt
<b>Baterías</b>	
Capacidad	225 Ah
Voltaje	6 Volt
Nivel de descarga	30%
Voltaje del banco de baterías	48 Volt
String mínimo o banco de baterías	8 baterías en serie
<b>Inversor con regulador de carga</b>	
Eficiencia	93%
Voltaje	48 Volt
Potencia	3500 watts

**Procedimiento en planillas Excel**

- **Fotovoltaica**

**Paso 1:** Se Ingresaron los datos de coordenadas en ángulos

Día=>	256,3	
Mes=>	9	
Latitud (°) =>	-46,55	Latitud (rad)
Longitud (°) =>	-71,61	Longitud (rad)
Correccion Horaria=>	-1	
ángulo de inclinación del plano(°) =>	-37,99571993	Negativo en el hemisferio Sur (+hacia el Este; - hacia el Oeste)
ángulo azimutal de orientación del plano (°) =>	0	
albedo (□) =>	0,3	

**Paso 2:** Se transformaron los datos de HPS a MJ/m2 y se copiaron los valores como se ve en la imagen en la columna donde se indica la localización del emprendimiento.

Días acumulados	Día medio	Promedio diario mensual (Los Antiguos)(MJ/m <sup>2</sup> .día)	[Kwh/m <sup>2</sup> ]	[MJ/m <sup>2</sup> ]
0	17,1	22,536	Enero 6,26	22,536
31	47,2	20,304	Febrero 5,64	20,304
59	76	14,112	Marzo 3,92	14,112
90	105,5	8,82	Abril 2,45	8,82
120	134,6	5,112	Mayo 1,42	5,112
151	160,8	3,348	Junio 0,93	3,348
181	197,9	3,996	Julio 1,11	3,996
212	226,9	6,444	Agosto 1,79	
243	256,3	10,692	Septiembre 2,97	
273	285,6	16,524	Octubre 4,59	
304	315,9	21,24	Noviembre 5,11	21,24
334	343,3	23,112	Diciembre 6,996	23,112

**Paso 3:** utilizando la herramienta de optimización de datos SOLVER se procedió a calcular el Angulo óptimo para la mayor adquisición energética de la superficie colectora.

Parámetros de Solver

Establecer objetivo:

Para:  Máx  Mín  Valor de:

Cambiar las celdas de variables:

Subjecto a las restricciones:

Convertir variables sin restricciones en no negativas

Método de resolución: GRG Nonlinear

Método de resolución: Selección del motor GRG Nonlinear para problemas de Solver no lineales suavizados. Selección del motor LP Simplex para problemas de Solver lineales, y selección del motor Evolutionary para problemas de Solver no suavizados.

Botones: Ayuda, Resolver, Cerrar

Promedio acumulada mensual radiación en el plano inclinado	
654,68	
586,92	
525,69	
395,06	
296,44	
212,24	
247,66	
322,67	
413,34	
554,92	
613,42	
657,22	
<b>Total anual</b>	<b>5480,25</b>

Día=>	256,3	
Mes=>	9	
Latitud (°) =>	-46,55	Latitud (rad)
Longitud (°) =>	-71,61	Longitud (rad)
Corrección Horaria=>	-1	
ángulo de inclinación del plano(°) =>	-37,99571993	Negativo en el hemisferio Sur (+hacia el Este; - hacia el Oeste)
ángulo azimutal de orientación del plano (°) =>	0	
albedo (□) =>	0,3	

**Paso 4:** se modificaron los días y meses para así obtener los HPS que captaría en promedio la superficie mes a mes.

Días acumulados	Día medio	Promedio diario mensual (Los Antiguos)(MJ/m <sup>2</sup> .día)	[Kwh/m <sup>2</sup> ]	[MJ/m <sup>2</sup> ]	
0	17,1	22,536	<b>Enero</b>	6,26	22,536
31	47,2	20,304	<b>Febrero</b>	5,64	20,304
59	76	14,112	<b>Marzo</b>	3,92	14,112
90	105,5	8,82	<b>Abril</b>	2,45	8,82
120	134,6	5,112	<b>Mayo</b>	1,42	5,112
151	160,8	3,348	<b>Junio</b>	0,93	3,348
181	197,9	3,996	<b>Julio</b>	1,11	3,996
212	226,9	6,444	<b>Agosto</b>	1,79	6,444
243	256,3	10,692	<b>Septiembre</b>	2,97	10,692
273	285,6	16,524	<b>Octubre</b>	4,59	16,524
304	315,9	21,24	<b>Noviembre</b>	5,9	21,24
334	343,3	23,112	<b>Diciembre</b>	6,42	23,112

Día=>	256,3	
Mes=>	9	
Latitud (°) =>	-46,55	Latitud (rad)
Longitud (°) =>	-71,61	Longitud (rad)
Corrección Horaria=>	-1	
ángulo de inclinación del plano(°) =>	-37,99571993	Negativo en el hemisferio Sur (+hacia el Este; - hacia el Oeste)
ángulo azimutal de orientación del plano (°) =>	0	
albedo (□) =>	0,3	

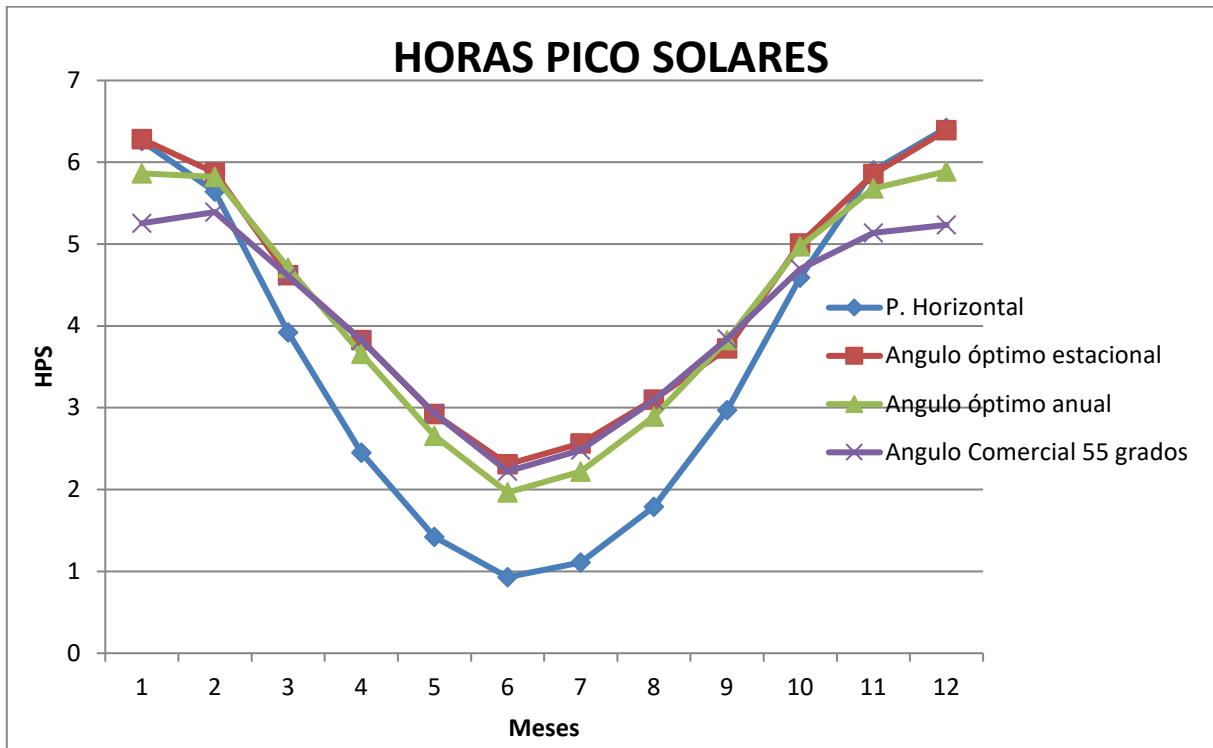
<b>Promedio radiación total diaria del plano inclinado (MJ / m<sup>2</sup>.día)</b>		Hs =	<b>13,77803</b>
<b>Horas pico solares (horas de 1Kwh/r)</b>			<b>3,827</b>

Promedio mensual de HPS (para plano inclinado óptimo)		
Meses	Estacional	Anual
<b>Enero</b>	6,283	5,866
<b>Febrero</b>	5,871	5,823
<b>Marzo</b>	4,620	4,711
<b>Abril</b>	3,827	3,658
<b>Mayo</b>	2,926	2,656
<b>Junio</b>	2,309	1,965
<b>Julio</b>	2,564	2,219
<b>Agosto</b>	3,100	2,831
<b>Septiembre</b>	3,724	3,827
<b>Octubre</b>	5,007	4,372
<b>Noviembre</b>	5,858	5,68
<b>Diciembre</b>	6,392	5,889

Este procedimiento lo podemos realizar mes a mes, estación a estación o anual como sería en este caso que se realizó el presente trabajo.

Figura N°3. Comparativa de las curvas de HPS en cuatro ángulos diferentes.





**Paso 5:** Teniendo la demanda energética de tabla 2 las características de los componentes de tabla 4 y los valores de HPS de un ángulo óptimo anual de los pasos anteriores se pudo calcular la cantidad de paneles necesarios para satisfacer la demanda y el número de baterías que se requieren para almacenarla.

DATOS	
<b>Panel</b>	
PPP = Potencia Pico del Panel [W]	450
<b>Batería</b>	
CAP = Capacidad [Ah]	225
VOLT = Tensión de la Batería [V]	6
ND = Nivel de Descarga	30%
T = Numero de días sin generación	3
<b>Eficiencia del sistema</b>	0,69192
ER = Eficiencia del Regulador	0,93
EB = Eficiencia de las Baterías	0,80
EC = Eficiencia del Convertidor	0,93
FS = Factor de seguridad	1,15

MES	HPS (sobre plano inclinado óptimo ANUAL)	CE= PM* $TU$	ES	NP=CE*FS / (PPP*HPS* ES)	NB
ENERO	5,866	4575,275	0,69192	2,88	36,44
FEBRERO	5,823	4575,275	0,69192	2,90	36,44
MARZO	4,711	5194,025	0,69192	4,07	41,37
ABRIL	3,658	5194,025	0,69192	5,24	41,37
MAYO	2,656	5194,025	0,69192	7,22	41,37
JUNIO	1,965	5194,025	0,69192	9,76	41,37
JULIO	2,219	5194,025	0,69192	8,65	41,37
AGOSTO	2,891	5194,025	0,69192	6,64	41,37
SEPTIEMBRE	3,827	4575,275	0,69192	4,42	36,44
OCTUBRE	4,972	4575,275	0,69192	3,40	36,44
NOVIEMBRE	5,68	4575,275	0,69192	2,98	36,44
DICIEMBRE	5,889	4575,275	0,69192	2,87	36,44

Dando como resulta redondo un numero de 10 paneles solares de 450W de potencia y 48 baterías de 6 voltios, debido a que se deben conectar en bancos de 8 en serie para obtener el voltaje de 48.

▪ Eólica

**Paso 1:** Se ingresó el valor de eficiencia del inversor, los demás valores que están resaltados en amarillo de precio, voltaje y potencia se eligieron del listado de inversores de la planilla.

**Variables de Planilla Energía:**

Potencia Nominal Requerida	$P_N [W]$	1031,00 W
Potencia Pico Requerida	$P_{pk} [W]$	1251,00 W
Rendimiento Nom.	$\eta_1 [\%]$	93,00% Aprox. 85-90%

**Calculos:**

**Modelos Disponibles**

**(Todos con salida 220V/50Hz)**

Fabricante/Modelo	Tensión [V]	Pot.Nom[W]	Pot.Pico[W]	Origen	Precio (\$ o u\$s) (7/2023)
<b>Ejemplos Senoidal pura con cargador</b>					
1. Growatt SPF 3500 ES <a href="http://www.ginverter.com">www.ginverter.com</a>	48	3500	4500	China/AR	\$ 1.023.347,59
2. Enertik ICB-3K- 24 <a href="https://enertik.com.ar/inversor-de-corriente-cargador-de-baterias-pwm-3000w">https://enertik.com.ar/inversor-de-corriente-cargador-de-baterias-pwm-3000w</a>	24	3000	6000	China/AR	\$ 51.300,00
3. Enertik ICB-5K- 48 <a href="https://enertik.com.ar/inversor-de-corriente-cargador-de-baterias-mppt-ica-5000w">https://enertik.com.ar/inversor-de-corriente-cargador-de-baterias-mppt-ica-5000w</a>	48	5000	10000	China/AR	\$ 131.900,00
<b>Senoidal pura con cargador</b>					
QMAX 1724SP-C (cargador)	24	1700	5900	ARG	Solicitar cotiz
QMAX 1548SP-C(cargador)	48	1500	5200	ARG	
QMAX 2024SP-C (cargador)	24	2000	7000	ARG	
QMAX 3324SP-C (cargador)	24	3300	11500	ARG	
QMAX 3548SP-C(cargador) <a href="https://qmax.com.ar/productos/serie-sp-aislado#1537197395885-13d79eda-a268">https://qmax.com.ar/productos/serie-sp-aislado#1537197395885-13d79eda-a268</a> <a href="http://solartec.com.ar">solartec.com.ar</a>	48	3500	12200	ARG	

**Para cubrir la demanda de Potencia**

**Ingresar Datos**

<b>Modelo elegido:</b>	<b>SPF 3500 ES</b>	<b>48</b>
Tensión Nominal:	48,00 (Copiar de tabla)	
Potencia Nominal:	3500,00 (Copiar de tabla)	
Potencia Pico:	4500,00 (Copiar de tabla)	

**Cálculos**

% de Pot. Nominal Cubierta:	339,48% (Preferentemente >100%)
% de Pot. Pico Cubierta:	359,71% (Preferentemente >100%)

<b>ELECCION DE INVERSOR</b>		(12/2023)
Tensión de Trabajo (Definida en Baterías)	48,00 Volts	
Modelo Inversor (definido en Ingresar Datos)	SPF 3500 ES	48 (valor q va a hoja Costos Aprox)
CANTIDAD ELEGIDA	1,00 Inversor/es	(valor q va a hoja Costos Aprox)
Tipo de Cambio (Si es en \$ poner 1)	800,00 (\$/u\$s)	
COSTO (DE TABLA)	\$ 1.023.347,59 pesos	(valor q va a hoja Costos Aprox)

**Paso 2:** Se cargaron los valores del sistema, rendimientos, precios y días sin viento (que deben ser los mismos que aceptamos como los días sin generación solar, en este caso 3 días), como se ve en las celdas marcadas en amarillo y verde. Finalmente, la planilla nos devuelve el número de baterías que deberíamos tener en nuestro sistema y debemos elegir entre esos dos. En este trabajo se eligió el máximo número de baterías.

**Parametros:**

Capacidad Nominal Bat.	$Cap_{bat} [Ah]$	225,00	
Tension Bateria	$V_{bat} [V]$	6,00	
Tension Trabajo CC	$V_{sis} [V]$	48,00	(12,24,48V)
Cantidad Bat. en SM	$SM[]$	8,00	(String Minimo)
Rendimiento Regulador	$\eta_R []$	93,00%	
Rendimiento Baterias	$\eta_B []$	80,00%	
Rendimiento Inversor	$\eta_I []$	93,00%	Fte.: Planilla Inversor
Nivel de Descarga	$N_{desc} []$	30,00%	(Recom.->30 a 40%)

**Variables para Cálculo Diario:**

Consumo Estimado/dia	$C_d [Wh]$	5197,65 Wh/dia	Fte.: Planilla Energia
Días sin Viento (de max.)	$T_{sin\ vientos\ max.}$	3,00	Estimado
Días sin Viento (de min.)	$T_{sin\ viento\ min.}$	1,00	Estimado
Tipo de Bateria:		Trojan T-105 225Ah (ver link mas abajo)	

**Calculos:**

**Energía de SM**

$ESM = SM * CAP * V_{bat} * N_{desc}$  3240,00 Wh/SM

**Consumo Diario Afectado de Rendimientos:**

$Cdt = C_d / (\eta_R * \eta_B * \eta_I)$  7511,92 Wh/dia

**Consumo Con T días sin viento:**

$CT_M = Cdt * T_{sin\ viento\ (max)}$  22535,77 Wh

$CT_m = Cdt * T_{sin\ viento\ (min)}$  7511,92 Wh

**Cantidad de Baterías (de maxima)**

$N_{SM} = CT_M / ESM$		6,96 SMs
$N_{SMa} = INT(N_{SM})$	(entero máximo)	7 SMs
$NB(M) = N_{SM} * SM$		56 Baterías

**Cantidad de Baterías (de minima)**

$N_{Sm} = CT_m / ESM$		2,32 SMs
$N_{SMi} = INT(N_{Sm})$	(entero mínimo)	3 SMs
$NB(m) = N_{SMi} * SM$		24 Baterías

**ELECCION DE BATERIAS**

Precio Unitario final / estimado 12-2023	\$302.445,59 pesos	
CANTIDAD ELEGIDA	56 Baterías	(valor q va a hoja C)

**Paso 3:** Los valores de viento a 10m de altura de la tabla 1 se traspolan a 12m de altura y se calcula la potencia diaria que va a otorgar el aerogenerador y el número de estos que vamos a necesitar para poder llenar el banco de baterías diariamente.

**Calculos:**

Coeficientes para cálculos energía (Eolux)

29,85    -62,77

**Modelo base Eolux - 24 o 48V**

Potencia Nominal 375 W  
 Generación Referencia Pn x 24hs 9000 Wh/dia

Mes	(I) <v> [m/s]	(II) Promedio Mensual [kWh]	(III) Promedio Diario [kWh]
Enero	8,94	204,11	6,58
Febrero	7,84	171,28	6,12
Marzo	7,41	158,40	5,11
Abril	7,66	165,76	5,53
Mayo	6,82	140,92	4,55
Junio	6,61	134,47	4,48
Julio	6,53	132,02	4,26
Agosto	6,83	141,22	4,56
Setiembre	7,00	146,13	4,87
Octubre	7,92	173,74	5,60
Noviembre	8,67	196,13	6,54
Diciembre	8,97	205,03	6,61

// Comentario: Para dejar la celda fija, p  
 =D25\*F19+G19            se convierte en  
 =D25\*\$F\$19+\$G\$19    y se puede copi

- En la columna (I) se ingresa el promedio mensual del lugar elegido.
- Las columnas (II) y (III) proporcionan la Energías mensual y diaria que produce con el promedio de viento de la columna:

Alturas (metros)	
NASA 10m	12m
8,70	8,94
7,63	7,84
7,21	7,41
7,45	7,66
6,64	6,82
6,43	6,61
6,35	6,53
6,65	6,83
6,81	7,00
7,71	7,92
8,44	8,67
8,73	8,97

**Para cubrir la demanda Cdt**

Mes	Nº Aeros	Entero Mínimo
Enero	1,14	2
Febrero	1,23	2
Marzo	1,47	2
Abril	1,36	2
Mayo	1,65	2
Junio	1,68	2
Julio	1,76	2
Agosto	1,65	2
Setiembre	1,54	2
Octubre	1,34	2
Noviembre	1,15	2
Diciembre	1,14	2

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

ELECCION DE AEROGENERADORES	
Tensión de Trabajo (Definida en Baterías)	48,00 Volts
Distancia Aprox. desde Torre a Tablero	60,00 metros
Costo Unitario Aprox. / 2023 (aprox. usd3000bna)	\$1.691.343,54 pesos
CANTIDAD ELEGIDA	2 Aeros

(valor q va a hoja Costos Aproximados)  
 (valor q va a hoja Costos Aproximados)  
 (valor q va a hoja Costos Aproximados)

**Paso 4:** Finalmente se ingresaron los últimos costos de instalación, transporte, montaje y demás materiales para una aproximación monetaria de la inversión.

**CALCULO DE COSTOS APROXIMADOS**

**Proyecto:** Casa con invernadero  
**Fecha:** 14/12/2023 21:34  
**Revisión:** A

Datos Adicionales	\$ar / 12-2023	
Precio cable Sintenax 3x6mm2	2066,58	\$/m
Torre 12m reticulado	820648,53	\$/unidad
Costos montaje/cables/bases	50505,30	\$/unidad
Fletes, Instalacion, admin.	436610,21	\$/unidad

**Resumen de Datos del Proyecto y Selecciones:**

Energía Diaria Demandada	5197,65	Wh	Planilla Energia
Tensión de Trabajo Sistema CC:	48,00	Volts	Planilla Baterías
N° de Baterías Requerido:	56	Unidades	Planilla Baterías
Cantidad de Aerogeneradores + Torre + Cableado:	2	Unidades	Planilla Aerogenerador
Distancia en Metros de Aerog. a Tablero:	60	metros	Planilla Aerogenerador
Inversor: Cantidad en Circuitos Separados	1	Unidades	Planilla Inversor
Inversor: Potencia Nominal Requerida	1031,00	W	Planilla Energia
Inversor: Potencia Pico Requerida	1251,00	W	Planilla Energia
Tipo de Inversor	SPF 3500 ES	-	Planilla Inversor

CANTIDAD	DESCRIPCION	Precio Unitario	Precio Total	IVA 15% MicroSOLA R	\$ A PAGAR c/IVA incl.
2	AEROGENERADORES ST 375	1691343,54	3382687,08	507403,06	3890090,14
2	TORRES TIPO RETICULADO 12m	820648,53	1641297,06	246194,56	1887491,62
1	MONTAJES-CABLES-BASES	50505,30	50505,30	7575,80	58081,10
60	MTS totales CABLEADO EXTERIOR SINTENAX	2066,58	123994,80	18599,22	142594,02
56	Trojan T-105 225Ah	302445,59	16936953,04	2540542,96	19477496,00
1	SPF 3500 ES	1023347,59	1023347,59	153502,14	1176849,73
1	FLETES, INSTALACION Y GASTOS ADMIN.	436610,21	436610,21	65491,53	502101,74
<b>TOTAL CON IMPUESTOS</b>					<b>27134704,34</b>

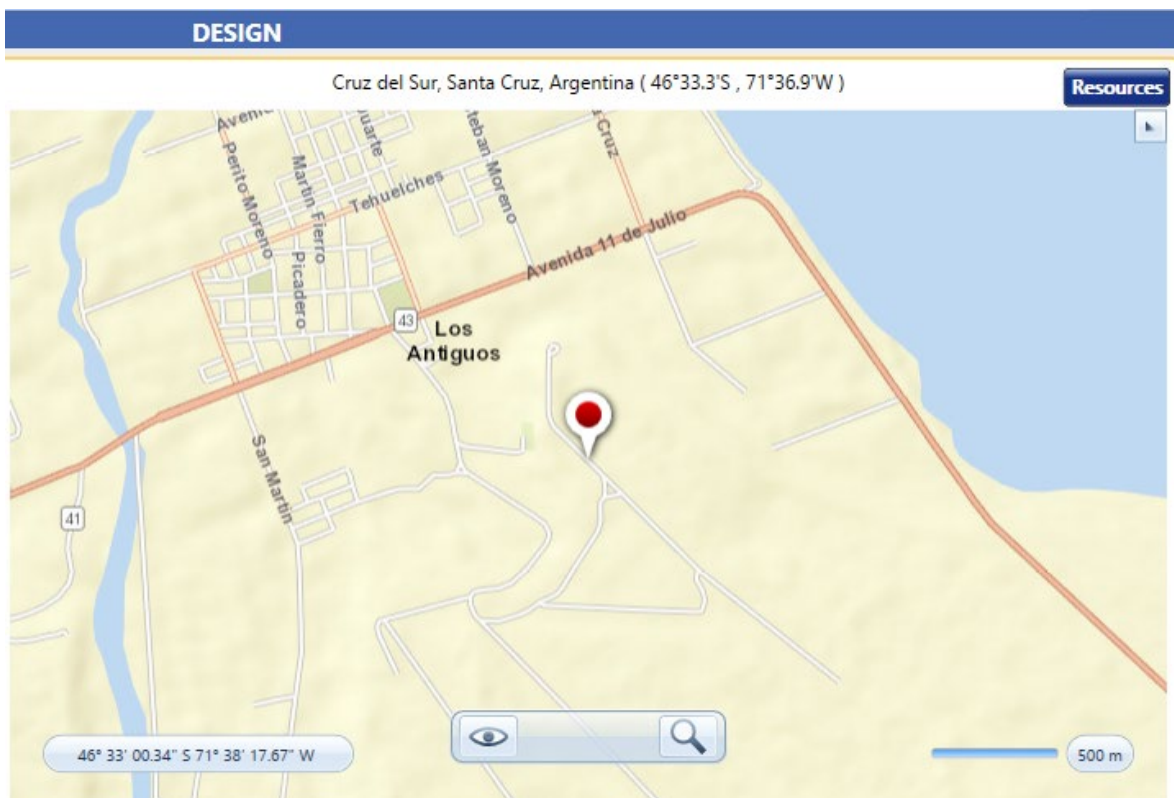
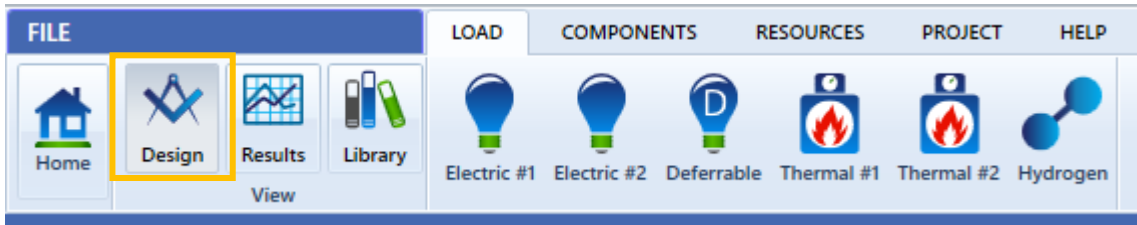
Como conclusión se obtuvo que es necesario 2 aerogeneradores de 375W de potencia y 56 baterías.

**Tabla N°5.** Número final de baterías, paneles y aerogeneradores necesarios para satisfacer toda la demanda energética diaria en las estaciones de otoño-invierno.

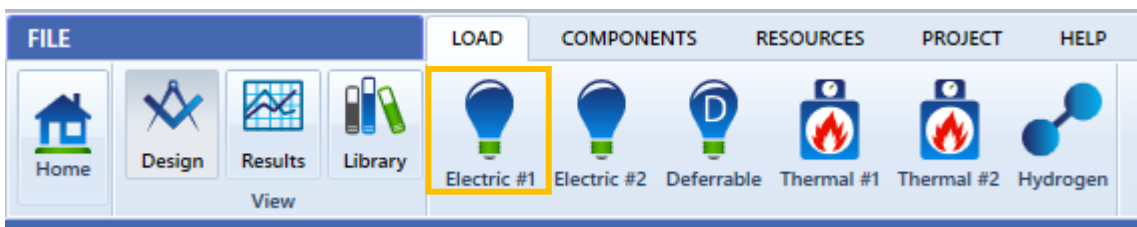
Componentes	Cantidad
Paneles Solares	10
Aerogeneradores	2
Baterías	104

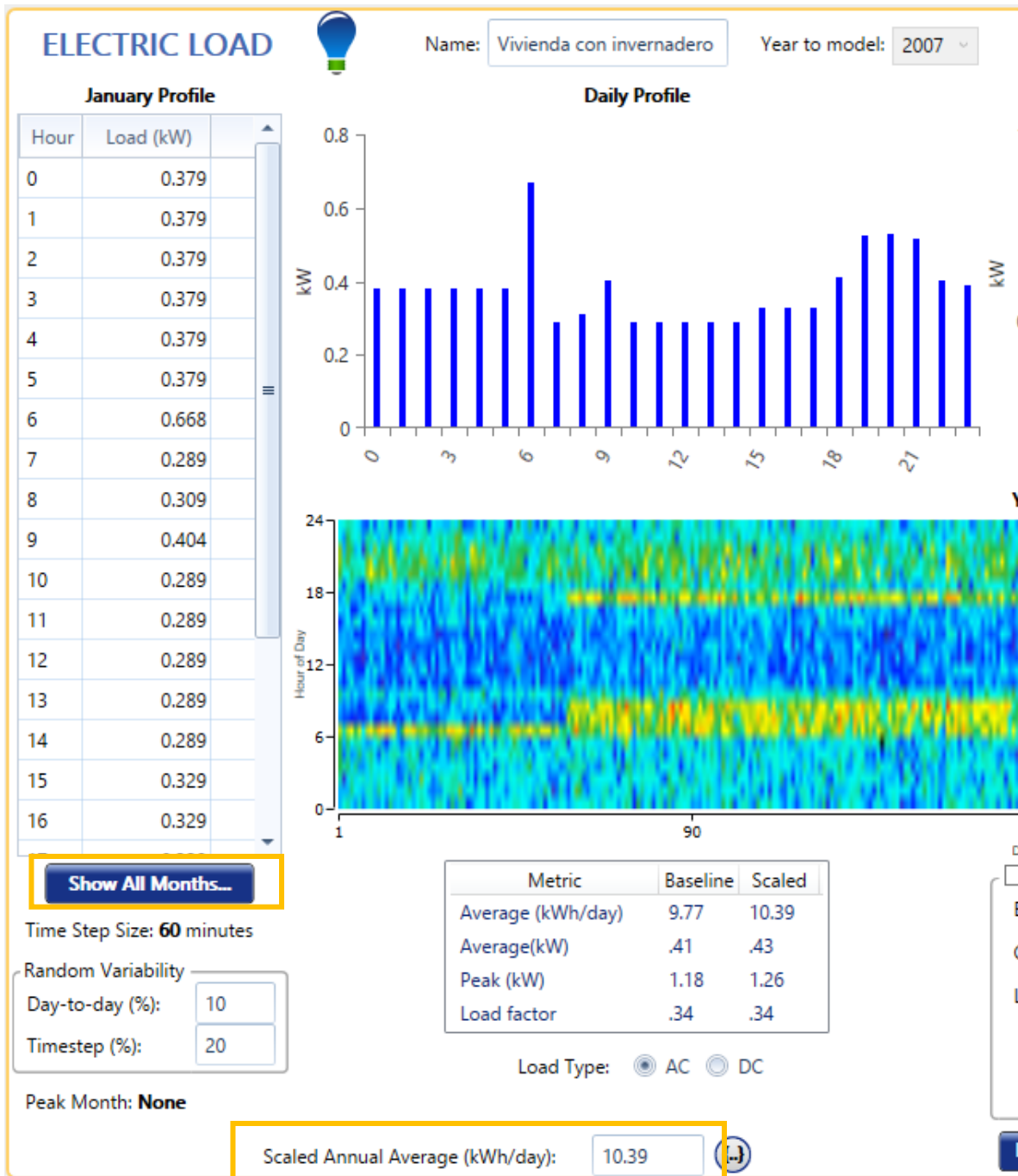
## Procedimiento en Software HOMER

**Paso 1:** Se referencia geográficamente la ubicación del emprendimiento en el botón “Design”



**Paso 2:** Se cargaron los datos de demanda energética en la pestaña “LOAD” y el botón “Electric #1”, en este caso cargamos los dos perfiles de consumo otoño-invierno y primavera-verano, respectivamente mes a mes, así también el máximo consumo promedio por día para poder escalar los gráficos del HOMER.














**Paso 3:** Se cargaron a mano (calculados previamente en las planillas Excel ya mencionadas) y se descargaron de internet (en caso de que tuviera la opción) los diferentes factores climáticos de la zona. En la pestaña “RESOURCES”, en este caso use los botones de “Solar GHI”, “Wind” y “Temperature”



LOAD    COMPONENTS    **RESOURCES**    PROJECT    HELP

 Solar GHI   
  Solar DNI   
  Wind   
  Temperature   
  Fuels   
  Hydrokinetic   
  Hydro   
  Biomass   
  Custom

## SOLAR GHI RESOURCE



Remove

Choose Data Source:  Enter monthly averages  Import from a time series data file or the library

Download From Internet...

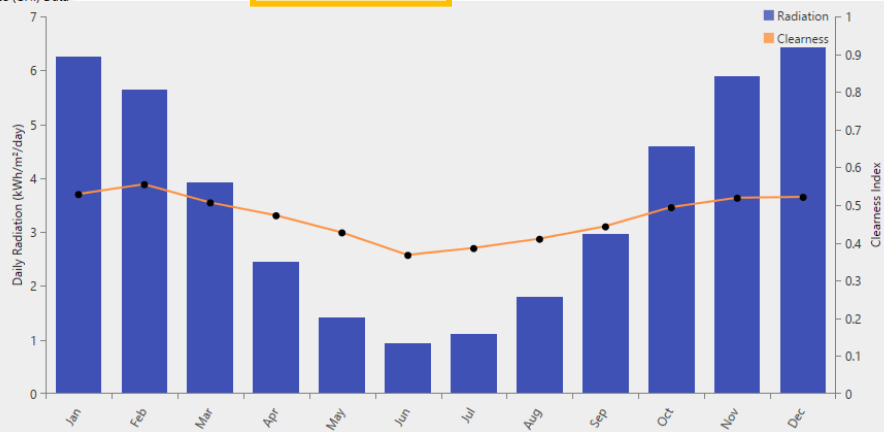
Import...

Import and Edit...

Library:

Monthly Average Solar Global Horizontal Irradiance (GHI) Data

Month	Clearness Index	Daily Radiation (kWh/m <sup>2</sup> /day)
Jan	0.528	6.260
Feb	0.554	5.640
Mar	0.506	3.920
Apr	0.472	2.450
May	0.426	1.420
Jun	0.367	0.930
Jul	0.385	1.110
Aug	0.409	1.790
Sep	0.442	2.970
Oct	0.493	4.590
Nov	0.518	5.900
Dec	0.520	6.420



## WIND RESOURCE



Choose Data Source:  Enter monthly averages  Import from a time series data file or the library

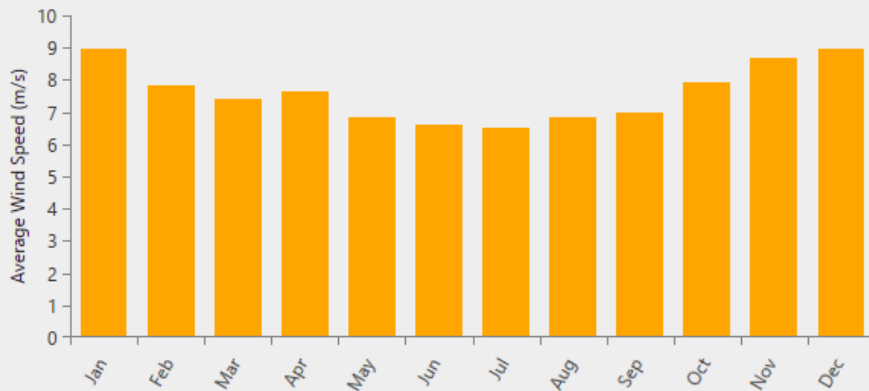
Download From Internet...

Import...

Import and Edit...

Monthly Average Wind Speed Data

Month	Average (m/s)
Jan	8.940
Feb	7.840
Mar	7.410
Apr	7.660
May	6.820
Jun	6.610
Jul	6.530
Aug	6.830
Sep	7.000
Oct	7.920
Nov	8.670
Dec	8.970



Parameters    Variation With Height    Advanced Parameters

Altitude above sea level (m):

Anemometer height (m):



## TEMPERATURE RESOURCE



Remove

Choose Data Source:  Enter monthly averages  Import from a time series data file or the library

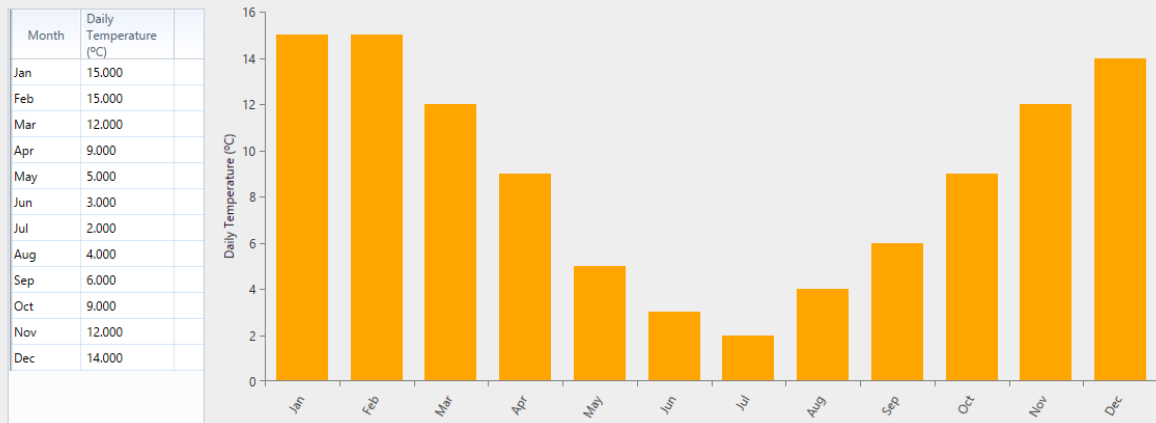
Download From Internet...

Import...

Import and Edit...

Library:

Monthly Average Temperature Data



**Paso 4:** Se arma el sistema energético desde la pestaña “COMPONENTS” y como en general el catálogo de componentes es de piezas genéricas, se buscó lo más cercano posible en cuanto a especificaciones de las partes y se fue modificando a medida de los componentes obtenidos en la realidad y al sistema que se desea realizar, como se vio en la tabla 4.



Add/Remove Generic 1 kW

**WIND TURBINE**

Name:  Abbreviation:  Remove

Copy To Library

Quantity	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$/year)
1	\$1,289.13	\$1,289.13	\$129.00
Click here to add new item			

Multiplier:

Properties

Name: **Generic 1 kW**

Abbreviation: **G1**

Rated Capacity (kW): **1**

Manufacturer: **Generic**

[homeenergy.com](http://homeenergy.com)

Notes:

Site Specific Input

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


Quantity Optimization

HOMER Optimizer™

Search Space

Quantity
0
1
2

Electrical Bus  AC  DC

**PV**  Name: SunPower E20-327 Abbreviation: SPR-E20

Remove Copy To Library ?

**Properties**

Name: SunPower E20-327  
 Abbreviation: SPR-E20  
 Panel Type: Flat plate  
 Rated Capacity (kW): 6.3  
 Temperature Coefficient: -0.34  
 Operating Temperature (°C): 41.00  
 Efficiency (%): 20.9  
 Manufacturer: SunPower  
[Data Sheet for E20-327](#)  
 Notes:  
 This model represents the SPR-E20-327, as opposed to the SPR-E19-320, both of which represent SunPower E-series Residential Solar Panels.  
 96 monocrystalline cells, nominal power of 327W, average panel efficiency of 20.4%.

**Cost**

Capacity (kW)	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$/year)
0.45	153.84	153.84	30.00

Lifetime time (years): 25.00

**Sizing**

HOMER Optimizer™  
 Search Space

kW

- 0
- 0.45
- 1.8
- 4.5
- 6.3

**Site Specific Input** Derating Factor (%): 88.00

**Electrical Bus**  AC  DC

**Advanced...**

 PV Advanced Properties


MPPT Orientation Temperature

Ground Reflectance (%): 20.00

Tracking System: No Tracking

Use default slope Panel Slope (degrees): 37.99

Use default azimuth Panel Azimuth (degrees West of South): 180.00

 PV Advanced Properties


MPPT Orientation Temperature

Consider temperature effects?  
 Using ambient temperature defined in the temperature resource.

Temperature effects on power (%/°C): -0.340

Nominal operating cell temperature (°C): 41.00

Efficiency at standard test conditions (%): 20.90

**STORAGE**  Name: Trojan SSIG 06 255 Abbreviation: SSIG 06 Remove  
Copy To Library

**Properties**

**Kinetic Battery Model**

Nominal Voltage (V): 6  
 Nominal Capacity (kWh): 1.52  
 Maximum Capacity (Ah): 254  
 Capacity Ratio: 0.477  
 Rate Constant (1/hr): 0.455  
 Roundtrip efficiency (%): 80  
 Maximum Charge Current (A): 45  
 Maximum Discharge Current (A): 300  
 Maximum Charge Rate (A/Ah): 1

**Cost**

Quantity	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$/year)
1	230.52	230.52	23.00

Lifetime throughput (kWh):  [-] More...

**Sizing**

HOMER Optimizer™  
 Search Space


# strings
0
8
16
32
48
56
64
72
80
88
96
104
112

**Site Specific Input**

String Size:  Voltage: 48 V

Initial State of Charge (%):  [-]

Minimum State of Charge (%):  [-]

**CONVERTER**  Schneider Conext XW+5548 Name: Schneider Conext XW+554  
Complete Catalog Abbreviation: Conext

**Properties**

Name: **Schneider Conext XW+5548**  
 Abbreviation: **Conext XW+5548**  
[sesolar.com](http://sesolar.com)  
 Notes:  
**Both grid forming and grid following. It is a battery dedicated inverter**

**Costs**

Capacity (kW)	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$/year)
1	\$780.00	\$780.00	\$78.00

[Click here to add new item](#)

Multiplier:  [-]  [-]  [-]

**Schneider Electric**

**Inverter Input**

Lifetime (years):  [-]

Efficiency (%):  [-]

Parallel with AC generator?

**Rectifier Input**

Relative Capacity (%):  [-]

Efficiency (%):  [-]

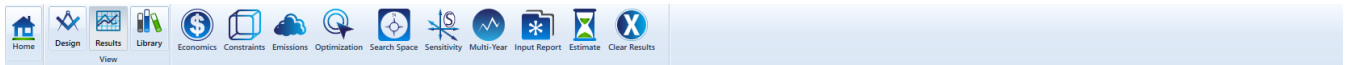
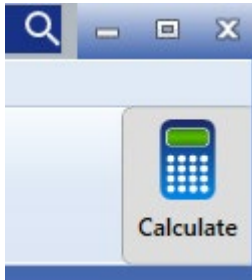
**Paso 5:** Una vez armado el esquema de componentes y ajustado sus parámetros a los datasheet de los componentes reales, vamos a la pestaña “Project” y al botón “Constraints” donde ajustamos el porcentaje de intervención de las energías a utilizar y el porcentaje total de energía generada que queremos que las fuentes renovables otorguen al sistema. Como ya se menciona la distribución entre fuentes debe ser del 50/50 y el sistema en la medida de lo posible debe ser autónomo a pesar de estar conectado a la red, para este caso utilice 90%.

The image shows a software interface for energy system simulation. At the top, a 'SCHEMATIC' diagram illustrates the system architecture. It is divided into AC and DC sections. The AC section includes a 'Grid' and a 'Vivienda con inv' (house with storage) with a load of 10.39 kWh/d and 1.26 kW peak, connected to a 'Conext XW+5548' inverter. The DC section includes a 'G1' wind turbine, 'SPR-E20' solar panels, and 'SSIG 06 255' storage. Below the schematic is a navigation bar with tabs for 'LOAD', 'COMPONENTS', 'RESOURCES', 'PROJECT', and 'HELP'. The 'COMPONENTS' tab is active, showing icons for 'Economics', 'Constraints', 'Emissions', 'Optimization', 'Search Space', 'Sensitivity', 'Multi-Year', 'Input Report', 'Estimate', and 'Clear Results'. The 'Constraints' icon is highlighted with a yellow box.

The 'CONSTRAINTS' panel is shown below, with a yellow box highlighting the 'Constraints' icon and the 'Minimum renewable fraction (%)' field. The settings are as follows:

- Maximum annual capacity shortage (%): 5.00
- Minimum renewable fraction (%): 90.00
- Operating Reserve:
  - As a percentage of load:
    - Load in current time step (%): 10.00
    - Annual peak load (%): 0.00
  - As a percentage renewable output:
    - Solar power output (%): 50.00
    - Wind power output (%): 50.00

**Paso 5:** Pulsamos el botón “Calculate” de la esquina superior y el software nos da una serie de soluciones para la demanda y el sistema que deseamos conformar. De esta manera elegimos uno de ellos y podemos ver las características y resultados finales que nos daría el sistema seleccionado.



**RESULTS**

Summary   Tables   Graphs

Export...   Export Details...

**Optimization Results**  
Left Double Click on a particular system to see its detailed Simulation Results.

Architecture				Cost				System				SPR-E20		G1		Autonomy	
SPR-E20 (kW)	G1	SSIG 06 255 (\$)	Grid (kW)	Conext XW+5548 (kW)	Dispatch	NPC (\$)	LCOE (\$/kWh)	Operating cost (\$/yr)	CAPEX (\$)	Ren Frac (%)	Total Fuel (L/yr)	CAPEX	Energy Production (kWh/yr)	Capital Cost (\$)	Production (kWh/yr)	O&M Cost (\$)	Autonomy (hr)
6.30	2	64	999,999	2.41	LF	\$49,584	\$0.337	\$2,183	\$21,362	90.1	0	2,154	8,457	2,578	6,605	258	67.6
6.30	2	64	999,999	2.41	CC	\$49,584	\$0.337	\$2,183	\$21,362	90.1	0	2,154	8,457	2,578	6,605	258	67.6
6.30	2	64	999,999	2.44	LF	\$49,654	\$0.336	\$2,187	\$21,387	90.2	0	2,154	8,457	2,578	6,605	258	67.6
6.30	2	64	999,999	2.44	CC	\$49,654	\$0.336	\$2,187	\$21,387	90.2	0	2,154	8,457	2,578	6,605	258	67.6
6.30	2	64	999,999	2.50	LF	\$49,795	\$0.333	\$2,194	\$21,435	90.3	0	2,154	8,457	2,578	6,605	258	67.6
6.30	2	64	999,999	2.50	CC	\$49,795	\$0.333	\$2,194	\$21,435	90.3	0	2,154	8,457	2,578	6,605	258	67.6
4.50	2	64	999,999	3.50	LF	\$49,974	\$0.317	\$2,195	\$21,600	90.6	0	1,538	6,041	2,578	6,605	258	67.6
4.50	2	64	999,999	3.50	CC	\$49,974	\$0.317	\$2,195	\$21,600	90.6	0	1,538	6,041	2,578	6,605	258	67.6

**Simulation Results**

System Architecture: Trojan SSIG 06 255 (8.00 strings)   HOMER Cycle Charging  
 SunPower E20-327 (4.50 kW)   Schneider Conext XW+5548 (3.50 kW)  
 Generic 1 kW (2.00)   Grid (999,999 kW)

Total NPC:	\$49,974.39
Levelized COE:	\$0.3171
Operating Cost:	\$2,194.89

**Schneider Conext XW+5548 Emissions**

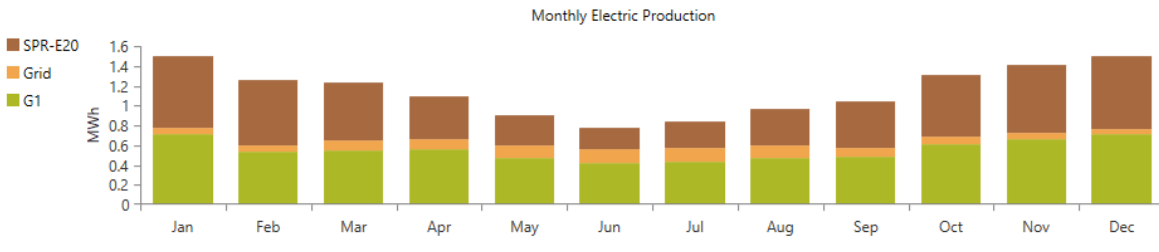
Cost Summary   Cash Flow   Compare Economics   **Electrical**   Renewable Penetration   Trojan SSIG 06 255   SunPower E20-327   Generic 1 kW   Grid

Production	kWh/yr	%
SunPower E20-327	6,041	43.8
Generic 1 kW	6,605	47.9
Grid Purchases	1,143	8.29
<b>Total</b>	<b>13,789</b>	<b>100</b>

Consumption	kWh/yr	%
AC Primary Load	3,792	31.1
DC Primary Load	0	0
Deferrable Load	0	0
Grid Sales	8,400	68.9
<b>Total</b>	<b>12,192</b>	<b>100</b>

Quantity	kWh/yr	%
Excess Electricity	766	5.55
Unmet Electric Load	0	0
Capacity Shortage	0	0

Quantity	Value	Units
Renewable Fraction	90.6	%
Max. Renew. Penetration	195	%



Como resultado se seleccionó el sistema que cumpliera con la capacidad de los componentes y el tiempo de autonomía más próximo a los 3 días. Recordar que el HOMER no pudo calcular el resultado de 100% de energía renovable debido a que el sistema está

conectado a la red y tiende a obligar a bajar la fracción renovable. Dando como resultado final un total de 5 paneles de 450W, 2 aerogeneradores de 1kW (recordar que el modelo real elegido es de 375W) y un total de 64 baterías.