



PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATOLICA
DE VALPARAISO



Energía Solar

Parte IV

Sistemas Fotovoltaicos



TEMARIO

- CELDA FOTOVOLTAICA

- Tipos de celda
- Celdas de alta eficiencia
- Proceso de fabricación

- PANEL FOTOVOLTAICO

- ARREGLO DE PANELES FV

- SEGUIDORES (TRACKER)

- BALANCE DE PLANTA

- Tipos de sistemas

- DIMENSIONAMIENTO DE SISTEMAS

- USOS Y APLICACIONES

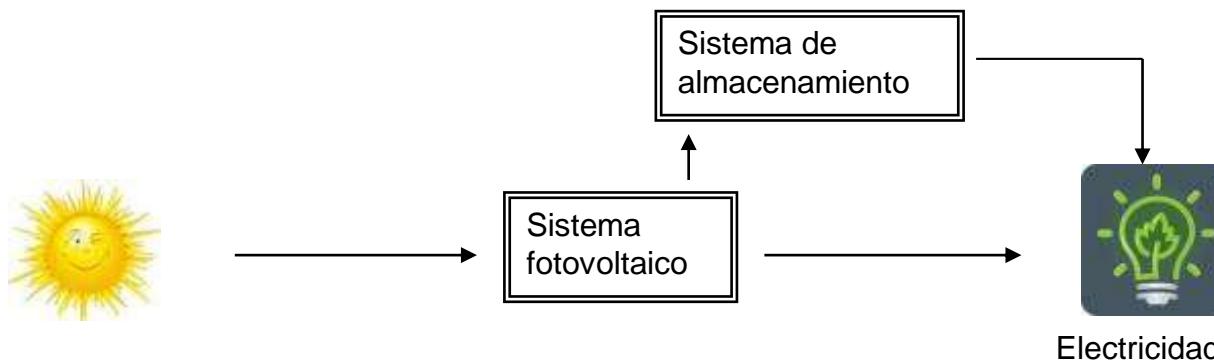


FOTO → LUZ

VOLTAICO → ELECTRICIDAD

EFFECTO FOTOVOLTAICO ES LA CONVERSIÓN DIRECTA DE LA LUZ EN ELECTRICIDAD, A TRAVÉS DEL IMPACTO DE LA LUZ EN UNA SUPERFICIE DE MATERIAL SEMICONDUCTOR.

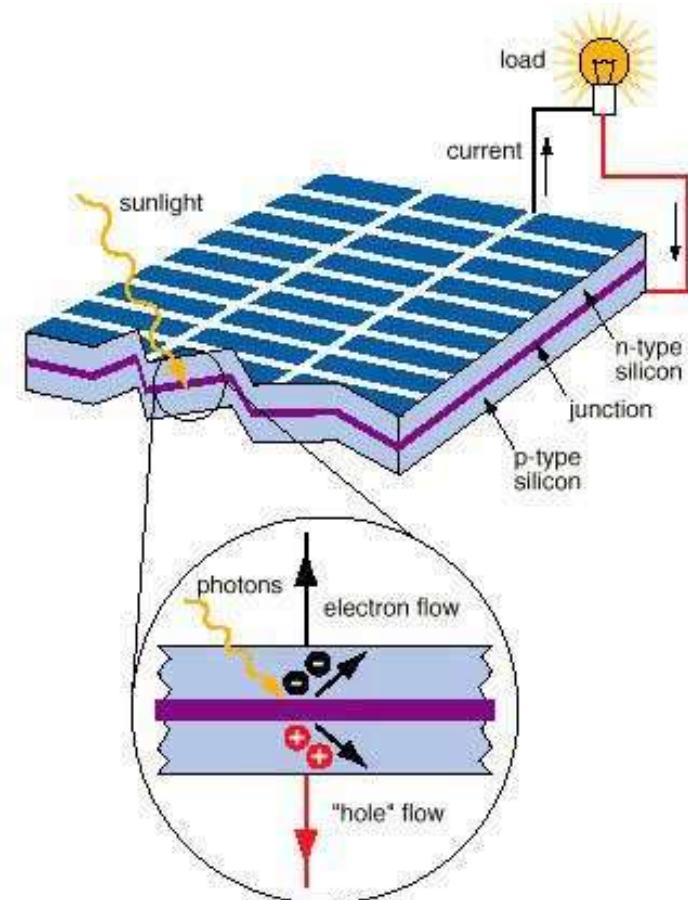
ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA: CONVERSIÓN DIRECTA DE LA IRRADIACIÓN SOLAR EN ELECTRICIDAD, MEDIANTE CELDAS FOTOVOLTAICAS



CONVERSIÓN SE REALIZA A TRAVÉS DE CELDAS FOTOVOLTAICAS

Una celda fotovoltaica es una placa compuesta de dos delgadas láminas de material semiconductor, generalmente silicio (wafer) una tipo "n" y otra tipo "p", una de cuyas caras es impactada por la luz, con lo que liberan electrones y producen una corriente continua entre las dos caras.

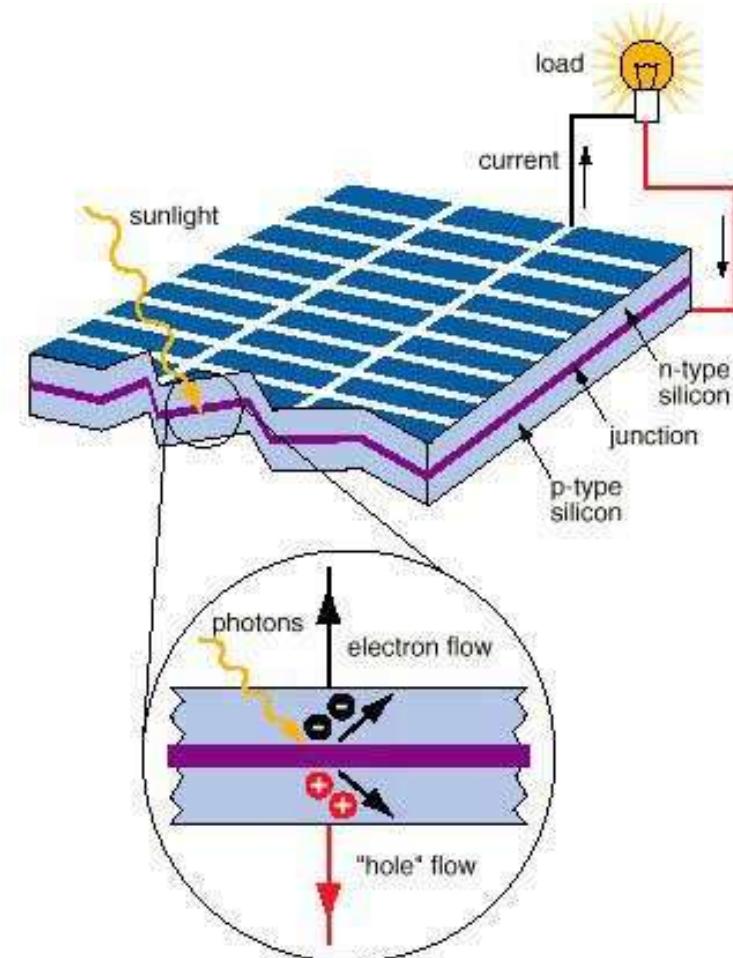
En la cara expuesta a la luz se pega una malla de conductores delgados, con separación suficiente para permitir la exposición a la luz, y en la otra cara una lámina de material conductor.



CELDA FOTOVOLTAICA

Entre los extremos de ambos conductores se obtiene una tensión eléctrica. Al haber una resistencia o carga entre ambos conductores, se forma un circuito eléctrico de corriente continua.

Para una carga o resistencia dada, la intensidad de la corriente será proporcional a la intensidad de la luz o radiación solar incidente (Irradiancia), y al área de la celda, en tanto que la tensión entre los conductores varía según la carga o resistencia, siguiendo la ley de ohm ($V = I \times R$), dentro del rango determinado por la curva característica.



CELDA FOTOVOLTAICA

Tipos de celdas fotovoltaicas de uso comercial

De silicio monocristalino:

Mayor eficiencia (aprox 17 %)

Mayor costo

De silicio policristalino

Eficiencia mediana (aprox. 15 %)

Menor costo que monocristalino

De silicio Amorfo

Baja eficiencia (< 10%)

Bajo costo

Generalmente construídos como película delgada (thin film)

Uso en aplicaciones menores (relojes, calculadoras, juguetes)



Celdas fotovoltaicas de alta eficiencia

Se han desarrollado a nivel de laboratorio celdas fotovoltaicas con materiales semiconductores de ultima generación, que entregan mayor eficiencia de conversión energética:

Construidos en forma de película delgada (thin film):

Teluro de Cadmio (Cd Te) $\eta \sim 18\%$

Arsenuro de Galio (Ga As) $\eta \sim 24\%$

Selenuro de Cobre-Indio (CIS) y Cobre-Indio-Galio (CIGS) $\eta \sim 20\%$

Desarrollados en procesos tipo Multiple Junction $\eta \sim 42\%$

El procedimiento de fabricación en triple juntura ha logrado eficiencias reportadas a nivel de laboratorio de sobre 40% (Ga-As y Ga-In). En el último tiempo se han fabricado comercialmente con eficiencias de hasta 33%

En ambos casos, las altas eficiencias aún no compensan su elevado costo, por lo que, a nivel comercial, se siguen utilizando casi exclusivamente celdas fotovoltaicas de Silicio cristalino.

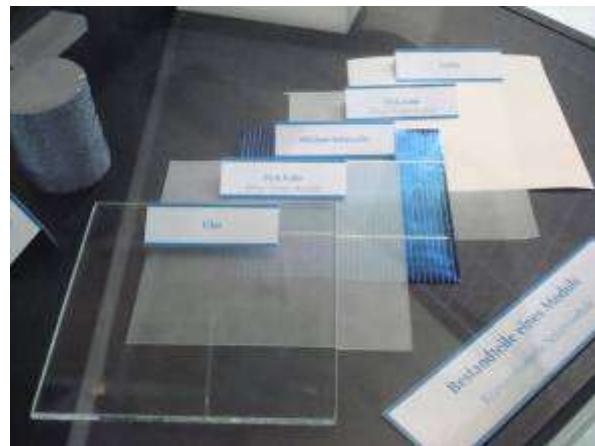
CELDA FOTOVOLTAICA

El proceso de fabricación de las celdas fotovoltaicas

Lingotes de
Silicio
metálico



Malla conductora, vidrios, sustrato y cubierta
conductora



Corte de
lingotes y
obtención de
laminas (wafers)



Celda fotovoltaica de Silicio cristalino



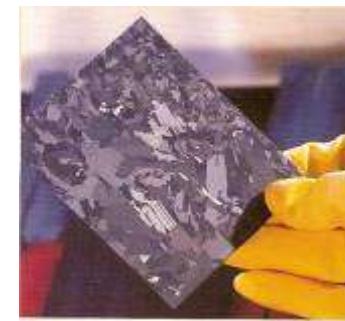
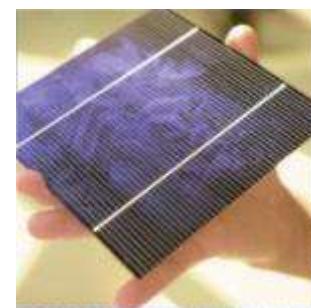
CELDA FOTOVOLTAICA

Tipos de celdas fotovoltaicas de uso comercial

Las celdas fotovoltaicas más usadas comercialmente son de forma cuadrada, de una corriente nominal, en el punto de operación a máxima potencia, de 3 a 7 A (para una irradiancia de 1.000 w/m²), dependiendo del tamaño, generalmente de 100 x 100 mm a 160 x 160 mm.

La tensión nominal tiene variaciones, normalmente es de 0,5 a 0,6 volt, en el punto de operación.

Debido a las variaciones producto del proceso de fabricación, se seleccionan las celdas que tienen características similares para configurar los módulos de una determinada potencia



CELDA FOTOVOLTAICA

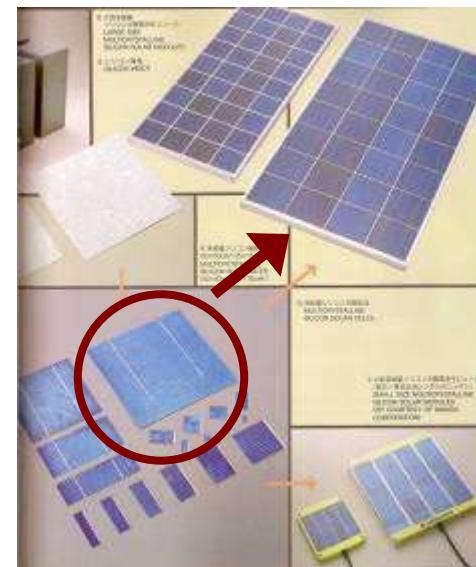


PANEL o MODULO FOTOVOLTAICO

UN PANEL O MÓDULO FOTOVOLTAICO ES UN GRUPO DE CELDAS CONECTADAS EN SERIE Y EN PARALELO, PARA OBTENER UNA COMBINACIÓN DE TENSIÓN Y CORRIENTE NOMINAL.

LA TENSIÓN ES LA SUMA DE LAS TENSIONES DE LAS CELDAS CONECTADAS EN SERIE

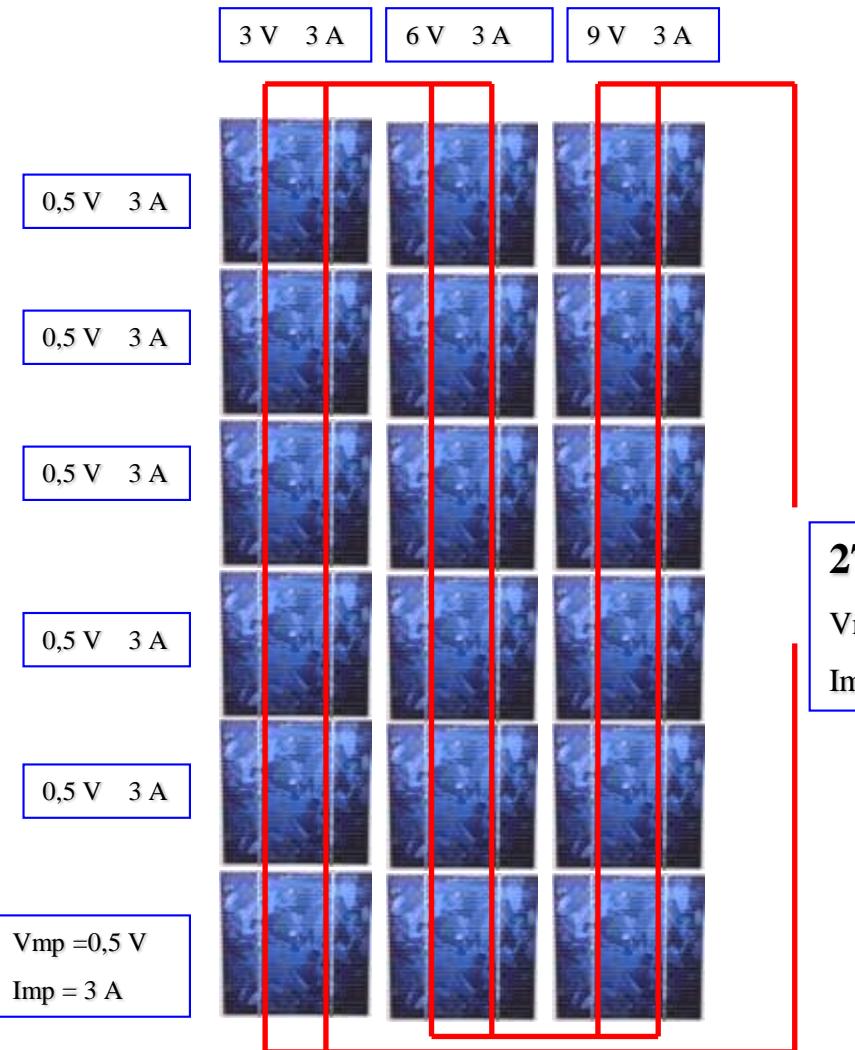
LA CORRIENTE DEL MÓDULO ES LA SUMA DE LAS CORRIENTES DE LAS CELDAS CONECTADAS EN PARALELO.



CELDA FOTOVOLTAICA



MODULO FOTOVOLTAICO



27 W_p

V_{mp} = 9 V

I_{mp} = 3 A

Specification	P220-60						
typ. Nominal Power P _N @ STC*	205 Wp	210 Wp	215 Wp	220 Wp	225 Wp	230 Wp	235 Wp
typ. Module Efficiency η	12.3 %	12.6 %	12.9 %	13.2 %	13.5 %	13.8 %	14.1 %
typ. Nominal Voltage U _N @ STC*	29.22 V	29.58 V	29.91 V	30.2 V	30.5 V	30.84 V	31.14 V
typ. Nominal Current I _N @ STC*	7.01 A	7.12 A	7.2 A	7.28 A	7.37 A	7.48 A	7.55 A
typ. Open Circuit U _{OC} @ STC*	36.2 V	36.5 V	36.6 V	36.9 V	37.0 V	37.32 V	37.5 V
typ. Short Circuit I _{SC} @ STC*	7.63 A	7.7 A	7.77 A	7.85 A	7.89 A	8.0 A	8.02 A
max. Tolerance of P _N **				±3 %			
typ. Temperature Coefficient of P _N				-0.46 %/K			
typ. Temperature Coefficient of U _{OC}				-0.129 V/K			
typ. Temperature Coefficient of I _{SC}				4.4 m A/K			
Max. System Voltage				1000 V			
IP Protection Level				IP 65			
Reverse Current Power Rating I _R **				16 A			
Module Technology	Glass-foil-laminate with aluminium frame						
Module Design	High transparency solar glass (tempered), 4 mm Embedding: EVA Backside Foil: black or white						
No. and Type of Solar Cells	60 polycrystalline solar cells, 156 mm x 156 mm						
Cables and Connections	Junction box with MC 4 Plug connector cables, 1 x 4 mm ² . Length: each 1.0 m						
Bypass Diodes	3						



Elektrische Daten		Würz STC 165-35M5-E	Würz STC 170-35M5-E	Würz STC 175-35M5-E	Würz STC 180-35M5-E
Nennleistung (Pmax)	(Wp)	165	170	175	180
Spannung, max. (Vmpp)	(V)	35,8	35,9	36,0	36,0
Stromstärke, max. (Impp)	(A)	4,61	4,74	4,86	5,0
Leerlaufspannung (Voc)	(V)	44,0	44,5	44,8	45,0
Kurzschlussstrom (Isc)	(A)	5,1	5,12	5,17	5,2
Leistungstoleranz	(%)	+3/-3	+3/-3	+3/-3	+3/-3
Systemspannung, max.	(V)	715	715	715	715
Temperaturkoeffizient	Pmax (%/°C)	-0,40	-0,40	-0,40	-0,40
	Voc (%/°C)	-0,38	-0,38	-0,38	-0,38
	Isc (%/°C)	+0,04	+0,04	+0,04	+0,04

Mechanische Spezifikation

Abmessung	L x B x H (mm)	1580 x 808 x 45
Gewicht	kg	15
Rahmen		Aluminium eloxiert
Verpackungseinheit	pro Krt.	4 Stück
Kabellänge	mm	90-100
Zellanzahl	Stück	72
Zelltechnologie		monokristallin
Zellgröße	mm	125 x 125
Zellkontakteierung	Bus/Bar	ja

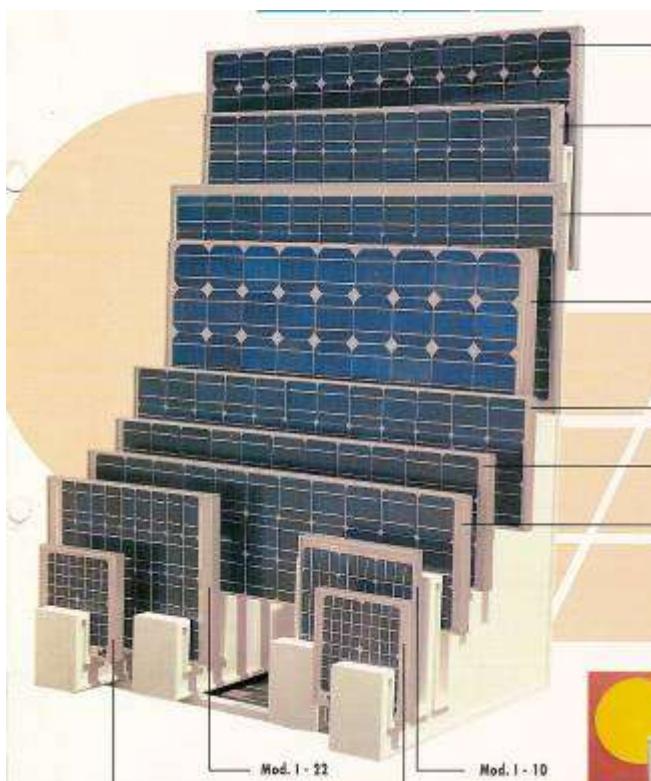
Garantie – Zertifizierung – Wirkungsgrad

Leistungsgarantie **	10 Jahre	90 %
	25 Jahre	80 %
Produktgarantie	Jahre	2
Geprüft nach		IEC 61215; Schutzklasse II
Wirkungsgrad	%	12,9 13,3 13,7 14,1

Die PV-Junction Box ist TÜV-geprüft und mit Steckern vorkonfektioniert.

PANEL FOTOVOLTAICO

Mediante la combinación de tamaños y formas de corte de las celdas, así como de la cantidad de celdas conectadas en serie y en paralelo, se pueden construir módulos fotovoltaicos de una variedad de potencias y tensiones, para diversos usos.



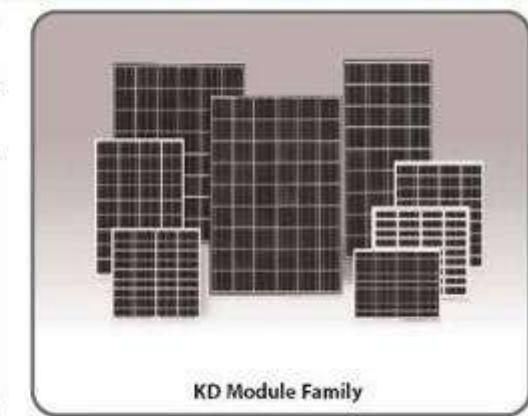
Kyocera's advanced cell processing technology and automated production facilities have produced a multi-crystal solar cell with an efficiency of over 16%. All modules are constructed using a tempered glass front, EVA pottant and a PVF backing to provide maximum protection from the most severe environmental conditions. The entire laminate is framed in a heavy duty anodized aluminum frame to provide structural strength and ease of installation. Because Kyocera modules are so efficient less space is required than other solar modules of equal output. This translates to both more wattage per square foot and lower mounting structure cost.



Features

- KC65T - KC130TM modules have a +10/-5% power

Kyocera Solar Modules (KC/KD)



KD Module Family

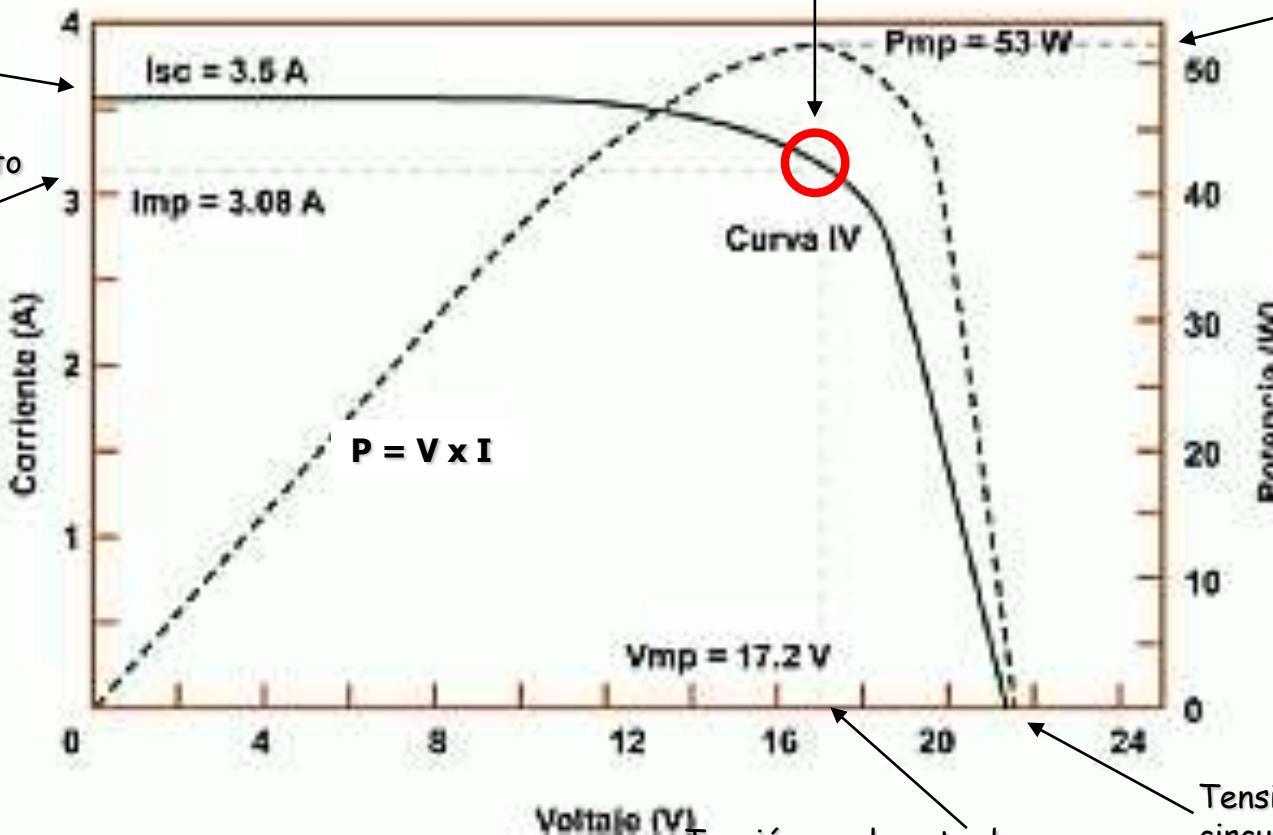
Quality Assurance

Kyocera multi-crystal photovoltaic modules exceed

PANEL FOTOVOLTAICO

Curvas características

Corriente de
corto circuito
(I_{cc} ó I_{sc})



Punto de operación para máxima
potencia o potencia peak

Potencia máxima,
potencia peak o
potencia nominal

Corriente en el punto
de potencia peak
(I_{mp} , I_{pp})

Tensión en el punto de
potencia peak (V_{pp} , V_{mp})

Tensión o voltaje de
circuito abierto (V_{ca}
ó V_{oc})

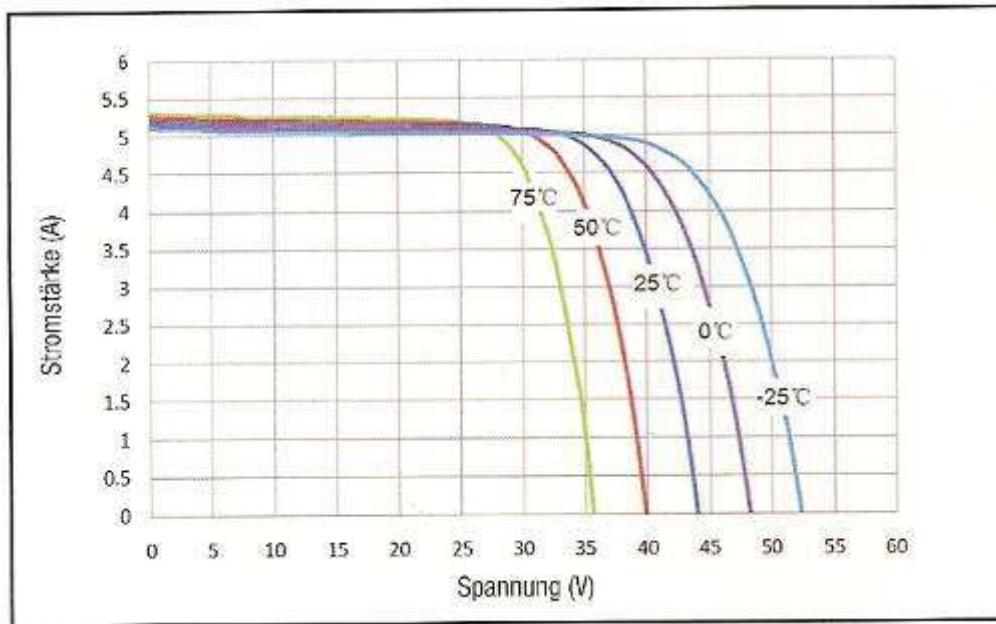
PANEL FOTOVOLTAICO

Curvas características

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA:

La mayor temperatura de las celdas hace variar la curva característica, disminuyendo la tensión de circuito abierto, desplazando la curva hacia la izquierda y entregando por lo tanto una menor potencia peak.

La temperatura en condiciones de prueba estándar (STC) es de 25° C



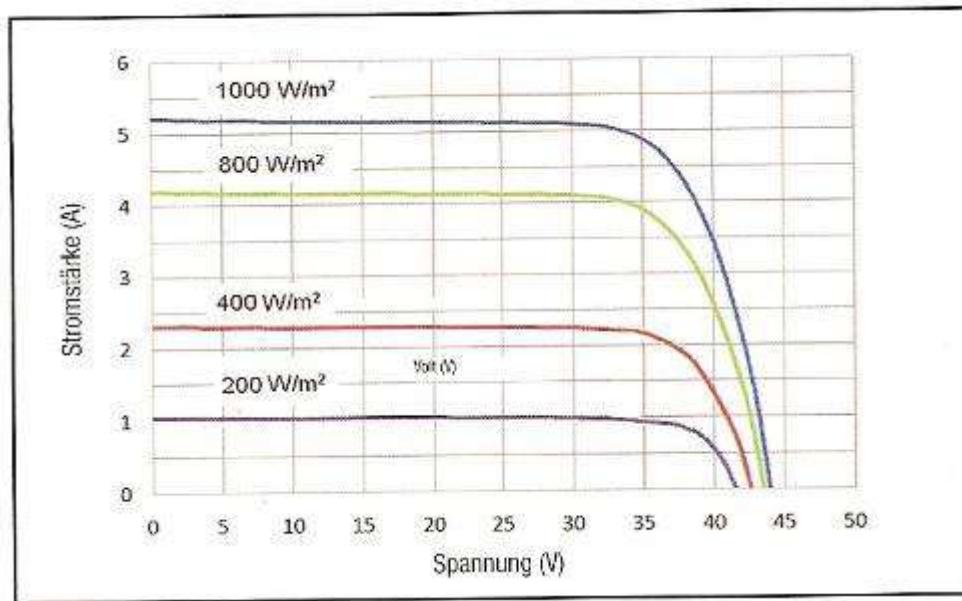
PANEL FOTOVOLTAICO

Curvas características

INFLUENCIA DE LA IRRADIANCIA:

La mayor irradiancia (radiación incidente perpendicular) sobre las celdas hace variar la curva característica, aumentando la corriente de cortocircuito, y por lo tanto la potencia en el punto peak.

La irradiancia en condiciones de prueba estándar (STC) es de 1.000 W/m^2



PANE

Technical Data

Solar
POLY

High-quality
SCHOTT® S
pendulum
connector

Narrow or
serial comb

Quick and
pre-installed

System via
system vol

One step i
using mult



Electrical data

The electrical data apply to standard test conditions (STC):
irradiance at the module level of 1000 W/m² with spectrum AM 1.5 and a cell temperature of 25 °C

Nominal power	P_{nom}	165 Wp	170 Wp	175 Wp	180 Wp
Voltage at maximum-power point	U_{mpp}	35.1 V	35.5 V	35.9 V	36.3 V
Current at maximum-power point	I_{mpp}	4.70 A	4.78 A	4.87 A	4.95 A
Open-circuit voltage	U_{oc}	43.6 V	44.0 V	44.3 V	44.6 V
Short-circuit current	I_{sc}	5.27 A	5.30 A	5.34 A	5.39 A

The rated power may vary by ± 4% and all other electrical parameters by ± 10%.

Dimensions and weights



Dimensions (tolerances ± 3 mm)	1,620 mm x 810 mm
Thickness with frame (± 1 mm)	50 mm
Weight	approx. 15.5 kg

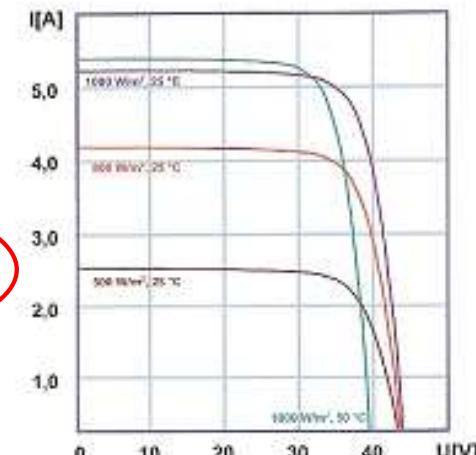


Solar cells per module	72
Type of solar cell	MAIN-isotex solar cell (multi-crystalline, 12.5 x 12.5 cm ² , full-square)
Connection	Connection box with bypass diodes, 4 mm ² -solar cable with Tyco- Connectors, length of pole 1 m each



Temperature coefficients

Power	$T_K (P_n)$	- 0.47 %/°C
Open-circuit voltage	$T_K (U_{oc})$	- 0.38 %/°C
Short-circuit current	$T_K (I_{sc})$	+ 0.10 %/°C



Current/voltage characteristics with dependence on irradiance and module-temperature.

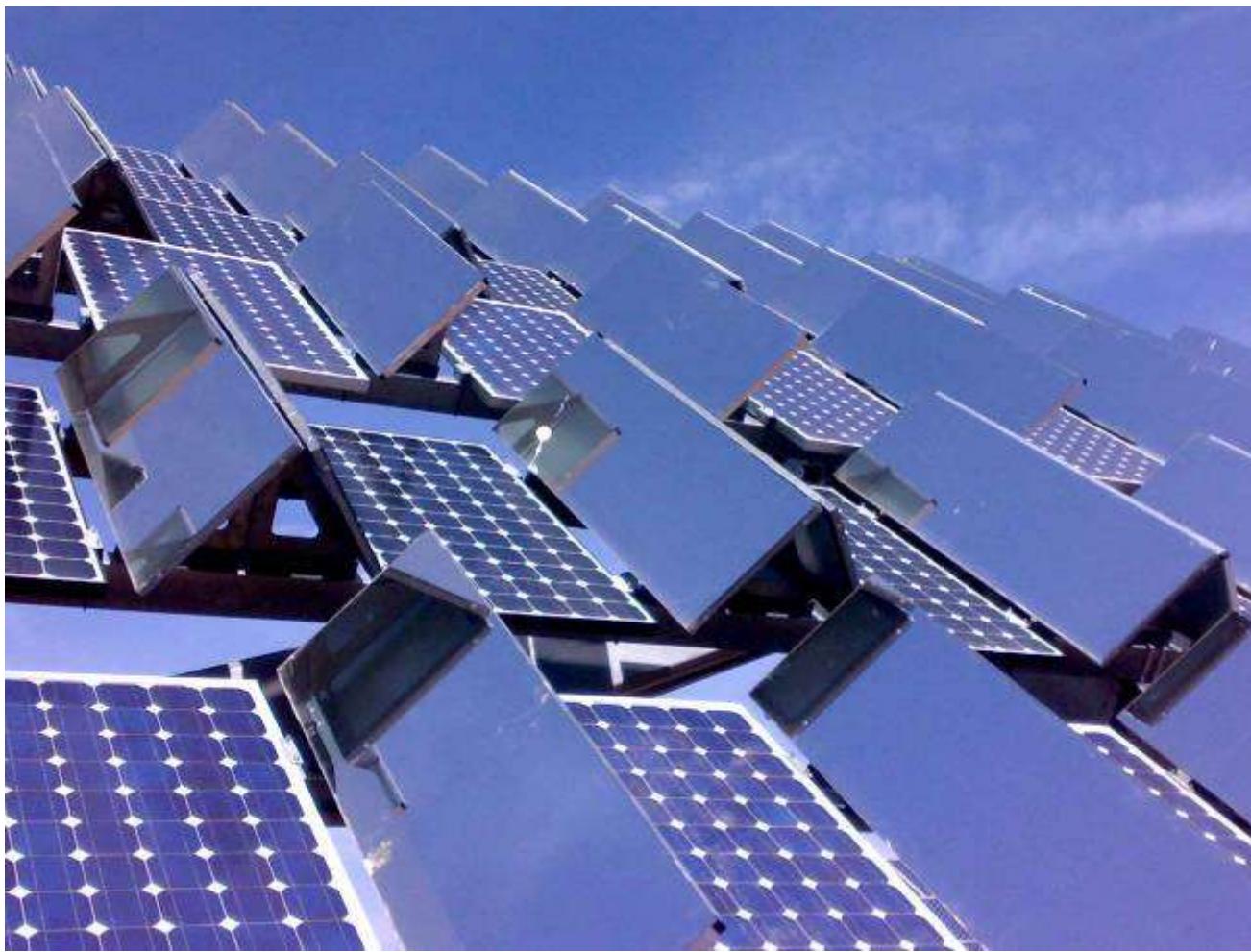
PANEL FOTOVOLTAICO CONCENTRADOR

El desarrollo más reciente de paneles fotovoltaicos, con la finalidad de aprovechar una mayor superficie de captación solar, aumentando la eficiencia del panel y disminuyendo el costo unitario de inversión.

Tipos de CPV:

- Espejo reflector (baja concentración)
- Disco parabólico
- Lente de fresnel

PANEL FOTOVOLTAICO CONCENTRADOR (baja concentración)

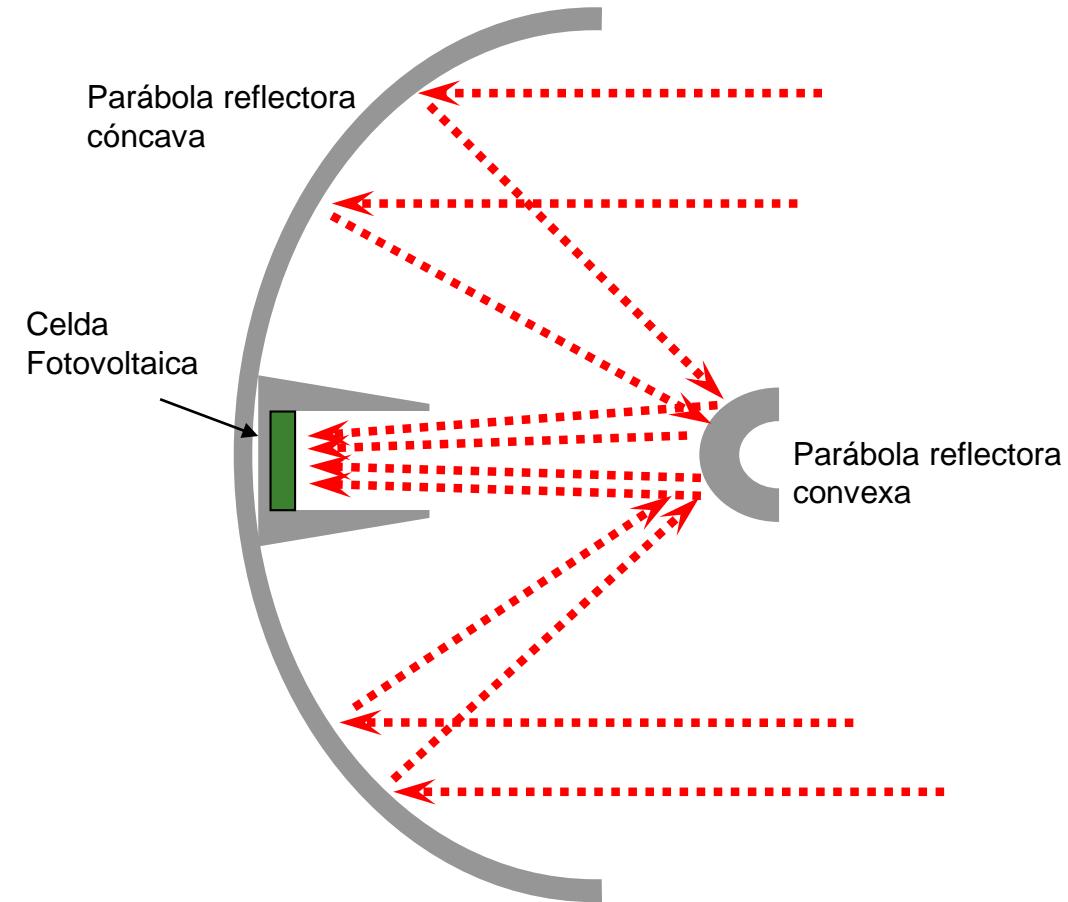


PANEL FOTOVOLTAICO CONCENTRADOR

CELDA FOTOVOLTAICA CONCENTRACIÓN FOCAL PARABÓLICA (CPV)



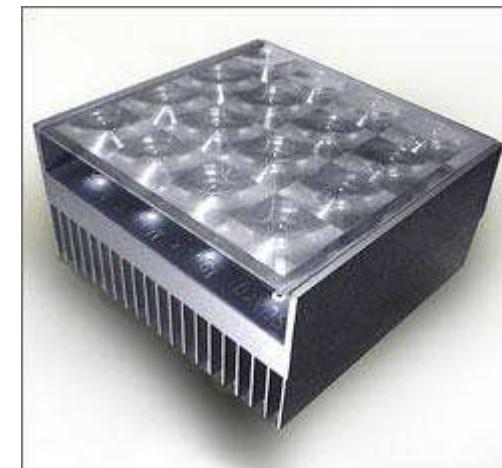
ESQUEMA



PANEL FOTOVOLTAICO CONCENTRADOR



Lente de Fresnel



PANEL FOTOVOLTAICO



ARREGLO FOTOVOLTAICO

Un arreglo (del inglés array) es un conjunto de varios módulos fotovoltaicos, conectados en serie y en paralelo, de manera de obtener una alta potencia instalada (potencia nominal), a través de diversas combinaciones de tensión y corriente de salida. Un arreglo fotovoltaico es un generador solar de energía.

El carácter modular de los sistemas fotovoltaicos permiten el uso de arreglos de algunos KW de potencia, para uso comercial o residencial, hasta grandes plantas generadoras de energía de hasta 100 MW



PANEL FOTOVOLTAICO



ARREGLO FOTOVOLTAICO

La tensión de salida del banco de paneles es la suma de las tensiones de salida de los paneles conectados en serie, en tanto la corriente de salida del banco es la suma de las corrientes de los paneles conectados en paralelo. Se deben conectar siempre paneles de la misma tensión nominal en paralelo, y paneles de la misma corriente nominal en serie.

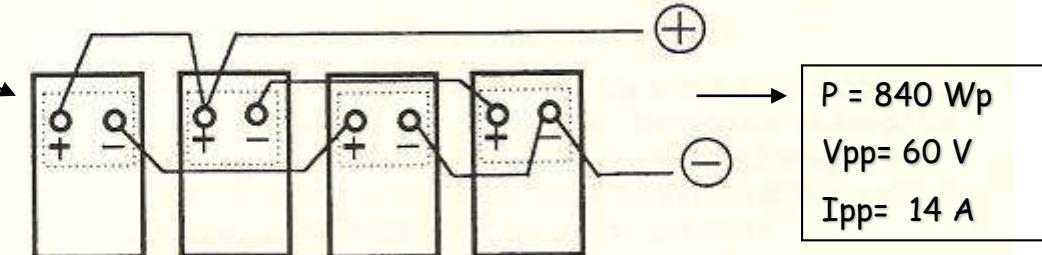
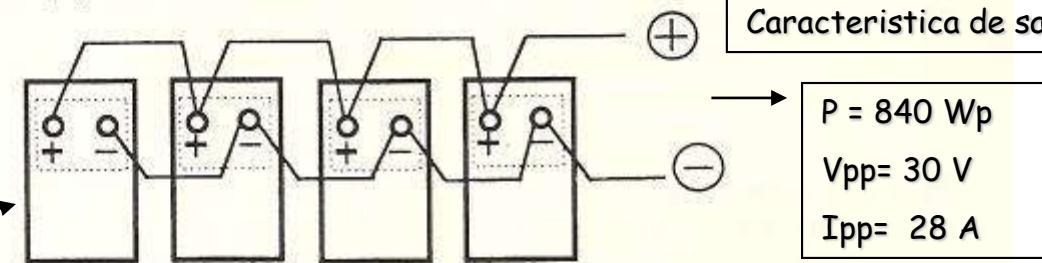
En la siguiente figura se muestra el esquema de un banco de paneles conectados en paralelo (a), y de un banco de paneles conectados en serie y en paralelo (b).

Características de cada módulo:

$$P = 210 \text{ Wp}$$

$$V_{pp} = 30 \text{ V}$$

$$I_{pp} = 7 \text{ A}$$



CELDA FOTOVOLTAICA → MODULO → ARREGLO



DISPOSITIVOS SEGUIDORES (TRACKER)

Puesto que la mayor potencia de los módulos fotovoltaicos se obtiene cuando su superficie está perpendicular a la dirección de la radiación incidente, y a su vez esta dirección de la radiación varía durante el día (movimiento azimutal) y durante el año (movimiento del ángulo cenital), se han desarrollado los seguidores o trackers, dispositivo mecánico de seguimiento, el que, mediante servomotores y pivotes, cambia la orientación del arreglo, siguiendo en todo momento el movimiento del sol.



BALANCE DE PLANTA

El generador fotovoltaico, tanto en la forma de módulo individual como en la forma de un arreglo, requiere de otros componentes para cumplir con los requerimientos de suministro eléctrico. Dependiendo del tipo de instalación, se requiere algunos o todos de los siguientes elementos:

Sistema de acumulación de energía → Banco de Baterías

Permite el uso de la energía obtenida en el sistema solar, durante la noche o durante períodos nublados, incluso varios días.

Regulador de cargas

es un dispositivo electrónico que permite controlar la cantidad de corriente que pasa desde un módulo o arreglo fotovoltaico hacia las baterías o hacia los consumos en CC, principalmente para proteger el banco de baterías de la sobrecarga

Inversor CC/CA

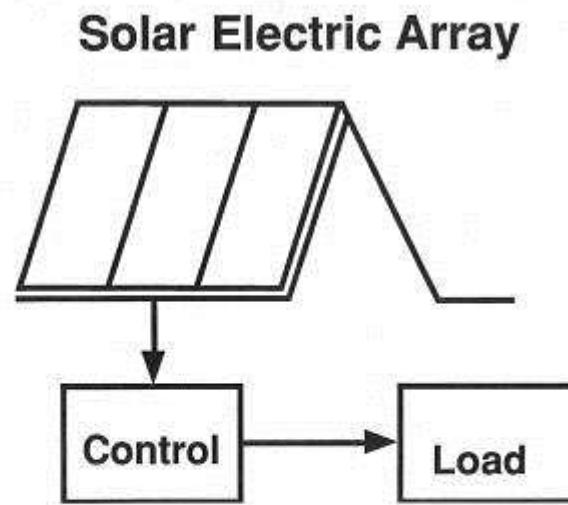
Los modulos fotovoltaicos y baterías entregan corriente continua, (CC ó DC) generalmente en 12, 24 o 48 V. Para transformar a corriente alterna CA ó AC) de 220 V se utiliza un dispositivo electrónico, el Inversor.

BALANCE DE PLANTA

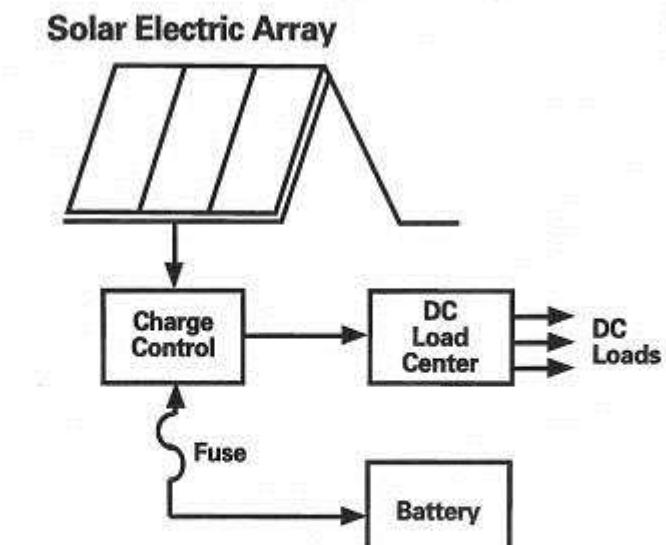


BALANCE DE PLANTA

Tipos de sistemas



Solar Direct

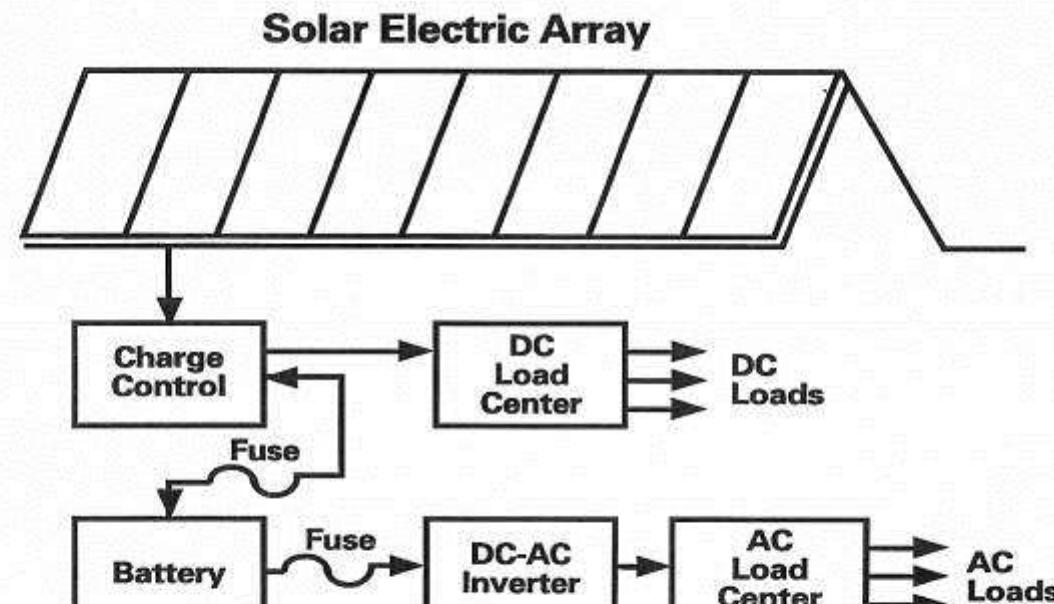


Small Stand Alone



BALANCE DE PLANTA

Tipos de sistemas



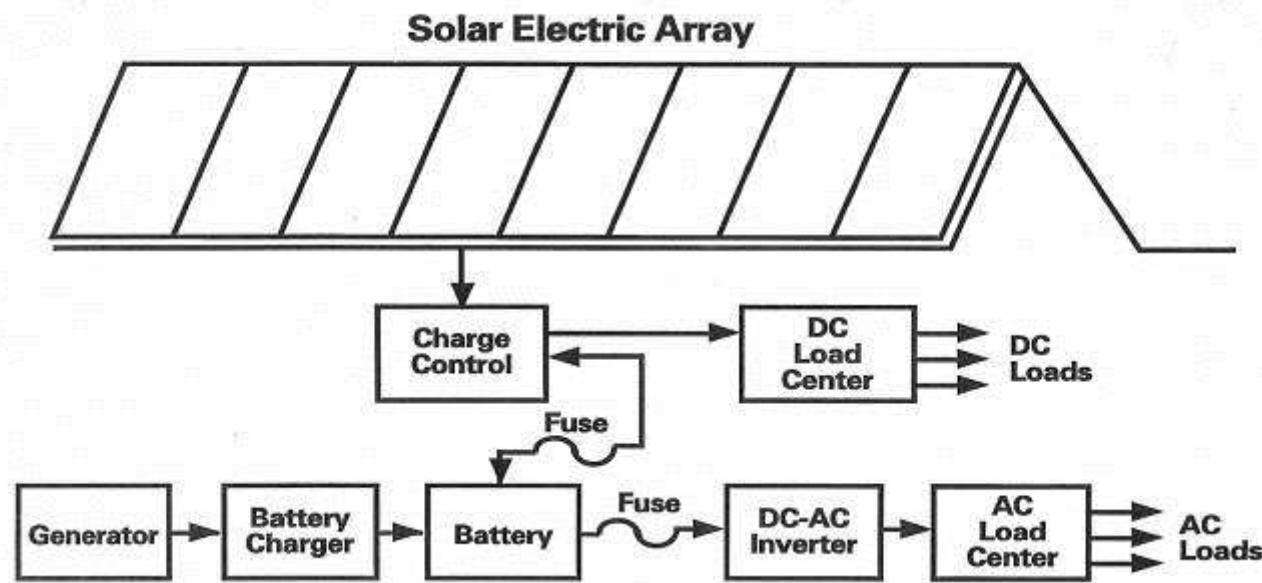
Stand Alone AC-DC System



PHOTOCOMM, INC.
THE WIRELESS POWER COMPANY

BALANCE DE PLANTA

Tipos de sistemas



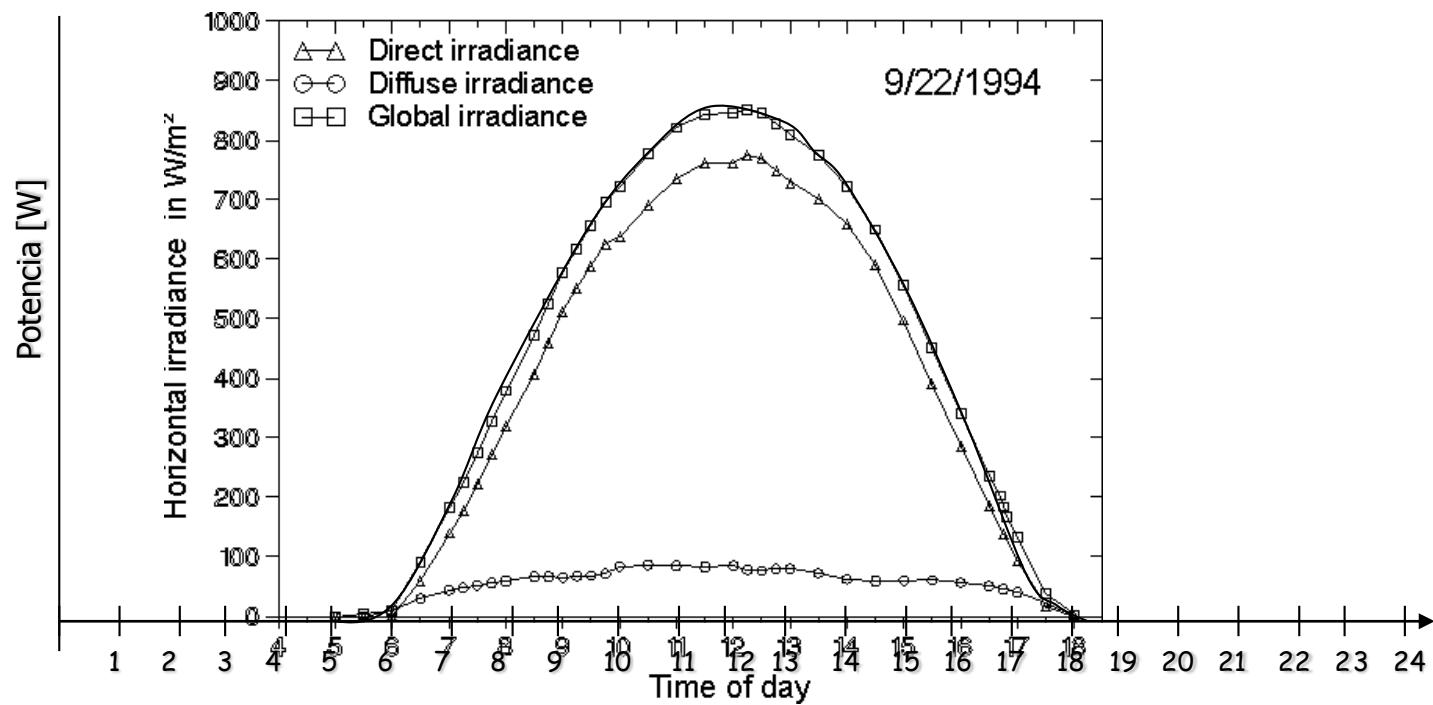
PV – Generator Hybrid



PHOTOCOMM, INC.
THE WIRELESS POWER COMPANY

CALCULO Y DIMENSIONAMIENTO

Una potencia generada por un sistema solar depende proporcionalmente a la aplicación de la radiación solar (Irradiancia). La siguiente figura muestra la potencia obtenida a lo largo de la curva de irradiancia.

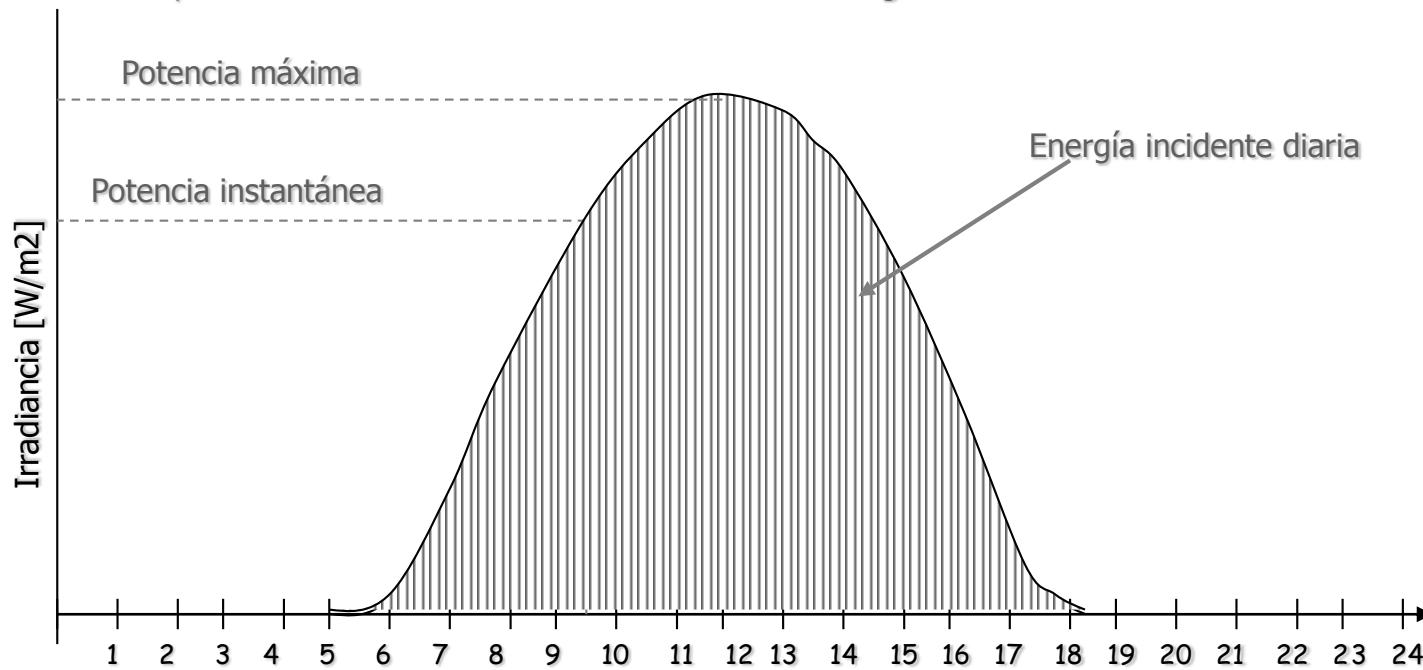


CALCULO Y DIMENSIONAMIENTO

Se debe considerar que la producción de un sistema solar fotovoltaico es un bloque de energía producto de la potencia generada en cada momento del día.

La potencia generada en cada instante depende proporcionalmente de la irradiación solar (Irradiancia), en tanto la energía total generada durante un día es la suma de las potencias instantáneas en cada momento

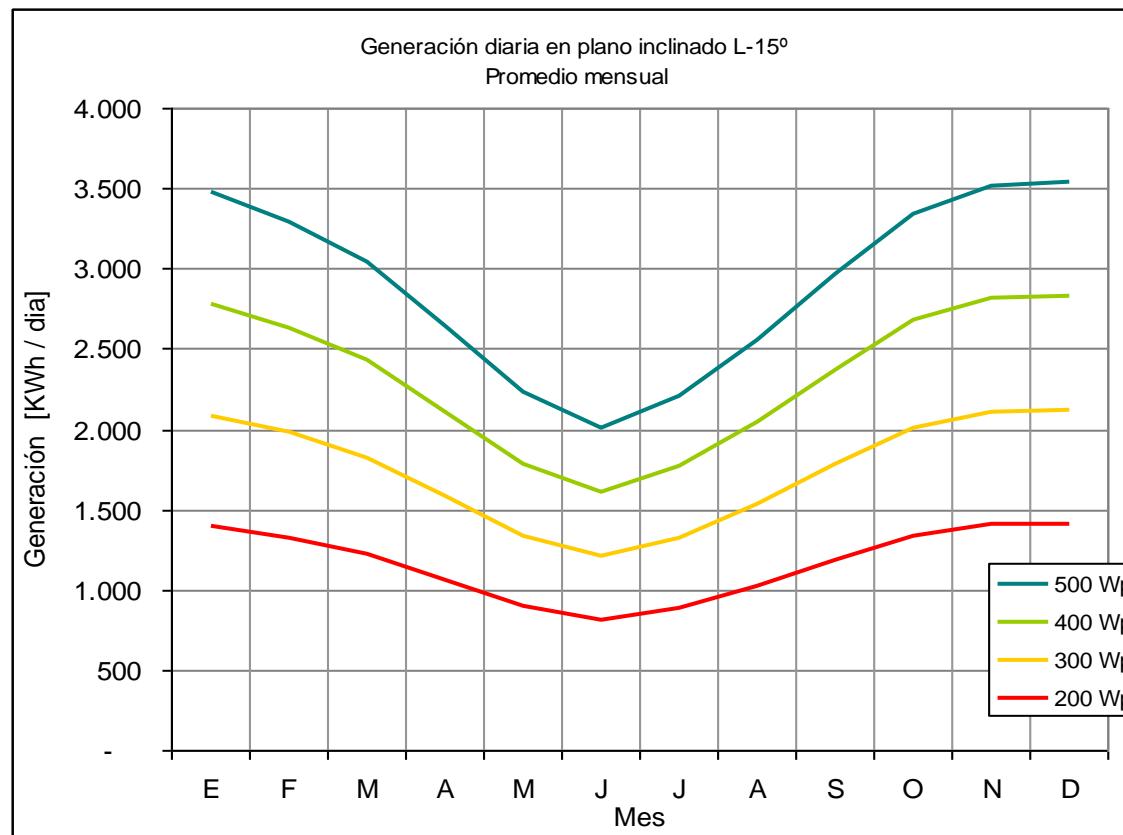
Una curva típica de irradiancia durante un día es la siguiente:



CALCULO Y DIMENSIONAMIENTO

Energía disponible

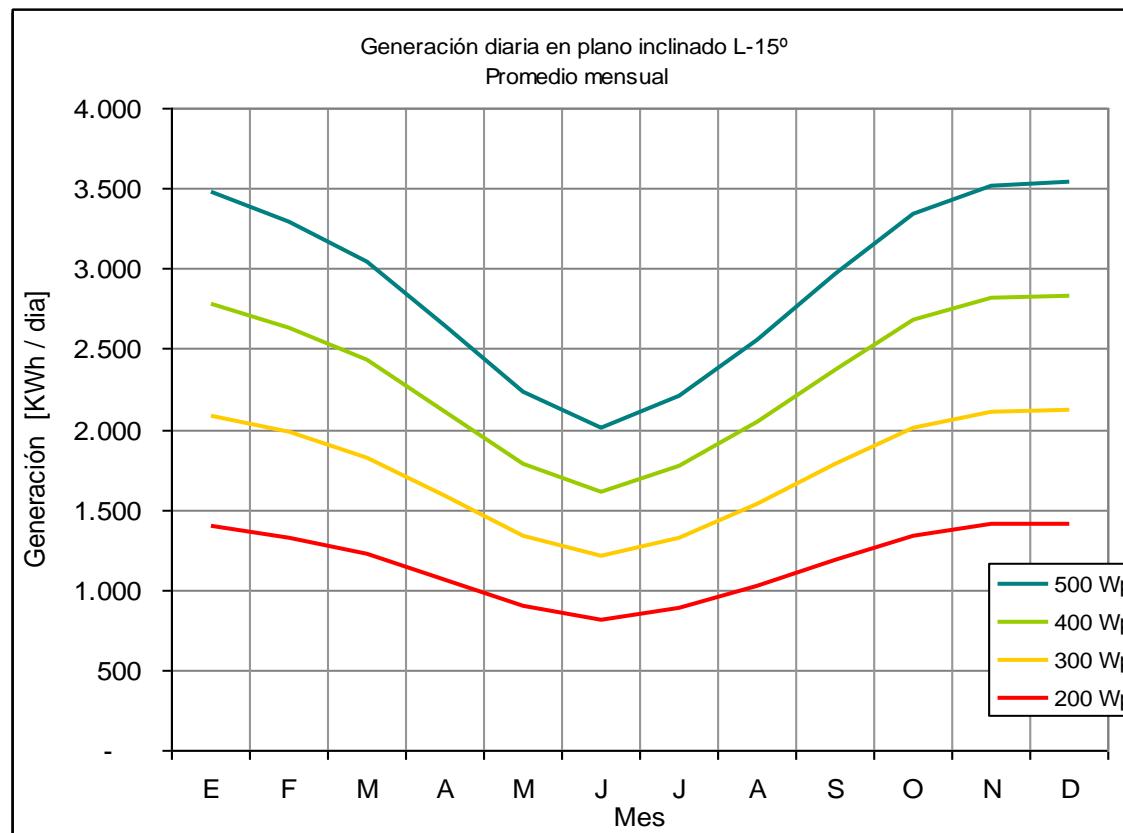
En el siguiente grafico se observan las curvas de energía disponible, en función de la potencia total del arreglo ($n \times P_{mp}$). El ejemplo siguiente grafica dichas curvas para la zona de Coya, con arreglos de entre 2 y 5 módulos de 100 Wp, instalados en una estructura fija con inclinación de $L-15^\circ$ (7°)



CALCULO Y DIMENSIONAMIENTO

Energía disponible

El siguiente grafico muestra las curvas para los mismos arreglos del gráfico anterior, pero con inclinación de $L+15^\circ$ (37°)



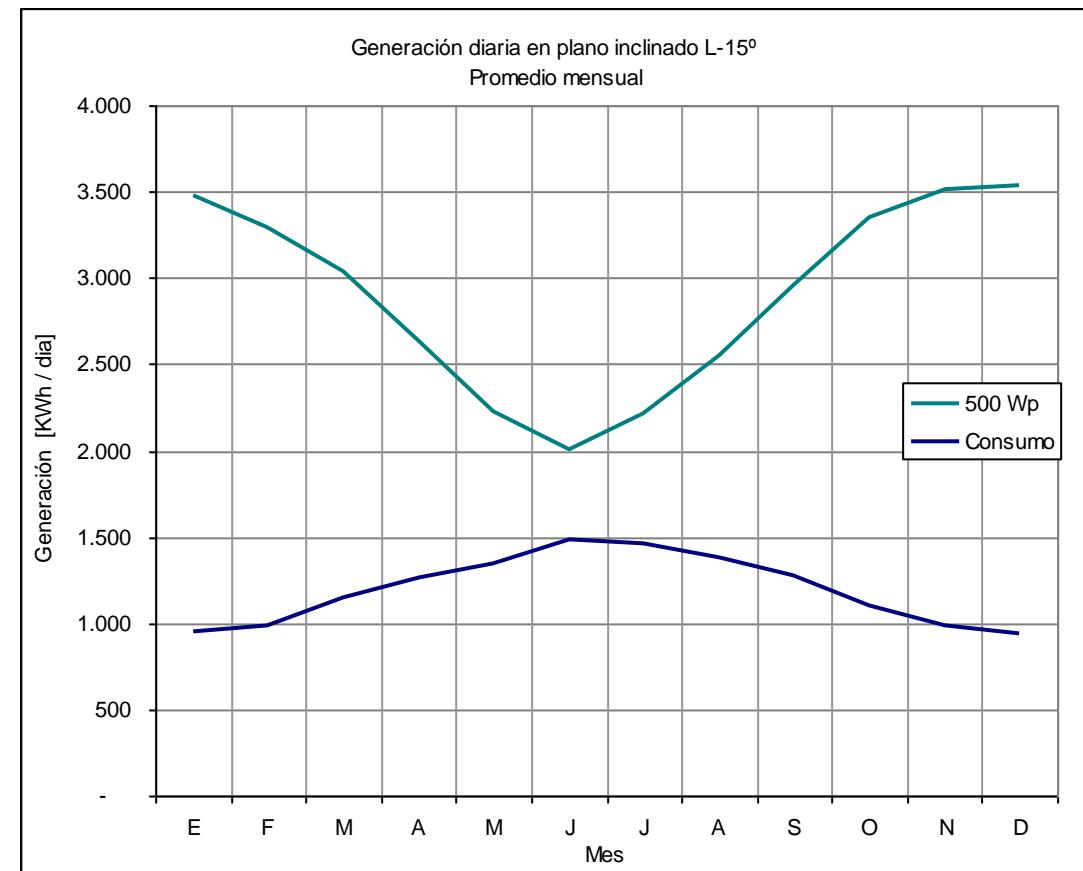
CALCULO Y DIMENSIONAMIENTO

Producción v/s consumo

En la siguiente figura se muestra una curva de consumos típica residencial básica

Se han calculado los consumos tipo diario para cada mes, y se ha superpuesto a la curva de generación o energía disponible, con un arreglo de 500 Wp y con una inclinación de L-15°

Se concluye que, aún cuando el consumo sea mayor en invierno, el arreglo está sobredimensionado para las necesidades energéticas



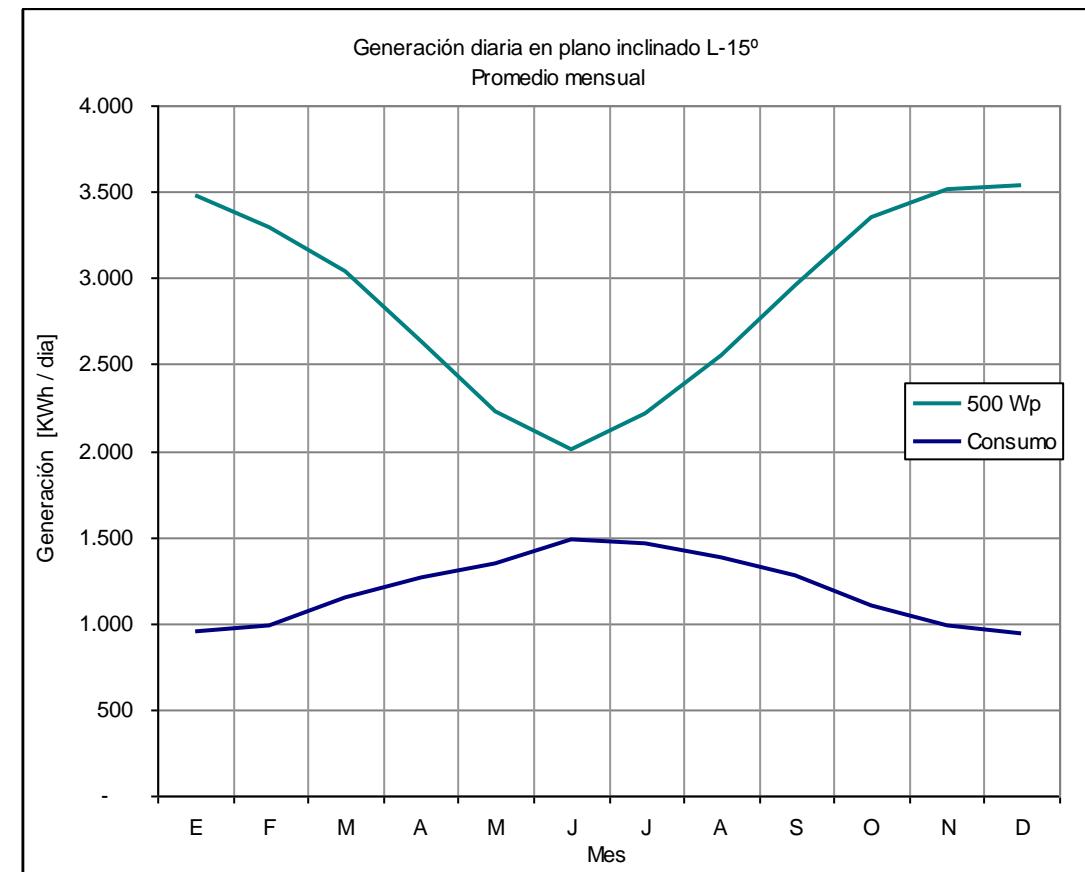
CALCULO Y DIMENSIONAMIENTO

Producción v/s consumo

Si superponemos la misma curva de consumos a la generación de arreglos de 400, 300 y 200 Wp,

Se observa que los arreglos de 500 y 400 Wp estás sobredimensionados para las necesidades energéticas, pero un arreglo de 200 Wp será insuficiente para cubrir dichas necesidades durante el invierno

Un arreglo de 300 Wp será capaz de suplir casi todo el consumo, aún cuando estará sobredimensionado durante parte del año, y será insuficiente durante un par de meses.

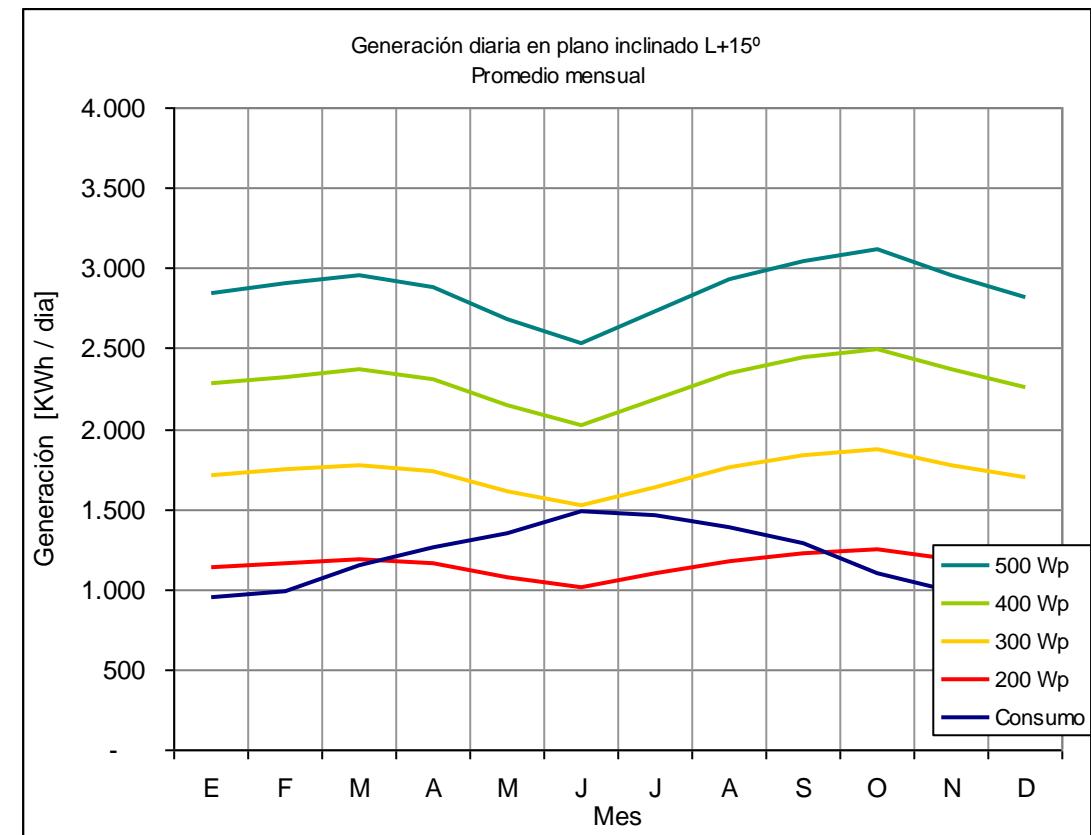


CALCULO Y DIMENSIONAMIENTO

Producción v/s consumo

Qué sucede si se cambia la inclinación del arreglo a L+15° ?

Si cambiamos la inclinación del arreglo, haciéndolo más adecuado a las necesidades del invierno, observamos que, con los mismos 300 Wp el consumo es satisfecho durante todo el año, manteniéndose un excedente, aunque menor, durante el verano



USOS Y APLICACIONES DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

Telecomunicaciones

Iluminación pública

Bombeo de agua

Señalizaciones viales y ferroviarias e instrumentación

Uso domiciliario y Electrificación rural

Arquitectura

Otros usos

Sistemas híbridos

Producción en CA para la red

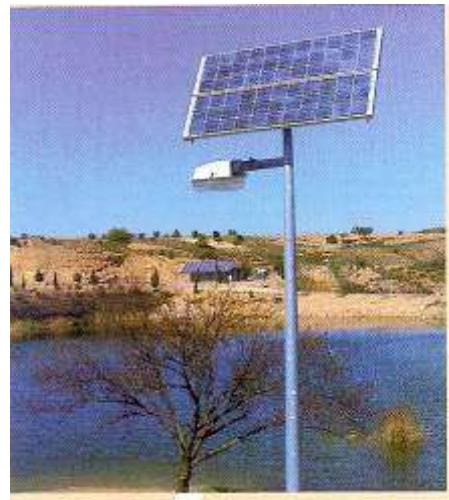
USOS Y APLICACIONES

Telecomunicaciones



Antena de telecomunicaciones en Canela, IV Región de Chile, alimentada con un arreglo fotovoltaico de 5.000 Wp

USOS Y APLICACIONES



LS1875

SPECIFICATIONS:

System voltage:	12 VDC
Solar module:	75 watts
Power consumption:	2.3 amperes
Operating temperature:	-20° to +40°C
Light:	16 watt low pressure sodium
Illumination:	3000 lumens
Shipping weight:	26 kgs (pole & batteries excluded)
Total battery capacity:	210 amperes

Additional battery capacity may be used for increased days at autonomy.

FEATURES:

- Automatic dusk to dawn operation
- Luminaire mounts to any 2" O.D. pipe
- Hermetically sealed luminaire
- Maximum protection from dirt, insects and air pollution
- No maintenance
- Reliable SIEMENS solar power

WARRANTY:

- Solar module 10 years
- Luminaire 3 years

MATRIX ENERGY INC.
64 Heritage, Kirkland, Quebec, Canada, H9J 2N2
Tel: (514) 639-5630 Fax: (514) 426-9123

Iluminación Pública



Híbrido solar - eólico en China

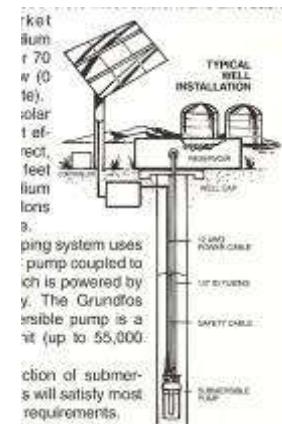
USOS Y APLICACIONES

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA EL BOMBEO DE AGUA Y RIEGO AGRÍCOLA



En la *Masia Ben Viure*, situada en Veciana (Anoia), se ha realizado una instalación solar fotovoltaica con una configuración flexible que permite una adaptación a las variaciones de las necesidades de energía a lo largo de las diferentes épocas del año. Así, en invierno, el sistema produce energía para captación de agua de pozos y para otros puntos de consumo de la masía, mientras que en verano permite alimentar una red de riego de varios cultivos por goteo y aspersión.

Bombeo de agua rural



Bomba sumergible de 12 V

USOS Y APLICACIONES

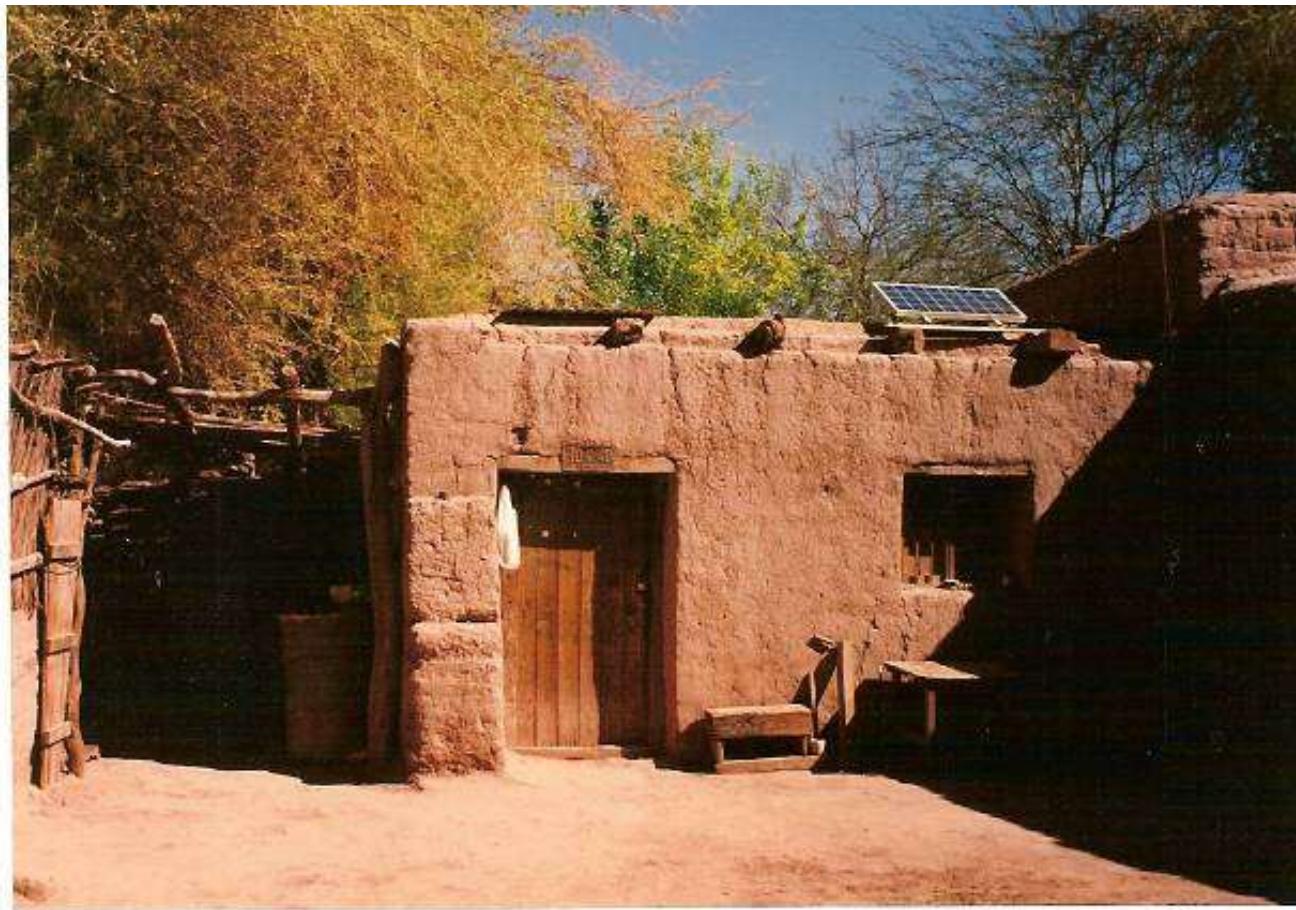


Uso domiciliario



USOS Y APLICACIONES

Electrificación rural



-Ayllu de Solor, San Pedro de Atacama, II Región, Chile

USOS Y APLICACIONES

Electrificación rural



-El Tororal, IV Región, Chile

USOS Y APLICACIONES

Electrificación rural



USOS Y APLICACIONES

Arquitectura



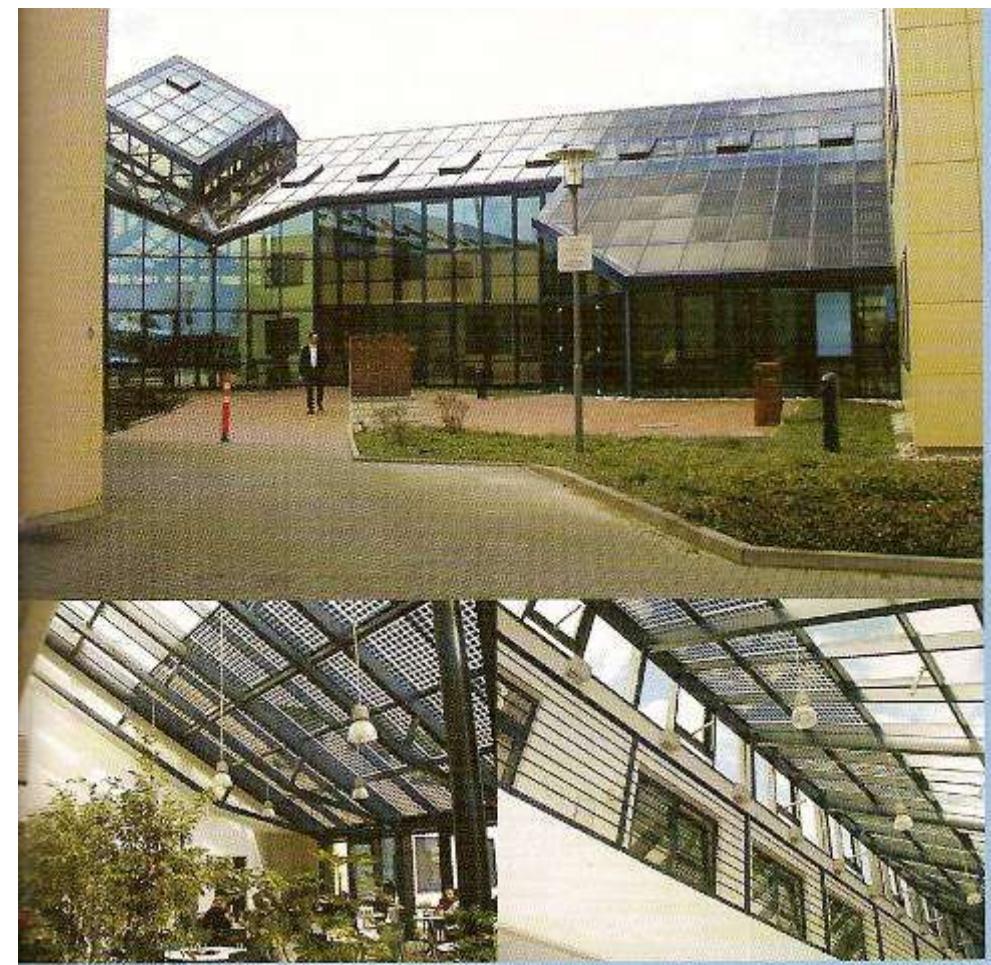
-Edificio solar fotovoltaico.
Sede de Acciona Solar en
Pamplona, España

USOS Y APLICACIONES

-Se han desarrollado paneles modulares especiales para uso en arquitectura. La separación entre las celdas permite el paso de la luz hacia el interior.



Arquitectura



USOS Y APLICACIONES

Arquitectura



Estadio de
fútbol del
Werder
Bremen,
Alemania

USOS Y APLICACIONES

京セラは、滋賀八日市工場で、太陽電池素子、モジュール、各種太陽商品、熱利用機器の研究開発、製造を、又、千葉松島工場（佐倉シーサイドエネルギーセンター）で大型光発電システムの研究開発、製造を行なっています。

At Kyocera's Shiga Yokoshi plant we manufacture the solar cell modules and special application products, as well as solar water heating systems. Our large scale solar systems are designed, manufactured and assembled at Kyocera's Chiba Sakura plant.

大気汚染をもたらす排気ガスが一切ない太陽電池式電気自動車は、直近での既存実用車として、その実用化が望まれています。

京セラは北理工大学との産学連携研究により、はじめての本格的なソーラーカー（SEV-1）の製作を行い、更に実用的なシティーカーの実現的な研究開発にも取り組んでいます。

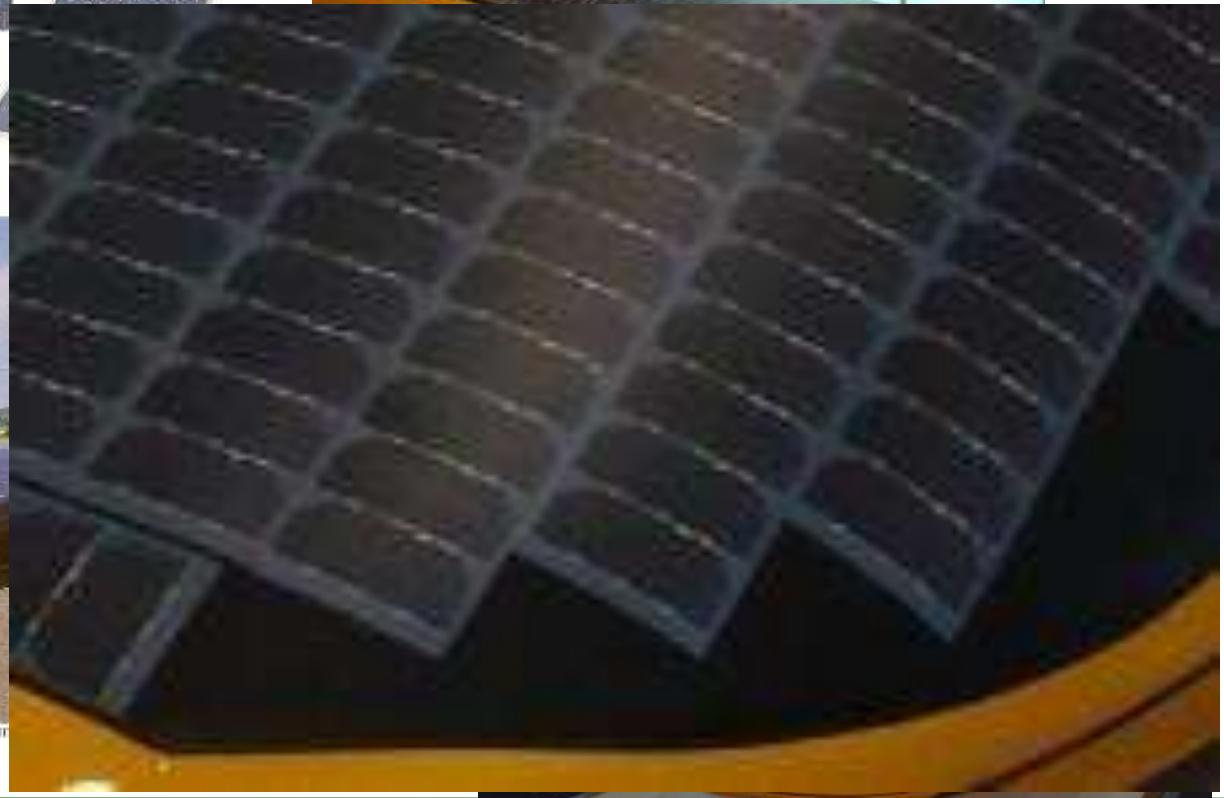
In the near future, the solar electric car will help solve air pollution because it eliminates exhaust gas.

Kyocera has manufactured an experimental solar car, Model SEV-1, jointly with Kitami Institute of Technology. Also we are developing a practical solar commuter car.



ソーラーカー「SEV-1」北理工大学・京セラ共同開発 SOLAR CAR 「SEV-1」 JOINTLY DEVELOPED BY KITAMI INSTIT

Otros usos



USOS Y APLICACIONES

Transporte



Bote Solar

USOS Y APLICACIONES

Sistemas híbridos

EOLIC-PHOTOVOLTAIC INSTALLATION AT A CATTLE FARM



A cattle farm in the Alt Urgell district of Catalonia, not connected to the electricity grid, has a self-generating installation using a 5.6 kW photovoltaic system with a 1 kW aerogenerator. The system makes optimal use of solar and wind resources to generate electricity, covering 87% of energy needs in this way.

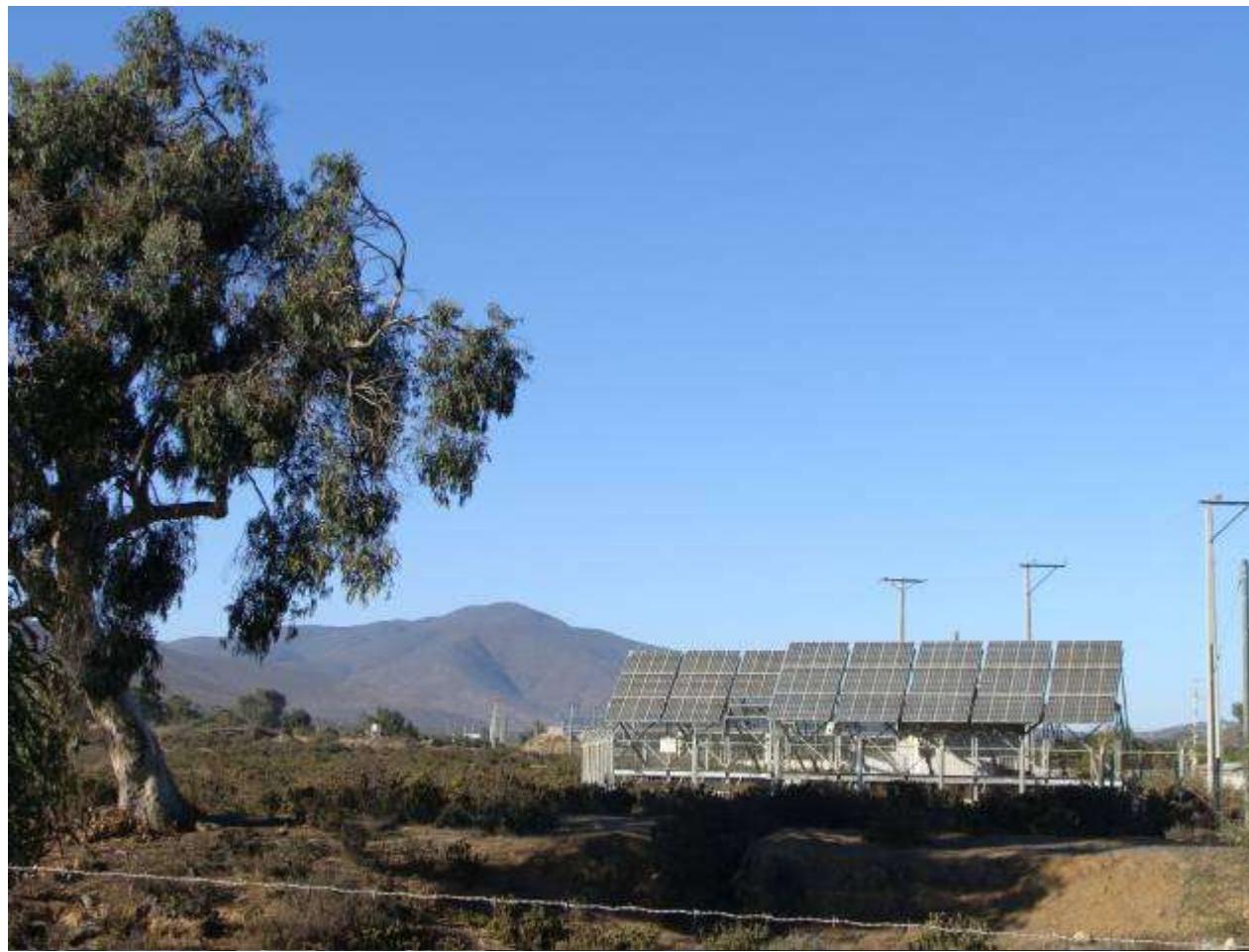
USOS Y APLICACIONES

Sistemas híbridos



USOS Y APLICACIONES

Producción en CA para la red



Arreglo solar fotovoltaico de 11.000 Wp conectado a una red de distribución local, en Puerto Oscuro, IV Región de Chile.

USOS Y APLICACIONES

Producción en CA para la red

- Plantas de generación eléctrica, generalmente arreglos de gran potencia. Entregan toda la energía producida a una red de distribución local o a una red interconectada central
- Compuestas por muchos grupos de módulos en serie (strings) y en paralelo, formando arreglos conectados a un inversor para CA o estación de transformación (inversor, transformador, switches y desconectadores, instrumentos de medición y protecciones), según los requerimientos técnicos y de seguridad de la red.
- Los arreglos se interconectan entre sí, alimentando una subestación común para conectar a la red de transmisión de AT.
- En plantas comerciales, de varios MW, no hay posibilidad de acumulación, se entrega energía disponible durante el día.



GRANDES CENTRALES



Roof Top Mounted



Grandes centrales montadas sobre el techo de instalaciones industriales, edificios, centros comerciales, etc. De potencias 1 a 5 MW

Aplicación donde el costo del terreno es alto, o no hay terrenos disponibles

Se usan modulos cSi, por su mayor eficiencia → menor área específica requerida

GRANDES CENTRALES

Generación en C.A. para la red

NELLIS AIR FORCE BASE (Nevada, USA)

Construida por SUN POWER

Potencia	14 MW
Generación anual	30.000 MWh
Factor de carga	24,5%FC
Area total	560.000 m ² (56 ha)
Total módulos	72.000 Módulos FV
Inversión	100 MM USD
Inversión	7.140 USD/KWp



GRANDES CENTRALES

AMARELEJA (PORTUGAL)
ACCIONA (España)

Potencia	46 MW
Generación anual	93.000 MWh
Factor de carga	23,1% FC
Area total	2.500.000 m ² (250 ha)
Dispositivos	2.520 Trackers
	140 m ² c/u
	104 modulos c/u
Total módulos	262.080 Módulos FV
Potencia por módulo	176 Wp / modulo
Inversión	261 MM Euro
	392 MM USD
Inversión	8.510,9 USD/KWp



**La mayor planta fotovoltaica
del mundo**



L localización	Arenseleja (Meara, Portugal)
Potencia	46,4 MWp
Segundo	2.520 (trackers)
Superficie ocupada	141 m ²
Teléfonos	91 320 00 00
Potencia equivalente en hogares	93.000
Emissions equivalentes	65.469 t/a CO ₂ /t/kWh
Suena	250 Ha.

LA 2^a CENTRAL FOTOVOLTAICA MÁS GRANDE DEL MUNDO...

2 Sarnia

**CENTRAL FOTOVOLTAICA SARNIA
CANADÁ**

Potencia	97 MWp DC
Potencia	80 MWp AC
Generación anual	120.000 MWh
Factor de carga	12,70%
Área total:	380 há
Emisiones equivalentes	39.000 ton CO ₂ /año
Fecha PES	Sep-10



Módulos:

Fabricante: First Solar (USA)
Tipo: Thin film Cd Te
Cant: 1.300.000 modulos



LA CENTRAL FOTOVOLTAICA MÁS GRANDE DEL MUNDO...

PEROVO, Ucrania

PEROVO	
Ucrania	
Potencia	100 MWp
Generación	132.000 MWh/año
Factor de Carga	15,1 %
Area total	200 há
Longitud de cables	587 Km
Cantidad módulos	440.000
Tipo de módulos	mcSi

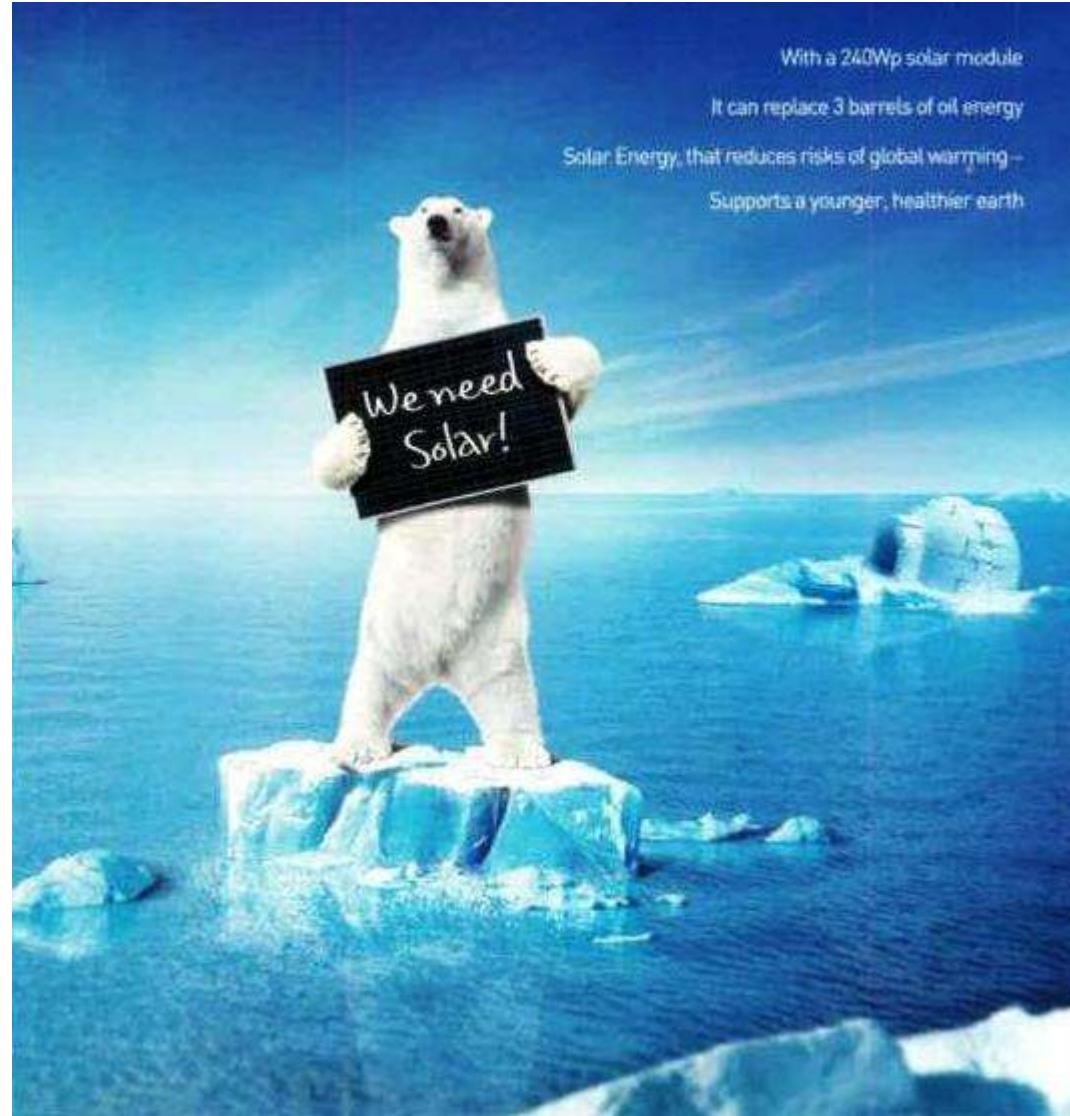


Y EN CHILE ...

CALAMA SOLAR 3

- Potencia: 1 MWp Construida por SOLARPACK (España)
- Conectada a la S/E Chuquicamata de Codelco
- Módulos de cSi, estructura fija sin seguidor (ground mounted)
- Factor de Carga esperado: 25%
- Primera planta fotovoltaica de mas de 1 MW comercial sin subsidios
- Inaugurada en mayo de 2012





FIN DEL CURSO