

# **TRABAJO FINAL**

## **ENERGÍAS FOTOVOLTAICA SOLAR/EÓLICA**

### **OFICINA TURISTICA LAGUNA AZUL**



**ALUMNA: NATALIA CORTEZ**  
**CÁTEDRA: ENERGÍAS RENOVABLES**  
**DOCENTES: MG.ING.RAFAEL OLIVA**  
**ING. JORGE LESCOANO**  
**ING.PATRICIO TRIÑANES**

**2024**

## MEMORIA DESCRIPTIVA

Este proyecto el objetivo es la utilización de las energías renovables solar fotovoltaica y eólica para cubrir la demanda energética de una oficina de Información Turística en Laguna Azul (52° 04'S, 69°34'O), que se encontrará ubicado dentro del campo volcánico de Pali Aike, departamento de Güer Aike, a 60 km al sur de la ciudad de Río Gallegos.



El sitio es de gran atractivo turístico debido a su paisaje compuesto por una Laguna ubicada dentro de un cráter de un volcán inactivo. Su nombre se debe a la intensa coloración azul de su agua, producto de la ausencia de sedimentos en suspensión.



Se propone la instalación de un edificio permanente que contara con cinco ambientes: una sala principal de información para el público, una oficina para el/los guía/s, una sala para uso educativo donde se proyectara videos sobre la laguna azul y charla educativas, una cocina y un baño. El horario de atención sería de 9 de la mañana hasta las 17 horas.

El área exterior tendrá luminarias, al igual que cada uno de los ambientes anteriormente mencionados.

Se tendrá una tensión de trabajo de 24 V. Los componentes fotovoltaico serian panel, baterías, e, inversor y los componentes eólico sería un aerogenerador, baterías, inversor, torre y montaje, cables, fletes, instalación y gastos administrativos. Es un sitio de recreación habitual de los habitantes de Río Gallegos, especialmente en los meses de verano, no hay instalada ningún tipo de infraestructura en el área.

Los electrodomésticos y artefactos que se pueden encontrar:

- ❖ Bomba de agua
- ❖ Pava eléctrica
- ❖ Microonda
- ❖ Heladera
- ❖ Notebook
- ❖ Televisor LED
- ❖ Ruter
- ❖ Cargador de celular

A continuación se muestran los artefactos utilizados en cada ambiente de la oficina y exterior con su respectiva potencia y cantidad de cada uno.

Lugar	Artefacto	Potencia (W)	Cantidad
Exterior	Luminaria	12	2
Sala principal de información	Luminaria	8	2
	Notebook	80	1
Sala uso educativo	Luminaria	15	2
	Televisor LED 40"	180	1
Oficina	Luminaria	15	1
	Ruter	50	1
	Cargador de celular	5	1
Cocina	Luminaria	15	1
	Bomba de agua	350	1
	Pava electrica	2000	1
	Microonda	1000	1
	Heladera	150	1
Baño	Luminaria	8	1

**Tabla 1 Datos del requerimiento energético de cada artefacto de la oficina turística.**

## MEMORIA DE CÁLCULO

### Cálculos en planillas Excel

Primero se hizo un cálculo de la cantidad de paneles solares y baterías que necesitaría el sistema para cubrir la demanda energética de la oficina de información turística mediante una planilla Excel para eso se realizó dos perfiles de consumo estacionales primavera-verano y otoño-invierno considerando el consumo energético para todo el año de cada uno de los artefactos, dentro de la oficina y exterior y luego se estimó el consumo de energía para la oficina.

A continuación se muestran los perfiles de demanda que arrojó Excel para primavera-verano y otoño-invierno.

### Perfiles de Consumo

				Primavera-Verano																							
Lugar	Artefacto	Potencia [W]	Cantidad	Horas del día																							
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Exterior	Luminaria	12	2																								
Sala Principal	Luminaria	8	2							1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00									
	Notebook	80	1							1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00									
Sala uso educ.	Luminaria	15	2									1,00															
	Televisor LED 40"	180	1														1,00										
Oficina	Luminaria	15	1								0,50							0,50									
	Ruter	50	1								1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00								
	Cargador de celular	5	1								0,50							0,50									
Cocina	Luminaria	15	1								0,25							0,50		0,25							
	Bomba de agua	350	1								0,50								0,50								
	Pava electrica	2000	1								0,25									0,25							
	Microonda	1000	1																	0,25							
	Heladera	150	1	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	
Baño	Luminaria	8	1									0,15						0,15		0,15							
<b>Energía demandada por hora [kWh]</b>				<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	

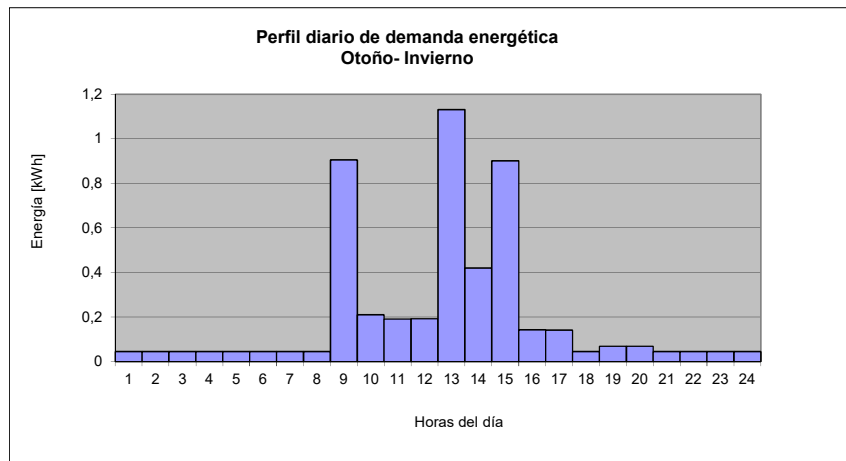
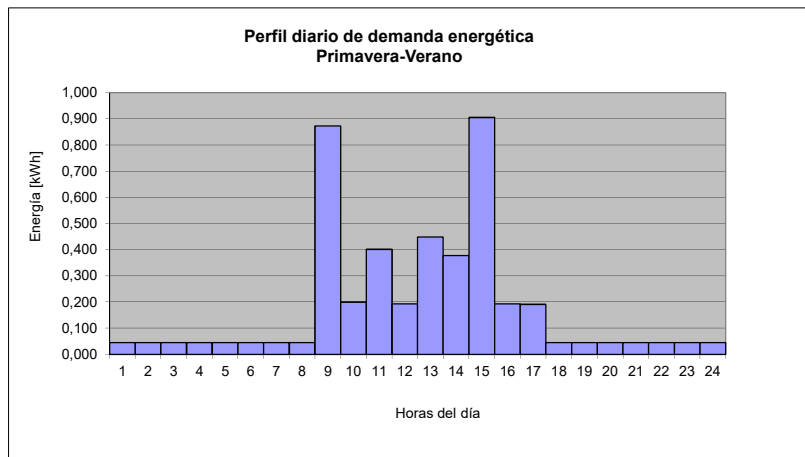
**Tabla N°2 Perfil diario de demanda energética primavera-verano**

				Otoño-Invierno																							
Lugar	Artefacto	Potencia [W]	Cantidad	Horas del día																							
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Exterior	Luminaria	12	2								1,00																
Sala Principal	Luminaria	8	2								1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00								
	Notebook	80	1								1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00								
Sala uso educ.	Luminaria	15	2																1,00	1,00							
	Televisor LED 40"	180	1																1,00	1,00							
Oficina	Luminaria	15	1									1,00							1,00								
	Ruter	50	1									1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00								
	Cargador de celular	5	1										0,50						0,50								
Cocina	Luminaria	15	1									1,00							1,00								
	Bomba de agua	350	1									0,50							0,50								
	Pava electrica	2000	1									0,25							0,25		0,25						
	Microonda	1000	1																	0,25							
	Heladera	150	1	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	
Baño	Luminaria	8	1										0,15						0,15		0,15						
<b>Energía demandada por hora [kWh]</b>				<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	<b>0,045</b>	

**Tabla N°3 Perfil diario de demanda energética otoño-invierno**

Hora	Energía	
	Primavera-Verano	Otoño-Invierno
1	0,045	0,045
2	0,045	0,045
3	0,045	0,045
4	0,045	0,045
5	0,045	0,045
6	0,045	0,045
7	0,045	0,045
8	0,045	0,045
9	0,872	0,905
10	0,200	0,210
11	0,401	0,191
12	0,192	0,192
13	0,449	1,131
14	0,377	0,420
15	0,905	0,901
16	0,192	0,142
17	0,191	0,141
18	0,045	0,045
19	0,045	0,069
20	0,045	0,069
21	0,045	0,045
22	0,045	0,045
23	0,045	0,045
24	0,045	0,045
<b>Demanda diaria promedio</b>	<b>4454 kWh</b>	<b>4956 kWh</b>

**Tabla 4 Demanda energética primavera-verano y otoño-invierno**



Utilizando la planilla Excel, en la pestaña de Radiación de plano inclinado, se ingresó las coordenadas geográficas de latitud y longitud de Laguna Azul. Luego se cargaron los valores de irradiación global media obtenidos de la página de la NASA (<https://power.larc.nasa.gov/>).

Cálculo de la energía recibida por un plano inclinado				Días acumulados	Día medio	Promedio diario mensual (Laguna Azul)(MJ/m <sup>2</sup> día)	[KWh/m <sup>2</sup> ]	[MJ/m <sup>2</sup> ]		
Laguna Azul				0,733333333	0	17,1	21,276	Enero	5,91	21,276
Día=> 17,1					31	47,2	17,856	Febrero	4,96	17,856
Mes=> 1					59	76	12,24	Marzo	3,4	12,24
Latitud (°) =>	-52	Latitud (rad)	-0,907571211	90	105,5	7,38	Abрил	2,05	7,38	
Longitud (°) =>	-69	Longitud (rad)	-1,204277184	120	134,6	3,924	Mayo	1,09	3,924	
Corrección Horaria=> -1				151	160,8	2,552	Junio	0,72	2,552	
ángulo de inclinación del plano (°) => 0				181	197,9	3,204	Julio	0,89	3,204	
ángulo de inclinación del plano (°) => -45,22573173				212	226,9	6,084	Agosto	1,69	6,084	
ángulo azimutal de orientación del plano (°) => 0				243	256,3	10,692	Septiembre	2,97	10,692	
albedo (α) => 0,3				273	285,6	16,488	Octubre	4,58	16,488	
				304	315,9	20,484	Noviembre	5,69	20,484	
				334	343,3	22,248	Diciembre	6,18	22,248	

Datos Radiación solar NASA <https://power.larc.nasa.gov/data-access-v2/>

### Herramienta Solver

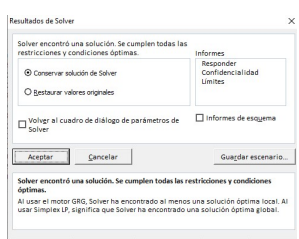
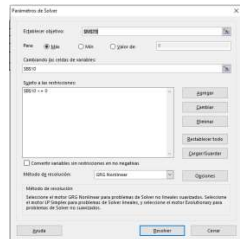
Se define un ángulo óptimo de inclinación mediante la herramienta SOLVER para maximizar la energía captada.

El ángulo de inclinación de los paneles se optimizó por estación y se hizo el cálculo de la radiación máxima obtenible ajustando el ángulo de los paneles de tal forma que fuera el óptimo para cada estación. Esto permitió obtener distintos valores del ángulo de inclinación para cada estación, donde es máxima la captación de energía generando los valores para las horas pico solares (HPS).

A continuación se muestran algunas capturas de pantalla de algunos meses de la estación verano e invierno, utilizando el solver. De esta manera se hizo con el resto de los meses de cada estación.

### Estación verano: mes de enero

Cálculo de la energía recibida por un plano inclinado				Días acumulados	Día medio	Promedio diario mensual (Laguna Azul)(MJ/m <sup>2</sup> día)				[KWh/m <sup>2</sup> ]	[MJ/m <sup>2</sup> ]
Laguna Azul				0,733333333	0	17,1	21,276	Enero	5,91	21,276	
Día=> 17,1					31	47,2	17,856	Febrero	4,96	17,856	
Mes=> 1					59	76	12,24	Marzo	3,4	12,24	
Latitud (°) =>	-52	Latitud (rad)	-0,907571211	90	105,5	7,38	Abрил	2,05	7,38		
Longitud (°) =>	-69	Longitud (rad)	-1,204277184	120	134,6	3,924	Mayo	1,09	3,924		
Corrección Horaria=> -1				151	160,8	2,552	Junio	0,72	2,552		
ángulo de inclinación del plano (°) => -16,01950617				181	197,9	3,204	Julio	0,89	3,204		
ángulo de inclinación del plano (°) => -16,01950617				212	226,9	6,084	Agosto	1,69	6,084		
ángulo azimutal de orientación del plano (°) => 0				243	256,3	10,692	Septiembre	2,97	10,692		
albedo (α) => 0,3				273	285,6	16,488	Octubre	4,58	16,488		
				304	315,9	20,484	Noviembre	5,69	20,484		
				334	343,3	22,248	Diciembre	6,18	22,248		



MJ/m <sup>2</sup>	HPS
1681,74	5,932

Promedio mensual de HPS (para plano inclinado óptimo)			
Meses	Estacional	Mensual	Anual
Enero	6,50	6,50	6,485
Febrero	6,50	6,50	6,485
Marzo	4,28	4,27	4,317
Abril	3,89	3,91	3,942
Mayo	2,89	2,91	2,944
Junio	2,92	2,92	2,916
Julio	2,89	2,92	2,948
Agosto	3,89	3,92	3,932
Septiembre	4,28	4,31	4,389
Octubre	6,50	6,51	6,498
Noviembre	6,50	6,52	6,483
Diciembre	6,50	6,52	6,512

## Estación invierno: mes julio

Cálculo de la energía recibida por un plano inclinado				Datos acumados (Día medio)		
0	1	2	3	4	5	6
0,9965567	4,2884577	3,048143026				
1,0512554	3,8194214	2,773453266				
1,2505845	2,649776	2,031203841				
1,505934	1,7715752	1,450815462				
1,5889903	1,2502177	1,126251505				
1,6103184	0,9735706	0,96002667				
1,6212301	0,8692734	0,904895512				
	Verano	1756,76				
	Otoño	1159,46				
	Invierno	895,59				
	Primavera	1630,98				

**Resultados de Solver**

Solver encontró una solución. Se cumplen todas las restricciones y condiciones óptimas.

Continuar edición de Solver     Informes de esquema Solver

Volgar al cuadro de diálogo de parámetros de Solver     Informes de esquema Solver

Aceptar    Cancelar    Guardar escenario...

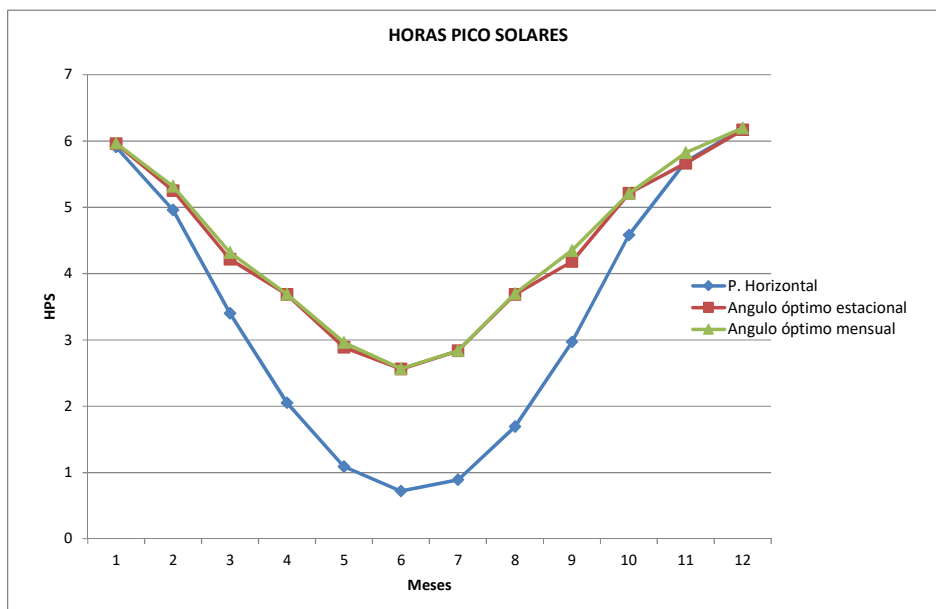
Promedio mensual de la radiación directa (MJ / m <sup>2</sup> )			
Hr =	2,02690443		
Ar =	0		
Bt =	0		
Wsol =	1,051255382		
Wsol =	0		
Wsol =	1,051255382	60,23249959	
Rsol =	4,493790044		
Hr =	3,165544547		
<b>Promedio radiación total diaria del plano inclinado (MJ / m<sup>2</sup>.Día) Hr = 10,20648</b>			
Horas pico solares (horas de 1KW/m <sup>2</sup> ) 2,835			

Promedio mensual de HPS (para plano inclinado óptimo)			
Meses	Estacional	Mensual	Annual
Enero	5,962	5,318	6,185
Febrero	5,253	4,317	6,185
Marzo	4,218	3,317	6,185
Abril	3,683	3,091	3,543
Mayo	2,888	2,811	2,844
Junio	2,562	2,568	2,195
Julio	2,835	2,838	2,468
Agosto	3,686	3,688	3,433
Septiembre	4,182	4,35	4,309
Octubre	5,21	5,21	5,158
Noviembre	5,665	5,665	4,463
Diciembre	6,168	6,167	5,562

Promedio Mensual de HPS (para plano inclinado óptimo)	
Meses	Estacional
Enero	5,962
Febrero	5,253
Marzo	4,218
Abril	3,683
Mayo	2,888
Junio	2,562
Julio	2,835
Agosto	3,686
Septiembre	4,182
Octubre	5,21
Noviembre	5,665
Diciembre	6,168

Tabla 5 Promedio mensual de HPS





El gráfico nos muestra las curvas de las HPS según los meses del año. En un plano horizontal presenta menos horas pico solares y es menos óptimo. El ángulo óptimo mensual y el ángulo óptimo estacional son similares y tienen mayores horas pico solares.

## DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO

Para dimensionar el sistema fotovoltaico, se determinaron las siguientes características de sus componentes:

<b>Panel</b>	
Potencia Pico del Panel(W)	250
<b>Batería</b>	
Capacidad (Ah)	220
Tensión (V)	12
Nivel de descarga	40%
Número de días sin generación	2
<b>Eficiencia del sistema</b>	0,684
Eficiencia del regulador	0,95
Eficiencia de las baterías	0,8
Eficiencia del convertidor	0,9
Factor de seguridad	1,15
Tensión del banco	24 V
String mínimo	2 baterías en serie



Los valores obtenidos se insertaron en la columna de horas pico solares (HPS) estacional de la planilla del archivo Excel y se llenó la columna de CE (consumo energético) con los valores de demanda diaria promedio estacional.

Teniendo en cuenta que el sistema fotovoltaico debe cubrir el 50% de los requerimientos energéticos, los mismos se exponen en la columna CE de la siguiente tabla que detalla el número de paneles y baterías que requiere el sistema, de acuerdo al mes, HPS, consumo energético y eficiencia del sistema.

MES	HPS (sobre plano inclinado óptimo)	CE= PM* $TU$	ES	NP=CE*FS / (PPP*HPS*ES) a 60°	NB
ENERO	5,962	4454	0,684	5,02	9,37
FEBRERO	5,253	4454	0,684	5,70	9,37
MARZO	4,218	4956	0,684	7,90	10,43
ABRIL	3,683	4956	0,684	9,05	10,43
MAYO	2,888	4956	0,684	11,54	10,43
JUNIO	2,562	4956	0,684	13,01	10,43
JULIO	2,835	4956	0,684	11,76	10,43
AGOSTO	3,686	4956	0,684	9,04	10,43
SEPTIEMBRE	4,182	4454	0,684	7,16	9,37
OCTUBRE	5,21	4454	0,684	5,75	9,37
NOVIEMBRE	5,665	4454	0,684	5,29	9,37
DICIEMBRE	6,168	4454	0,684	4,86	9,37

**Tabla 6 Número de paneles y baterías requeridas por el sistema fotovoltaico**

Tomando la potencia pico del panel de 250 W, capacidad de batería de 210 Ah, tensión de la batería de 12 V, nivel de descarga de 40%, dos días sin generación y eficiencias de 0,95 ; 0,80 y 0,90 para el regulador, baterías y el inversor respectivamente y un factor de seguridad de 1,15 se obtuvo que la cantidad de paneles fotovoltaicos necesarios para abastecer el 50% de la demanda energética mensuales es de 14 paneles y 12 baterías.

## DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA EÓLICO

El restante 50% de la demanda energética debe ser cubierta mediante energía eólica, por lo que el dimensionamiento de su sistema es fundamental. Se utiliza para el cálculo la demanda energética de la oficina turística pero únicamente un mes representativo que es junio que presento mayor demanda diaria con **4956 Wh/día** por lo que el sistema eólico debe cubrir mensualmente **2638,70 Wh/día**.

## CONSUMO

En la planilla Excel de energía eólica, se calculó la cantidad de aerogeneradores para cubrir el 50% restante de la demanda energética y el costo total del sistema de generación eólico. Se trabajó con la mayor demanda energética obtenida en la planilla anterior que era la de invierno. Se presenta el consumo de cada uno de los artefactos y el total de invierno, la potencia nominal requerida y la máxima.

CANTIDAD	DESCRIPCION	POTENCIA POR DISPOSITIVO [W]	POTENCIA TOTAL [W]	FACTOR DE PICO	PICO DE POT. PEOR CASO [W]	HORAS USO/DIA	ENERGIA [Wh]
2	Luminaria exterior	12,0	24,0	1,0	24,0	3,0	72,0
3	Luminaria interior	8,0	16,0	1,0	16,0	9,6	230,4
1	Notebook	80,0	80,0	1,5	120,0	9,0	720,0
4	Luminaria interior	15,0	60,0	1,0	60,0	6,0	360,0
1	Televisor LED 40"	180,0	180,0	1,0	180,0	2,0	360,0
1	Ruter	50,0	50,0	1,0	50,0	7,0	350,0
1	Cargador de celular	5,0	5,0	1,0	5,0	1,0	5,0
1	Bomba de agua	350,0	350,0	2,5	875,0	1,0	350,0
1	Pava electrica	2000,0	2000,0	1,0	2000,0	0,8	1500,0
1	Microonda	1000,0	1000,0	1,0	1000,0	0,3	250,0
1	Heladera	150,0	150,0	2,0	300,0	7,2	1080,0
<b>TOTAL</b>			<b>3915,00</b>		<b>4630,00</b>		<b>5277,40</b>

CONSUMO ESTIMADO (C\_e)

POTENCIA NOMINAL REQUERIDA S/C.A

POTENCIA MÁXIMA REQ. S/C.A.

**2638,70** [Wh/día]

**1957,50** [W]

**2315,00** [W]

Simultaneidad supuesta 50% (Peor Caso) / valor va a Hoja Costos Aproximados

Simultaneidad supuesta 50% (Peor Caso) / valor va a Hoja Costos Aproximados

En las siguientes imágenes se muestra un resumen de todos los cálculos hechos en la planilla Excel de eólica y del recurso eólico.

## CÁLCULO DE BATERÍAS

### Parámetros:

Capacidad Nominal Bat. $Cap_{bat}$ [Ah]		220,00
Tension Batería $V_{bat}$ [V]		12,00
Tension Trabajo CC $V_{sis}$ [V]		24,00 (12,24,48V)
Cantidad Bat. en SM $SM$ [ ]		2,00 ( <b>String Mínimo</b> )
Rendimiento Regulador $\eta_R$ [ ]		95,00%
Rendimiento Baterías $\eta_B$ [ ]		80,00%
Rendimiento Inversor $\eta_I$ [ ]		90,00% Fte.: Planilla Inversor
Nivel de Descarga $N_{desc}$ [ ]		40,00% (Recom.->30 a 40%)

### Variables para Cálculo Diario:

Consumo Estimado/día $C_E$ [Wh]	2638,70 Wh/día	Fte.: Planilla Energía
Días sin Viento (de max.) $T_{sin\ vientos\ max.}$	2,00	Estimado
Días sin Viento (de min.) $T_{sin\ viento\ min.}$	1,00	Estimado
Tipo de Batería:	<b>Enertik TYG 12-200</b> (ver link mas abajo)	

### Calculos:

#### Energía de SM

$$ESM = SM * CAP * V_{bat} * (1 - N_{desc}) \quad 3168,00 \text{ Wh/SM} \quad (\text{Corrección de P.Martin 05.07.21})$$

#### Consumo Diario Afectado de Rendimientos:

$$Cdt = C_E / (\eta_R \eta_B \eta_I) \quad 3857,75 \text{ Wh/día}$$

#### Consumo Con T días sin viento:

$$CTM = Cdt * T_{sin\ viento\ (max)} \quad 7715,50 \text{ Wh}$$

$$CTm = Cdt * T_{sin\ viento\ (min)} \quad 3857,75 \text{ Wh}$$

#### Cantidad de Baterías (de maxima)

$$NSM = CTM / ESM \quad 2,44 \text{ SMs}$$

$$NSMa = INT(NSM) \quad (\text{entero máximo}) \quad 3 \text{ SMs}$$

$$NB(M) = NSM * SM \quad 6 \text{ Baterías}$$

#### Cantidad de Baterías (de minima)

$$NSm = CTm / ESM \quad 1,22 \text{ SMs}$$

$$NSMi = INT(NSm) \quad (\text{entero mínimo}) \quad 2 \text{ SMs}$$

$$NB(m) = NSMi * SM \quad 4 \text{ Baterías}$$

### ELECCION DE BATERIAS

Precio Unitario final / estimado	\$714.700,00 pesos	(Final con IVA)
CANTIDAD ELEGIDA	12 <b>Baterías</b>	(valor q va a hoja Costos Aproximados)

## CÁLCULO DEL AEROGENERADOR

### Modelo base Eolux - 24 o 48V

Potencia Nominal **800 W**  
 Generación Referencia  $P_n \times 24hs$  **19200 Wh/dia**

Mes	(I) $\langle V \rangle$ [m/s]	(II) Promedio Mensual [kWh]	(III) Promedio Diario [kWh]
Enero	10,14	239,89	7,74
Febrero	9,70	226,76	8,10
Marzo	9,31	215,11	6,94
Abril	9,30	214,82	7,16
Mayo	8,52	191,53	6,18
Junio	8,39	187,65	6,26
Julio	8,63	194,82	6,28
Agosto	8,99	205,56	6,63
Setiembre	8,96	204,67	6,82
Octubre	9,62	224,37	7,24
Noviembre	10,08	238,10	7,94
Diciembre	9,98	235,11	7,58

#### ELECCION DE AEROGENERADORES

Tensión de Trabajo (Definida en Baterías)	<b>24,00 Volts</b>
Distancia Aprox. desde Torre a Tablero	<b>60,00 metros</b>
Costo Unitario Aprox. / 2024 (aprox. usd3000bna)	<b>\$2.833.500,00 pesos</b>
CANTIDAD ELEGIDA	<b>1 Aeros</b>

## CÁLCULO DEL INVERSOR

#### Parametros prefijados:

Tension Trabajo CC	$V_{sis}$ [V]	24,00 (Planilla Baterías)
Frecuencia de Salida:	$f_{sis}$ [Hz]	50,00
Tensión de Salida:	$V_o$ [V]	230,00
Tipo:	Monofásico	

#### Variables de Planilla Energía:

Potencia Nominal Requerida	$P_N$ [W]	1957,50 W
Potencia Pico Requerida	$P_{pk}$ [W]	2315,00 W
Rendimiento Nom.	$h_i$ []	90,00% (Aprox. 85-90%)

<b>Modelo elegido:</b>	<b>Enertik IVP-3K- 24</b>
Tensión Nominal:	24,00
Potencia Nominal:	3000,00
Potencia Pico:	6000,00

### Cálculos

% de Pot. Nominal Cubierta:	153,26% (Preferentemente >100%)
% de Pot. Pico Cubierta:	259,18% (Preferentemente >100%)

<b>ELECCION DE INVERSOR</b>		
Tensión de Trabajo (Definida en Baterías)	24,00 Volts	
Modelo Inversor (definido en Ingresar Datos)	Enertik IVP-3K- 24	<b>24</b>
CANTIDAD ELEGIDA	1,00 Inversor/es	
Tipo de Cambio (Si es en \$ poner 1)	1,00 (\$/u\$\$)	
<b>COSTO (DE TABLA)</b>	<b>\$ 614.100,00 pesos</b>	

### COSTOS APROXIMADOS

Datos Adicionales	\$ar / IVAinc	
Precio cable Sintenax 3x6mm2	400,00	\$/m
Torre 12m reticulado	105000,00	\$/unidad
Costos montaje/cables/bases	37500,00	\$/unidad
Fletes, Instalacion, admin.	30000,00	\$/unidad

### Resumen de Datos del Proyecto y Selecciones:

Energía Diaria Demandada	2638,70	Wh	Planilla Energía
Tensión de Trabajo Sistema CC:	24,00	Volts	Planilla Baterías
N° de Baterías Requerido:	12	Unidades	Planilla Baterías
Cantidad de Aerogeneradores + Torre + Cableado:	1	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	1957,50	W	Planilla Energía
Inversor: Potencia Pico Requerida	2315,00	W	Planilla Energía
Tipo de Inversor	Enertik IVP-3K- 24	-	Planilla Inversor

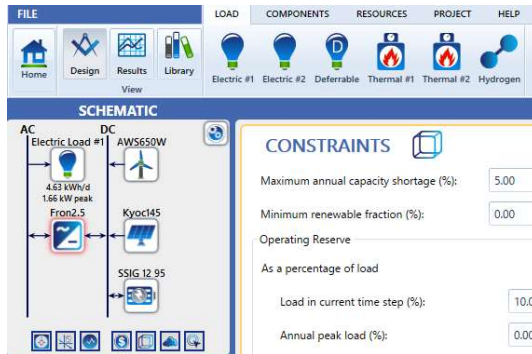
CANTIDAD	DESCRIPCION	Precio Unitario	Precio Total	IVA 21% incluido	\$ A PAGAR c/IVA incl.
1	AEROGENERADORES EOLUX	2833500,00	2833500,00	0,00	2833500,00
1	TORRES TIPO RETICULADO 12m	105000,00	105000,00	0,00	105000,00
1	MONTAJES-CABLES-BASES	37500,00	37500,00	0,00	37500,00
60	MTS totales CABLEADO EXTERIOR SINTENAX	400,00	24000,00	0,00	24000,00
12	Enertik TYG 12-200	714700,00	8576400,00	0,00	8576400,00
1	Enertik IVP-3K- 24	614100,00	614100,00	0,00	614100,00
1	FLETES, INSTALACION Y GASTOS ADMIN.	30000,00	30000,00	0,00	30000,00
<b>TOTAL CON IMPUESTOS</b>					<b>12220500,00</b>

El costo total de la instalación eólica es aproximadamente de **\$12.220.500** para poder cubrir aproximadamente el 50% de la demanda total eléctrica por energía eólica.

## REFINAMIENTO DE CÁLCULOS: SIMULACIÓN USANDO HOMER

Para obtener resultados más reales y refinar los cálculos realizados anteriormente se utilizó el uso del software “HOMER Pro Edition v. 3.18.1”.

Se estableció como restricción una capacidad máxima de 5% de desabastecimiento ya que el resto sería todo renovable y no es necesario poner ninguna restricción en la fracción renovable porque el proyecto no cuenta con un generador diésel.



Para el uso de Homer, se requiere el precio unitario de cada componente en dólares, por lo que, siendo 19/08/2024, se consideró 1 dólar a 983,01 pesos.

### AEROGENERADOR

El aerogenerador EOLUX de 800 W cuesta \$2833500,00 (U\$S 3000). Se seleccionó uno más o menos similar que es un aerogenerador AWS de 650 W de aproximadamente U\$S 3000 con un tiempo de vida útil de 20 años y un costo anual de mantenimiento de U\$S 10.



The screenshot shows the 'WIND TURBINE' properties window in HOMER. The 'Name' is 'AWS HC 650W Wind Turbi' and the 'Abbreviation' is 'AWS65'. The 'Properties' section includes: Name: AWS HC 650W Wind Turbine; Abbreviation: AWS650W; Rated Capacity (kW): 0.650; Manufacturer: AWS; and Notes: 2.2m rotor diameter. The 'Costs' table is as follows:

Quantity	Capital (\$)	Replacement (\$)	O&M (\$/year)
1	\$3,000.00	\$3,000.00	\$10.00

The 'Site Specific Input' section shows: Lifetime (years): 20.00; Hub Height (m): 12.00; and a checkbox for 'Consider ambient temperature effects?'. The 'Quantity Optimization' section shows 'HOMER Optimizer™' and a 'Search Space' with a 'Quantity' list containing 0, 1, and 2. The 'Electrical Bus' section at the bottom shows 'AC' and 'DC' options.

## PANELES SOLARES

Se realizó simulaciones con paneles de 145 W, probando con una capacidad de 12 paneles (0,145 kW x 12 Paneles = 1,74 kW) y 16 paneles (0,145 kW x 16 Paneles= 2,32 kW).

El panel solar cuesta \$107500 incluye iva (U\$S 109) con un mantenimiento de 3 años



**Panel Solar Enertik Policristalino 120W**

Marca: **enertik**

SKU: PS-120

★★★★★ (3 valoraciones de clientes)

Con construcción robusta y vidrio de alta calidad que reduce la reflexión de rayos solares. Voc: 22.00V / Isc: 7.20A.

\$119.500 **\$107.500** incluye IVA

✓ Hay stock

Garantía: 1 Año

ESPECIFICACIONES		PS-120
<b>Especificaciones eléctricas</b>		
Potencia máxima (Pmax)	120W	
Voltaje nominal (Vnom)	18.00V	
Corriente (Imp)	6.67A	
Tensión en circuito abierto (Voc)	22.00V	
Corriente en cortocircuito (Isc)	8.87A	
Temperatura estándar	1000W/m² (STC) (25°C) (SA)	
Resistencia al viento (Pa)	2400	
<b>Especificaciones mecánicas</b>		
Célula solar	Silicio policristalino	
Material del marco	Aluminio	
Caja de cristal y estructura	Aluminio	
Dimensiones (mm)	1710 x 668 x 35	
Peso (kg)	9.7	
<b>Especificaciones de temperatura</b>		
Coefficiente de temp. nominal	-0.45% / °C	
Temperatura (NOCT)	45°C	
Coefficiente de temp. de Prisa	-0.45% / °C	
Coefficiente de temp. de No	-0.36% / °C	
Coefficiente de temp. de Isc	+0.05% / °C	
<b>Garantías y mantenimiento</b>		
10% de la potencia	10 Años	
90% de la potencia	25 Años	

**VENTAJAS**

- Modulos de alta potencia que otorgan soluciones para aplicaciones variadas
- Con protección por fuertes vientos, granizo, nieve y fuego
- Diodos integrados para proteger las células solares
- El marco de aluminio anodizado mejora la resistencia contra fuertes vientos.
- Completamente a prueba de deformaciones y congelamiento de agua
- Gran rendimiento energético dado a su alta transparencia, bajo contenido de hierro, vidrio templado y revestimiento antirreflejo
- Tamaño y peso reducidos

**PV** Name: Kyocera KD 145 SX-UFU Abbreviation: Kyoc14

**Properties**

Name: Kyocera KD 145 SX-UFU

Abbreviation: Kyoc145

Panel Type: Flat plate

Rated Capacity (kW): 2.32

Temperature Coefficient: -0.460

Operating Temperature (°C): 45.00

Efficiency (%): 14.4

Manufacturer: Kyocera

[Data Sheet KD 145 SX-UFU](#)

Notes:

Mount for Off-grid systems.

36 Cells Multicrystalline Silicon PV module.

Kyocera 145 SX-UFU Series.

Cost	Capital	Replacement	O&M
Capacity	109.00	109.00	3.00
Lifetime	time (years): 25.00		

Derating Factor (%): 88.00

**Sizing**

HOIMER Optimizer™

Search Space


kW
0
1.74
2.32

Electrical Bus: AC DC

[Advanced...](#)

## INVERSOR

Un inversor de 24 V y 6000 W de potencia pico tiene un valor de \$614.100 incluye iva (U\$S 625). El mismo tiene una eficiencia del 95% y una vida útil de 10 años.



**Inversor y Cargador de Baterías PWM 24V - 220V 3000W**

Marca: **enertik**

SKU: ICF-3000

Inversor Solarizado 24V - 220V 3000W Regulador Baterías PWM 3000W

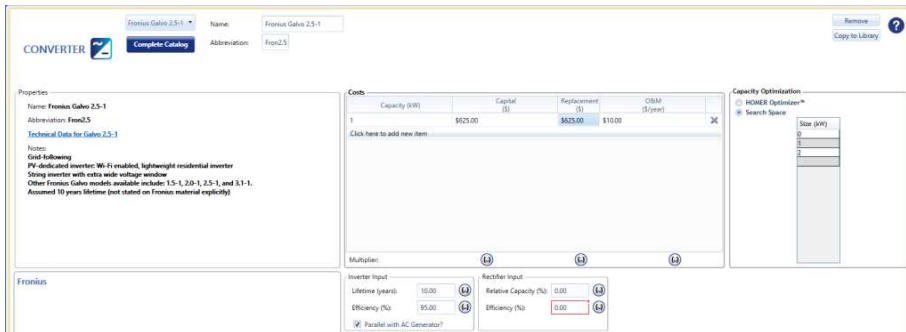
\$614.100 incluye IVA

✓ Hay stock

Garantía: 10 años

ESPECIFICACIONES		ICF-3000
<b>Características generales</b>		
Tipo de cargador	PWM	
Potencia máxima de panel	1000W	
Rango de voltaje de trabajo	36 - 200VDC	
Voltaje de salida nominal	200VAC	
Corriente máxima - regulador solar	50A	
Corriente máxima - cargador	25A	
Corriente máxima total	75A	
Corriente	15A	
Temperatura de operación	-10 - 50 °C	
Protección eléctrica	3 - 95% (en condiciones)	
Especificaciones mecánicas		
Panel de control/indicación	LED / RED/20	
Dimensiones (mm)	100 x 281 x 134	
Peso (kg)	3.3	



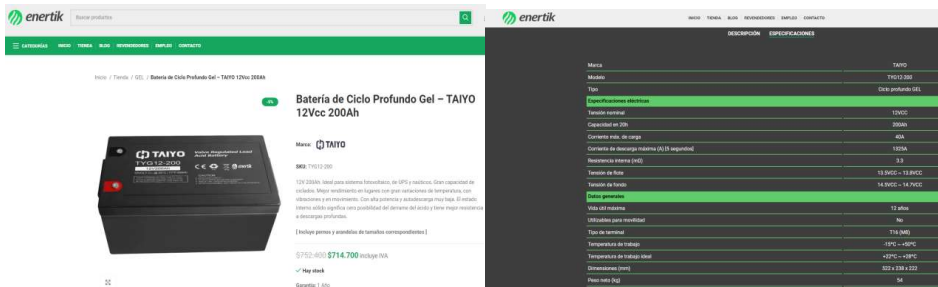


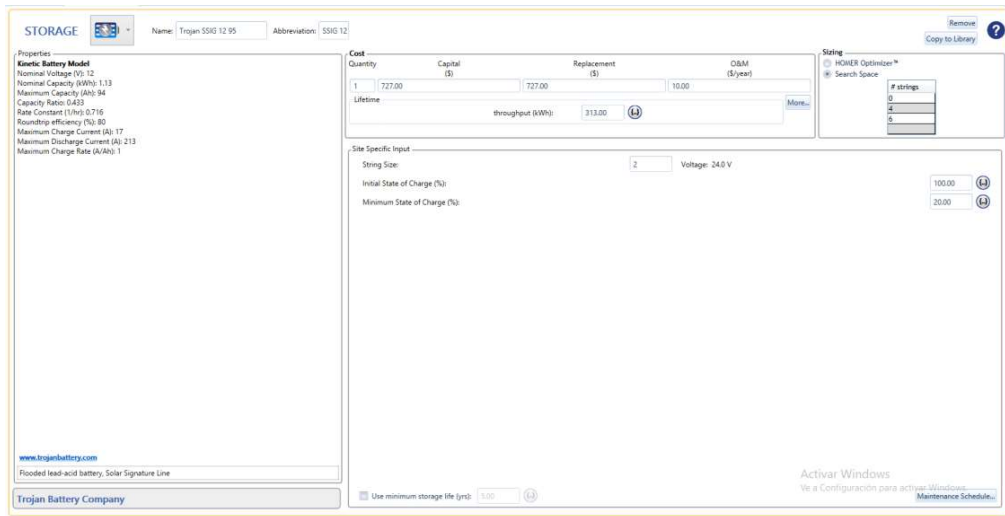
## BATERÍA

Se optó por utilizar baterías de plomo ácido con 200 Ah de capacidad y de 12 V (siendo necesarias 2 baterías en serie para alcanzar los 24 V deseados). Baterías con este tipo de características rondan los \$714.700 incluye iva (U\$S 727).

Entre las opciones disponibles del software HOMER, se eligió una batería de plomo ácido de 94 Ah y se estableció el mínimo estado de carga en un 20%.

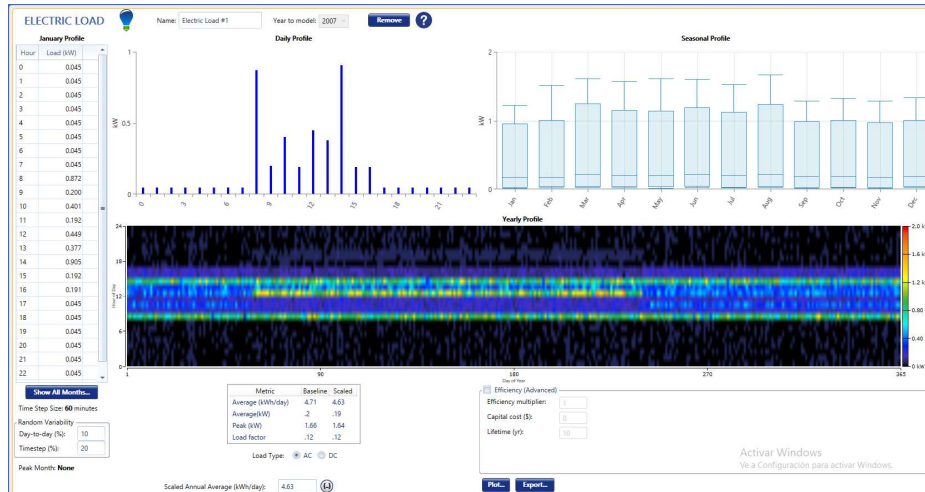
Se probó con 8 baterías que forman 4 strings y se probó con 12 baterías que forman 6 strings.





## PERFIL DE CONSUMO ELÉCTRICO

Se cargan los valores de los perfiles de consumo primavera-verano y otoño-invierno que se estimó al principio del proyecto.



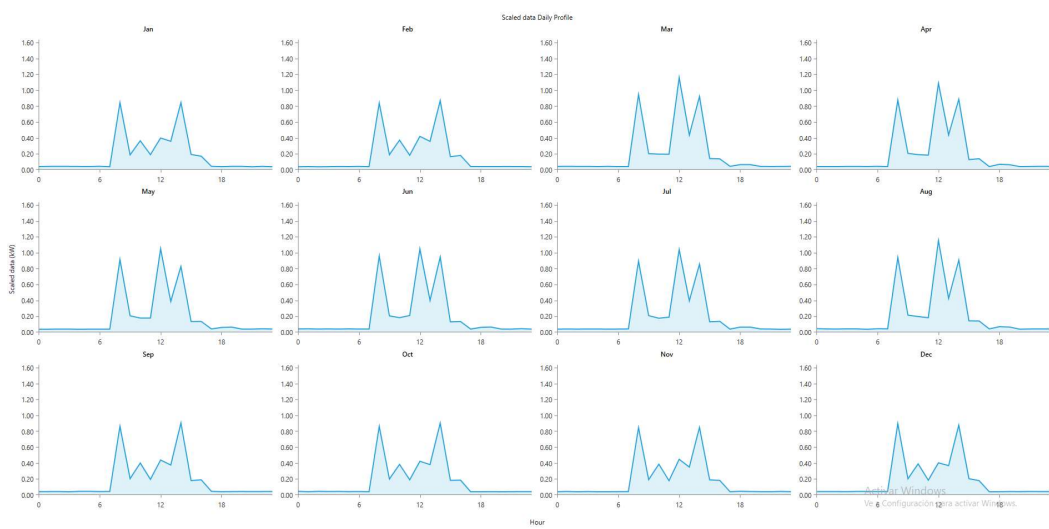
Las horas de mayor consumo se observan a las 9am que es el horario que se abre la oficina y a las 15 horas.

## DEMANDA ENERGÉTICA

Los perfiles de demanda energética mensual se detallan a continuación:

Early Load Data												
Weekdays	Weekends											
Hour	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
0	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045
1	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045
2	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045
3	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045
4	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045
5	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045
6	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045
7	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045
8	0.872	0.872	0.905	0.905	0.905	0.905	0.905	0.905	0.872	0.872	0.872	0.872
9	0.200	0.200	0.210	0.210	0.210	0.210	0.210	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
10	0.401	0.401	0.191	0.191	0.191	0.191	0.191	0.191	0.401	0.401	0.401	0.401
11	0.192	0.192	0.192	0.192	0.192	0.192	0.192	0.192	0.192	0.192	0.192	0.192
12	0.449	0.449	1.131	1.131	1.131	1.131	1.131	1.131	0.449	0.449	0.449	0.449
13	0.377	0.377	0.420	0.420	0.420	0.420	0.420	0.377	0.377	0.377	0.377	0.377
14	0.905	0.905	0.901	0.901	0.901	0.901	0.901	0.901	0.905	0.905	0.905	0.905
15	0.192	0.192	0.142	0.142	0.142	0.142	0.142	0.142	0.192	0.192	0.192	0.192
16	0.191	0.191	0.141	0.141	0.141	0.141	0.141	0.141	0.191	0.191	0.191	0.191
17	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045
18	0.045	0.045	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.045	0.045	0.045	0.045
19	0.045	0.045	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.045	0.045	0.045	0.045
20	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045
21	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045
22	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045
23	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045

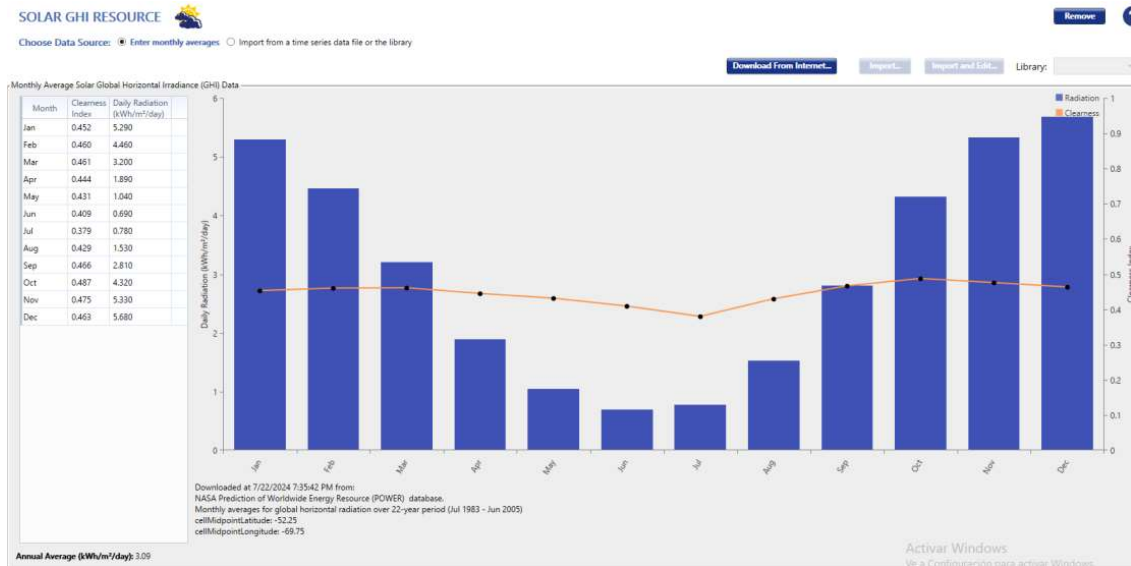
**Tabla 7 Demanda energética diaria representativa de cada mes**



La distribución de la demanda energética mensual presenta una mayor demanda de energía en los horarios del mediodía en las estaciones de otoño –invierno. En cambio, en las estaciones primavera-verano al ser más largos los días la demanda es menor.

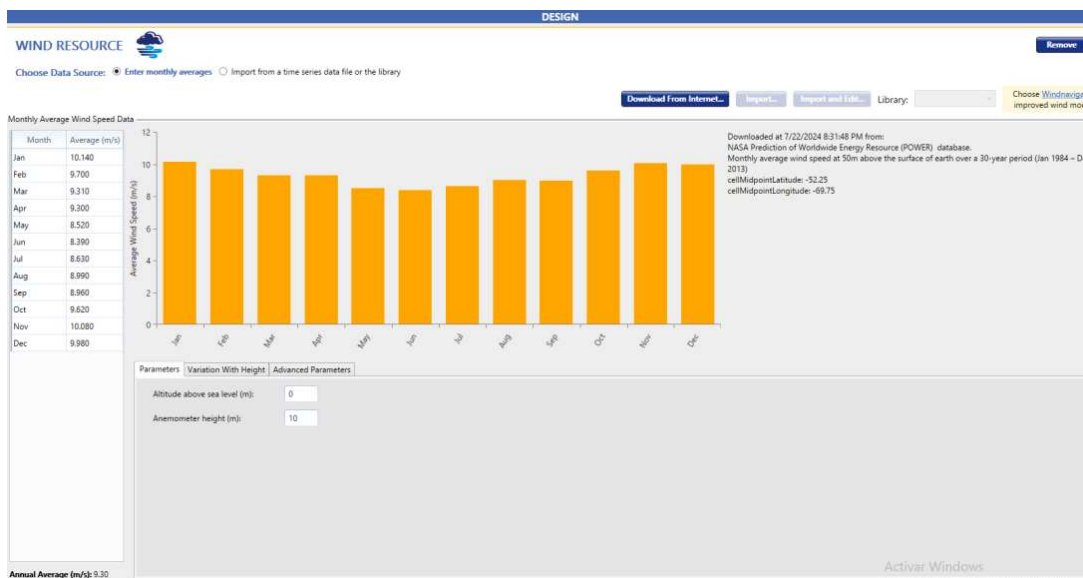
## RECURSO SOLAR

Los valores de radiación diaria (en kWh/m<sup>2</sup>/día) para Laguna Azul son los mismos que se obtuvieron mediante la página web <https://power.larc.nasa.gov/>



## RECURSO EOLICO

Los valores de velocidad del viento promedio en Laguna Azul se obtuvieron mediante la página web <https://power.larc.nasa.gov/>



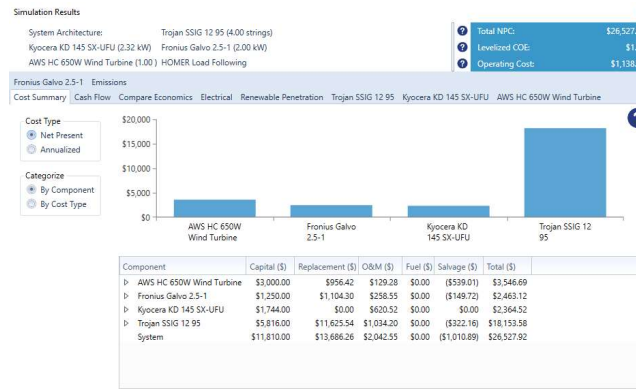
## RESULTADOS

Con los componentes mencionados, el recurso solar disponible y de acuerdo a la demanda energética del mencionado emprendimiento, el simulador arrojó los siguientes resultados:

RESULTS														
Architecture										Cost				
Kyoc145 (kW)	AWS650W	SSIG 12 95	Fronius Galvo 2.5-1	Dispatch	NPC (\$)	LCOE (\$/kWh)	Operating cost (\$/yr)	CAPEX (\$)	Ren (%)	Total Fuel (\$/yr)	Simple Payback (yr)	CAPEX	Energy Production (kWh/yr)	Capital Cost (\$)
2.32	1	8	2.00	LF	\$26,528	\$1.21	\$1,138	\$13,066	100	0	1.744	2,794	3,000	
2	8	2.00	LF	\$44,734	\$2.05	\$2,450	\$13,066	100	0			6,000	4,408	

### OPCIÓN 1: Panel Solar 145 W y Aerogenerador 650 W

Esta opción se abastece un 55,9% de energía solar y un 44,1% de energía eólica. Sus componentes constan de 16 paneles solares de 145 W cada uno, que en total tienen una capacidad de 2.32 kW, 1 aerogenerador, 8 baterías de 12 V que forman 4 strings y 1 inversor. Existe un 62,3% de exceso de electricidad y 0 % de carga eléctrica sin abastecer lo cual requiere una inversión inicial de U\$S 11810.

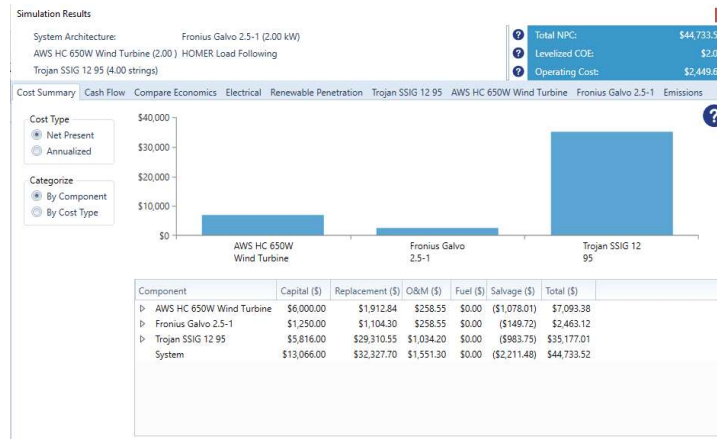


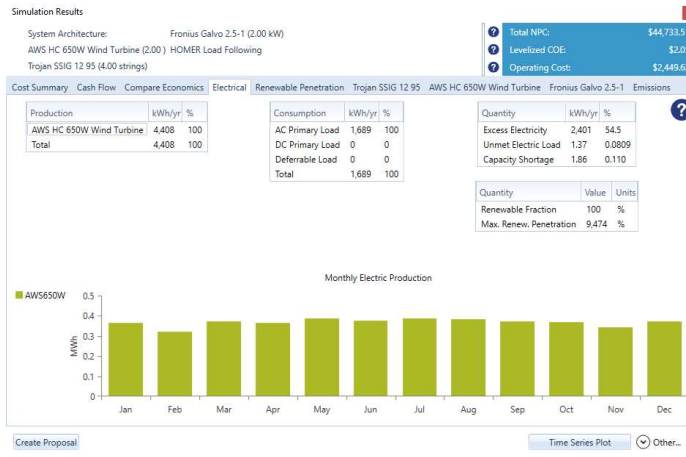


## OPCIÓN 2: Aerogenerador 650 W

Esta opción se abastece de 100 % de energía eólica.

Sus componentes constan de 2 aerogeneradores, 8 baterías de 12 V que forman 4 strings y 1 inversor. Existe un 54,5% de exceso de electricidad y 0,08 % de carga eléctrica sin abastecer con una inversión inicial de U\$S 13066.





## ANÁLISIS COMPARATIVO

Se realiza una comparación entre las 2 opciones en la siguiente tabla:



		Opción 1 Energía Solar 145 W Energía Eólica 650 W	Opción 2 Energía Eólica 650 W
Componentes	Panel Solar	16	-
	Aerogenerador	1	2
	Baterías	8 que forman 4 strings	8 que forman 4 strings
	Inversor	1	1
%Fracción renovable		100	100
% Exceso de electricidad		62,2	54,5
% Carga sin abastecer		0	0,08
%Energía Eólica		44,1	100
%Energía Solar		55,9	0
Inversión Inicial (U\$S)		11.810	13.066
Inversión Inicial (\$)		11.014.119	13.291.828

\*Teniendo en cuenta 1 dólar a 983,01 pesos (19/08/2024)

## CONCLUSIONES

Se realizó un primer dimensionamiento estimativo del sistema y sus componentes junto con sus costos. Usando el simulador HOMER, se realizó un refinamiento de cálculos, resultando dos posibles opciones:

- ❖ La opción 1 se abastece un 55,9% de energía solar y un 44,1% de energía eólica, está compuesta por 1 aerogenerador, 16 paneles solares de 145 W, 1 inversor y 8 baterías que forman 4 strings requiriendo una inversión inicial de U\$S 11810.
- ❖ Se recomienda la opción 1 debido a que se impuso como condición que el emprendimiento sea abastecido mediante energía renovable, tanto solar fotovoltaica, como eólica y tiene menos costos comparada con la opción 2.
- ❖ La ventaja de la opción 1 es que provee un 100% de energía renovable al emprendimiento con 62,2% de exceso de carga eléctrica.
- ❖ La opción 2 no es recomendable debido a que el costo es más elevado.

## BIBLIOGRAFÍA

- ❖ <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>
- ❖ [www.enertik.com.ar](http://www.enertik.com.ar)
- ❖ [www.mercadolibre.com.ar](http://www.mercadolibre.com.ar)
- ❖ [www.santacruzpatagonia.gob.ar/localidades/rio-gallegos](http://www.santacruzpatagonia.gob.ar/localidades/rio-gallegos)
- ❖ Componentes de una instalación solar fotovoltaica (material provisto por la cátedra).
- ❖ Energía Solar Fotovoltaica. Manual Técnico para pequeñas instalaciones. Dr. Ing. Humberto Vidal G. (material provisto por la cátedra)
- ❖ INTI-GuiadeDivulgacinGeneradoresElicos.pdf(material provisto por la cátedra).