



### EJEMPLO 2: CALCULO DE INSTALACION SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA CON GENERADOR AUXILIAR EN ANTOFAGASTA (CHILE)

Para este ejemplo vamos a calcular una instalación situada en Antofagasta, Chile. Para un consumo estimado de 4200 Wh/día. Con apoyo de energía auxiliar. Para una vivienda de uso habitual. Con una tensión del sistema de 24 Vdc, y una tensión de salida de 230 Vac.

La introducción de datos al programa es la siguiente:

CÁLCULO  
INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA

**DATOS DE LA INSTALACION**

¿Donde va ha estar situada?

[Seleccionar en el mapa](#)

longitud:

Latitud:

Inclinación

12

Desorientación Norte

0

**TIPO DE ENERGIA**

Corriente alterna      Voltaje

corriente continua

Se dispone de generador auxiliar **GENERADOR AUXILIAR**

SI      Pot. recomendada

**CONSUMOS ENERGIA POR DÍA**

**Electrodomesticos:**  Wh/día

**Iluminacion:**  Wh/día

**TOTAL CONSUMO**  Wh/día

**% DE CONSUMO POR MESES**

Uso habitual

Ene	Feb	Mar	Abl	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

**CALCULAR**

Tras un primer cálculo nos muestra los siguientes resultados

**DATOS TECNICOS**

TENSIÓN DEL SISTEMA	24 V	ENERGIA TEORICA DIARIA	4200 WH/DIA
PERFORMANCE RATIO	82.88 %	ENERGIA REAL DIARIA	5067.57 WH/DIA

**CAMPO FOTOVOLTAICO**

Inclinación óptima anual por consumos: 23.65 °  
Potencia fotovoltaica necesaria: 1109 Wp

**CARACTERÍSTICAS MODULO PV** [Cambiar](#)

104 % LUXOR Eco line 60/230 W Policristalino

Pmax	230 Wp	Vmp	29.8 V	Voc	37 V
------	--------	-----	--------	-----	------

Potencia Fotovoltaica Calculada: 1150 Wp  
Nº total de módulos: 5  
Nº Uds serie: 1 | Nº Uds paralelo: 5

**REGULADOR DE CARGA**

Intensidad total sistema (abierto): 61.00 A

**CARACTERÍSTICAS REGULADOR** [Cambiar](#)

98 % MORNINGSTAR TRISTAR MPPT 60-24 MPPT

A.max	60 A	Voc	150 V	Eficiencia	98.28 %
-------	------	-----	-------	------------	---------

A. Total: 60 A | Nº reguladores: 1

**BATERIA**

Autonomía (días): 3 | Prof. descarga: 60 %

Capacidad Util: 633 Ah | Capacidad Real: 1056 Ah

**CARACTERÍSTICAS BATERIA** [Cambiar](#)

102 % ECOSAFE TYS-7 TUBULAR-PLATE

Capacidad C100	1082 Ah	Tensión/ud	2 V
----------------	---------	------------	-----

Capacidad total: 1082 Ah | Nº total elementos: 12  
Nº uds serie: 12 | Nº uds paralelo: 1

**INVERSOR CARGADOR**

W max.	2197 w	W Min	1538 w
carga max.	65 Ah	Carga min.	32 Ah

**CARACTERÍSTICAS INVERSOR CARGADOR** [Cambiar](#)

Coef. si multa. (0-1): 0.7 | Factor seguridad: 80 %

130 % VICTRON MULTIPLUS C 12/3000/120-16

W nominal	3000 W	W continua	2500 W
-----------	--------	------------	--------

Capacidad de carga: 120  
Eficiencia: 93 | Nº uds: 1

The interface includes a central diagram showing the power flow: Solar Panel (with sun icon) → Charge Controller (with DC lightbulb icon) → Battery → Inverter (with AC lightbulb icon). Arrows indicate the direction of energy flow between these components.

Puesto que, se observa que el inversor está sobredimensionado, cambiamos a otro modelo más optimizado.

**INVERSOR CARGADOR**

W max.	2197 w	W Min	1538 w
carga max.	65 Ah	Carga min.	32 Ah

**CARACTERÍSTICAS INVERSOR CARGADOR** [Cambiar](#)

Coef. simulta. (0-1)	0.7	Factor seguridad	80 %
----------------------	-----	------------------	------

83 % **VICTRON MULTIPLUS C 24/2000/50-30**

W nominal	2000 W	W continua	1600 W
Capacidad de carga	50		
Eficiencia	94	Nº uds	1

**INFORME DE CALCULO**

Una vez satisfechos con los cálculos realizados, procedemos a imprimir el informe:

CalculationSolar.com 30-05-2013

**CALCULO DE INSTALACION FOTOVOLTAICA AISLADA**

Se realiza un informe de una instalación solar fotovoltaica aislada a partir de los datos de entrada introducidos considerando los consumos estimados según las necesidades y el uso de los mismos y la radiación solar en función a la ubicación, orientación e inclinación de la instalación.

**DATOS DE UBICACION Y ORIENTACIÓN**

La instalación esta situada : Ruta 28, Antofagasta, Región de Antofagasta, Chile  
 En la coordenadas : -23.785345, -70.356445  
 El campo fotovoltaico estará dispuesto con las siguientes características:  
 - Inclinación : 12 °  
 - Desorientación respecto al Norte : 0 °  
 Usara un sistema de corriente alterna con un voltajes de 230 V.  
 El sistema si dispone de generador auxiliar

**CONSUMOS.**

Se calcula el consumo a partir del uso de los electrodomésticos y la iluminación por día. A continuación se muestra las tablas de elementos existentes y sus consumos:

Consumo por Iluminación				
Tipo	Nº	Horas	Energía	Total
Lámpara fluorescente	2	5	11	110
Lámpara incandescente	2	5	60	300
Tubo fluorescente	2	5	30	300
TOTAL				1010

Consumo electrodomesticos				
Aparato	Horas	Energía	F. consumo	Total
Televisor	3	70	100	21000
Frigorifico	24	195	50	234000
Microondas	0.8	800	100	64000
TOTAL				319000

TOTAL ENERGIA TEORICA DIARIA: 320010 WH/DIA

Gracias por su atención  
 calculationsolar.com

## Cálculo instalación solar fotovoltaica aislada

Se realiza un informe de una instalación solar fotovoltaica aislada de la red a partir de los datos de entrada introducidos considerando los consumos estimados según las necesidades y el uso de los mismos y la radiación solar en función a la ubicación, orientación e inclinación de la instalación.

## DATOS DE UBICACION Y ORIENTACIÓN

La instalación esta situada : Antonio Rendic 6868-7020, Antofagasta, Región de Antofagasta, Chile

En las coordenadas :-23.608037, -70.385284

El campo fotovoltaico estará dispuesto con las siguientes características:

- Inclinación :12 °
- Desorientación respecto al Norte :0 °

Usara un sistema de corriente alterna con un voltaje de 230 V

El sistema dispone de generador auxiliar

## CONSUMOS.

Se calcula el consumo a partir del uso de los electrodomésticos y la iluminación por día. A continuación se muestra las tablas de elementos existentes y sus consumos:

Consumo por Iluminación (día)				
Tipo	Nº	Horas	Energía	Total
Lámpara fluorescente	2	5	11 W	110 Wh
Lámpara incandescente	2	5	60 W	600 Wh
Tubo fluorescente	2	5	30 W	300 Wh
<b>TOTAL</b>				<b>1010 Wh/d</b>

Consumo electrodomesticos (día)				
Aparato	Horas	Energía	F. consumo	Total
Televisor	3	70 W	100 %	21000 Wh
Frigorifico	24	195 W	50 %	234000 Wh
Microondas	0.8	800 W	100 %	64000 Wh
<b>TOTAL</b>				<b>319000 Wh/d</b>

**TOTAL ENERGIA TEORICA DIARIA 320010 WH/DIA**

Para el calculo del rendimiento (Performance Ratio) se han utilizado los siguientes parametros:

<b>Coficiente perdidas en batería</b>	<b>5 %</b>
<b>Coficiente autodescarga batería</b>	<b>0.5 %</b>
<b>Profundidad de descarga batería</b>	<b>60 %</b>
<b>Coficiente perdidas conversión DC/AC</b>	<b>7 %</b>
<b>Coficiente perdidas cableado</b>	<b>5 %</b>
<b>Autonomía del sistema</b>	<b>3 d</b>
<b>Rendimiento General</b>	<b>80.93 %</b>

Lo que nos proporciona los siguientes resultados de energía.

**TOTAL ENERGIA REAL DIARIA (WH/DIA): 5189.67**

Se trata de una (vivienda de Uso habitual con los siguientes consumos distribuidos por meses a lo largo del año.

	Ene	Feb	Mar	Abl	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
% mes	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Consumos (W)	5190	5190	5190	5190	5190	5190	5190	5190	5190	5190	5190	5190

## HORAS SOL PICO

Para el calculo de las hora son pico, se ha utilizado la base de datos NREL-NASA, contemplando la inclinación y orientación elegidas, así como los datos de localización del lugar.

La declinación solar se ha calculado con la siguiente formula:

$$[1] \delta = 23,45 \cdot \sin \left( 360 \cdot \frac{284 + \delta_n}{365} \right)$$

$\delta$ : declinación (grados)  
 $\delta_n$ : día del año (1...365, tomado 1 para el día de enero)

Se ha elegido un día de cada més, que viene a coincidir con un día a mediados de mes.

Para el calculo de la elevación solar se han tomado los valores:

- $(90^\circ - \varphi - \delta)$  en el solsticio de invierno
  - $(90^\circ - \varphi + \delta)$  en el solsticio de verano
- siendo  $\varphi$  la latitud del lugar y  $\delta$  la declinación.

Para determinar la inclinación optima se han utilizado las siguientes premisas:

- $\beta = \varphi - \delta$  en el solsticio de verano
  - $\beta = \varphi + \delta$  en el solsticio de invierno
- pasando por el valor  $\beta = \varphi$  en los equinoccios  
siendo  $\varphi$  la latitud del lugar y  $\delta$  la declinación.

Para la estimación del parametro rad\_glo\_op, se ha usado la siguiente fórmula:

$$G_a(\beta_{opt}) = \frac{G_a(0)}{1 - 4,46 \cdot 10^{-4} \cdot \beta_{opt} - 1,19 \cdot 10^{-4} \cdot \beta_{opt}^2}$$

$G_a(\beta_{opt})$ : valor medio anual de la irradiación global sobre superficie con inclinación óptima ( $\text{kW} \cdot \text{h}/\text{m}^2$ )  
 $G_a(0^\circ)$ : media anual de la irradiación global horizontal ( $\text{kW} \cdot \text{h}/\text{m}^2$ )  
 $\beta_{opt}$ : inclinación óptima de la superficie ( $^\circ$ )

Para la obtención del factor de irradiancia (FI) se han utilizado las siguientes expresiones:

$$FI = 1 - [1,2 \times 10^{-4} (\beta - \beta_{opt})^2 + 3,5 \times 10^{-5} \alpha^2] \quad \text{para } 15^\circ < \beta < 90^\circ$$

$$FI = 1 - [1,2 \times 10^{-4} (\beta - \beta_{opt})^2] \quad \text{para } \beta \leq 15^\circ$$

$FI$ : Factor de radiación (sin unidades)  
 $\beta$ : Inclinación real de la superficie ( $^\circ$ )  
 $\beta_{opt}$ : inclinación óptima de la superficie ( $^\circ$ )  
 $\alpha$ : acimut de la superficie ( $^\circ$ )

Finalmente las horas sol pico (HSP) es el resultado de multiplicar la radiación global óptima ( $G_a(\beta_{opt})$ ) por el factor de irradiación (FI).

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Días mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Declinación	-21.27°	-13.62°	-2.02°	9.78°	19.26°	23.39°	21.18°	13.12°	1.81°	-10.33°	-19.6°	-23.4°
Nº día/año	15	45	76	106	137	168	198	229	259	290	321	351
Elevación solar	87.66°	80.01°	68.41°	56.61°	47.13°	43°	45.21°	53.27°	64.58°	76.72°	85.99°	89.79°
Inclinación optima	2.34°	9.99°	21.59°	33.39°	42.87°	47°	44.79°	36.73°	25.42°	13.28°	4.01°	0.21°
rad_glo_hor	7.93	7.42	6.57	5.47	4.46	3.91	4.14	4.87	6.04	7.23	7.96	8.23
rad_glo_op	7.94	7.54	7.03	6.42	5.85	5.46	5.58	5.92	6.62	7.43	7.99	8.23
FI	0.99	1	0.99	0.95	0.89	0.85	0.87	0.93	0.98	1	0.99	0.98
HSP/día	7.86	7.54	6.96	6.1	5.21	4.64	4.86	5.5	6.49	7.43	7.91	8.07
HSP/mes	243.66	211.12	215.76	183	161.51	139.2	150.66	170.5	194.7	230.33	237.3	250.17
Temp día max	21.85°	22.01°	21.93°	20.98°	19.19°	17.98°	17.41°	18.8°	19.31°	20.53°	20.88°	21.6°
Consu/HSP día	660.26	688.29	745.64	850.77	996.1	1118.46	1067.83	943.58	799.64	698.48	656.09	643.08

## CALCULOS DE MODULOS

Para el calculo del campo fotovoltaico se ha tenido en cuenta la inclinación y orientación elegidas, las HSP, el ratio de aprovechamiento del regulador de carga y las temperaturas medias mensuales diurnas del lugar elegido. Dando los siguientes valores:

- \* El mes más desfavorable según consumos: Junio
- \* Inclinación optima anual: 19.99°
- \* Inclinación optima anual por consumos: 23.47°
- \* Inclinación elegida: 12°
- \* Azimut módulos : 0°
- \* Temperatura media mensual máxima diaria (3 meses): 18.19°
- \* Horas Sol Pico en meses más desfavorables: 4.64 HSP
- \* Energía Real Diaria desde módulos: 5189.67 Wh/d
- \* Ratio de aprovechamiento regulador: 1
- \* Potencia pico módulos calculada: 1138 Wp

La elección del módulo, tiene en cuenta los distintos parametros electricos, que determinan el rendimiento, las unidades necesarias y su acoplamiento con el regulador y bateria. A continuación se observan los detalles del modulo y los calculos elegidos.

LUXOR Eco line 60/230 W Policristalino			
Voltaje a circuito abierto (voc):	37 V	Voltaje a potencia máxima (vmp):	29.8 V
Corriente de cortocircuito (isc):	8.22 A	Corriente a potencia máxima (imp):	7.73 A
Potencia máxima:	230 W	Coeficiente de temperatura de Pmax:	-0.45 %/°C
Potencia real a Temperatura media max :	233.0645 Wp	Nº de módulos serie:	1
Potencia pico módulos total :	1150 Wp	Nº de series paralelo:	5
Optimización instalación/necesidades mes mas desfavorable :	1.01	Total modulos :	5
El grado de optimización elección equipo/necesidades reales es de			101 %

## CALCULOS REGULADORES

Para la elección del regulador se tienen en cuenta los valores de tensión del sistema, los parametros de los módulos fotovoltaicos, lo que nos aporta un determinado grado de optimización. Ver a continuación:

- \* Tensión sistema: 24 V
- \* Tensión modulos Circuito abierto: 37 V
- \* Tensión modulos maxima potencia : 29.8 V
- \* Corriente de cortocircuito modulo: 8.22 A
- \* Corriente a potencia máxima modulo: 7.73 A
- \* Nº de módulos serie instalar: 1
- \* Nº de módulos paralelo instalar: 5
- \* Total modulos instalar: 5
- \* Intensidad modulo a tensión sistema (abierto): 10.14 A
- \* Intensidad modulo a tensión sistema (cerrado) : 7.68 A
- \* Intensidad total sistema (abierto) : 51 A
- \* Intensidad total sistema (cerrado)) : 38.39 A

La elección del regulador ha sido la siguiente:

<b>MORNINGSTAR TRISTAR MPPT 60-24 MPPT</b>			
Tensión:	24 V	Voltaje máximo:	150 V
Potencia nominal:	1600 Wp	Consumo propio:	56 mA
Capacidad de carga:	60 A	Ratio aprovechamiento :	0.98
El grado de optimización elección equipo/necesidades reales es de		118 % Nº Reguladores :	1

## CALCULOS BATERIAS

Para el calculo de la batería, se ha tenido en cuenta, la energía necesaria, la tensión del sistema, así como la profundidad de descarga y la autonomía de dicho sistema en días.

- \* Tensión nominal de baterías: 24 V
- \* Profundidad de descarga de baterías: 60 %
- \* Autonomía del sistema: 3 días
- \* Energía Real Diaria: 5190 Wh/día
- \* Capacidad útil baterías calculada: 649 Ah
- \* Capacidad real baterías calculada: 1081 Ah

De lo que se desprende, que, adaptándonos al fabricante, utilizaremos una batería con x series de x vasos en paralelo de x Ah en C100, por serie, dando un total de x Ah en C100 y x V. Con esta acumulación se tendría la capacidad de almacenamiento de x días, con los consumos teóricos.

ECOSAFE TYS-7 TUBULAR-PLATE									
Capacidades de carga en función a sus horas de descarga:									
C 10:	786 Ah	C 20:	887 Ah	C 40:	1049 Ah	C 100:	1082 Ah	C 120:	1095 Ah
Tensión:				2 V		Nº de elementos serie :			12
Capacidad nominal acumulador :				1082 Ah		Nº de series paralelo :			1
Tensión nominal acumulador :				24 V		Total elementos :			12
El grado de optimización elección equipo/necesidades reales es de									100 %

## INVERSOR-CARGADOR

Para el dimensionado del inversor-cargador se han utilizado los siguientes datos:

- \* Tensión sistema DC: 24 V
- \* Tensión salida AC: 230 V
- \* Potencia máxima: 2197 W
- \* Coeficiente Simultaneidad: 0.7
- \* Potencia mínima necesaria: 1922 W
- \* Factor de seguridad: 0.8
- \* Potencia de calculo : 1922 W

La elección del inversor-cargador ha sido la siguiente:

VICTRON MULTIPLUS C 12/3000/120-16			
Tensión:	12 V	Potencia nominal:	3000 W
Potencia continua:	2500 W	Potencia instantanea:	6000 W
Consumo en vacio :	15 W	Eficiencia :	93 %
Ratio aprovechamiento :	77 %	Nº inversores :	1
El grado de optimización elección equipo/necesidades reales es de			130 %



## RESUMEN

Resumen de los elementos resultantes del calculo

Unidades	Elementos
5	Modulo tipo -LUXOR Eco line 60/230 W Policristalino
1	Regulador tipo - MORNINGSTAR TRISTAR MPPT 60-24 MPPT
12	Bateria tipo - ECOSAFE TYS-7 TUBULAR-PLATE
1	Inversor tipo -VICTRON MULTIPLUS C 12/3000/120-16

Con los elementos de consumos seleccionados y los componentes de las instalación calculados, obtenemos la siguiente comparativa de consumos y producción estimados a lo largo del año

	Ene	Feb	Mar	Abl	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Consumo	161	145	161	156	161	156	161	161	156	161	156	161
Producción	275	239	244	207	183	157	170	193	220	260	268	283

**Consumo total al año: 1896 Kw**

**Producción total al año: 2699 Kw**

**Total kg/año CO2 evitados: 1463**

