

DISEÑO DE SISTEMAS **FOTOVOLTAICOS**

SISTEMA CONECTADO A RED



CENTELSA[®]

by **Nexans**

TABLA DE CONTENIDO

	PAG
⇒ Generalidades	03
⇒ Definiciones	04
⇒ Diagrama del sistema fotovoltaico conectado a Red	05
⇒ Dimensionamiento Básico De Instalaciones Fotovoltaicas Conectadas A Red	05
⇒ Conductores Para Sistemas Fotovoltaicos	09
⇒ Ejemplo Práctico	11



En la actualidad producir energía eléctrica (autogeneración) desde su vivienda es totalmente viable, obteniendo grandes beneficios económicos y con la posibilidad de ayudar al sistema eléctrico del país:

GENERALIDADES



Ahorros en la factura:

Reduce sus consumos de energía de la red y con esto el valor de la factura a pagar.



Venta de energía:

Puede recibir ingresos si entrega los excedentes al sistema, es decir, la energía que no consume no se pierde, se vende.



Mayor oferta de energía:

Como autogenerador aporta electricidad al sistema, incluso en situaciones complejas como el fenómeno climático de El Niño, y ayuda a disminuir las pérdidas por el transporte de energía.

En este Boletín Técnico

contiene una metodología de diseño básica para el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico que se encuentra conectado a una red eléctrica tradicional.

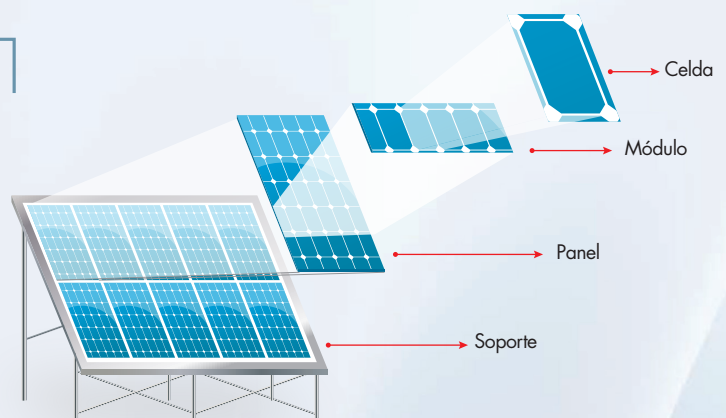


Figura 1 – Esquema de un Conjunto de Paneles.

DEFINICIONES

NTC 2050 - SECCIÓN 690.

Celda solar:

Dispositivo fotovoltaico básico que genera electricidad cuando se expone a la luz.

Panel Solar:

Conjunto de módulos unidos mecánicamente, alambrados y diseñados para proporcionar una unidad instalable en sitio.

Inversor:

Equipo que se utiliza para variar el nivel de tensión, la forma de onda o ambas cosas de una fuente de energía eléctrica.

Módulo:

El mínimo grupo completo protegido ambientalmente, de celdas solares, componentes ópticos y otros componentes, excepto los de orientación, diseñado para generar energía en corriente continua bajo la luz solar.

Conjunto:

Grupo mecánicamente integrado de módulos o paneles con una estructura y bases de soporte, controladores térmicos, sistemas de orientación y otros componentes, que forman la unidad de generación de corriente continua.



Figura 2 – Vivienda con paneles solares

CREG 174 - 2021

Autogeneración:

Aquella actividad realizada por personas naturales o jurídicas que producen energía eléctrica principalmente, para atender sus propias necesidades.

Excedentes:

Toda exportación de energía eléctrica realizada por un autogenerador.

Generador distribuido (GD):

Empresa de Servicios Públicos (ESP) que realiza la actividad de generación distribuida.

Autogenerador:

Usuario que realiza la actividad de autogeneración. El usuario puede ser o no ser propietario de los activos de autogeneración.

Excedentes de energía:

Toda entrega de energía eléctrica a la red realizada por un autogenerador, expresada en kWh

Importación de Energía:

Cantidad de energía eléctrica consumida de la red por un autogenerador.



01

DIAGRAMA DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A RED

La autogeneración a pequeña escala es cuando un usuario decide producir energía eléctrica, principalmente para atender sus propias necesidades y el tamaño de su instalación de generación es inferior a 1.000 kW.

Los autogeneradores que vendan energía a la red deben tener un medidor que registre cada hora del día la energía que se consume de manera separada de la energía que se vende. Esto se realiza mediante un medidor horario bidireccional cuyas características están en la Resolución CREG 038 de 2018.

En caso de que no se vaya a vender energía a la red, las reglas de conexión y de medida son mínimos, para lo cual se podrá consultar la Resolución CREG 174 de 2021.

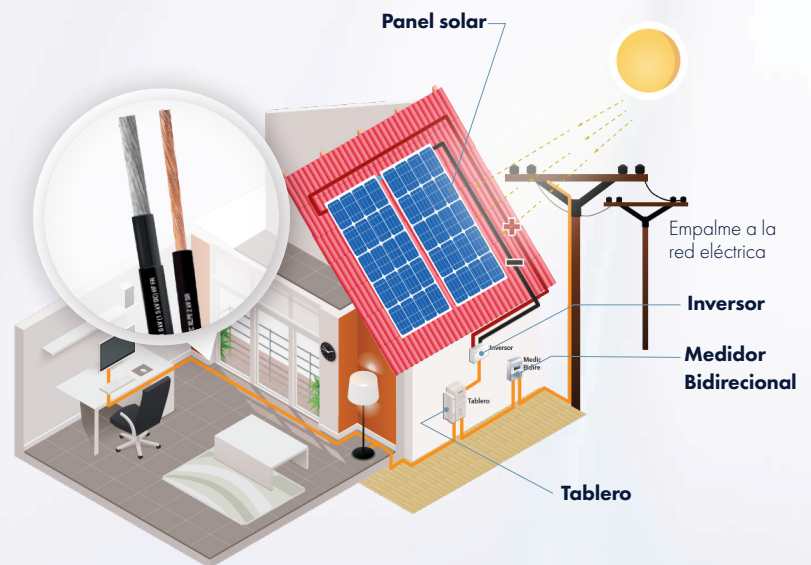


Figura 3 – Esquema Sistema Fotovoltaico Conectado a Red.

02

DIMENSIONAMIENTO BÁSICO DE INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS CONECTADAS A RED

2.1 CANTIDAD DE GENERACIÓN NECESARIA

La cantidad de energía eléctrica a generar depende de las necesidades puntuales de cada instalación. Si se desea autogenerar todo el consumo de energía de su instalación o vivienda, con la factura de energía se obtiene el consumo promedio mensual.

Dividir el consumo mensual entre los 30 días promedio del mes, nos permite obtener el consumo promedio diario de energía.

$$C_{\text{diario}} = \frac{C_m}{30 \text{ días}}$$

Donde:

C_{diario} : Consumo diario estimado (kWh)

C_m : Consumo promedio mensual (kWh)



La cantidad de potencia instalada en paneles que se necesita depende de la zona geográfica:

$$P_{REQ} = \frac{C_{DIARIO}}{H_{EF}}$$

Donde:

P_{REQ} : Potencia de paneles requerida (kW)

C_{DIARIO} : Consumo diario estimado (kWh)

H_{EF} : Horas efectivas de generación según la zona geográfica (h)

Las horas efectivas de generación o producción de energía (H_{EF}) se determinan dividiendo el índice solar (kWh/m^2) de la zona donde se instalará el panel, sobre la constante de irradiancia del panel el cual normalmente es de $1000 W/m^2$ en condiciones estándares de temperatura (STC).

$$H_{EF} = \frac{I_{SOLAR}}{I_{PANEL}}$$

Donde:

H_{EF} : Horas efectivas de producción de potencia (h)

I_{SOLAR} : Índice solar de la región (kWh/m^2)

I_{PANEL} : Irradiancia del panel (W/m^2)

Nota: El índice solar se puede consultar en fuentes como el atlas de radiación solar de Colombia (IDEAM).

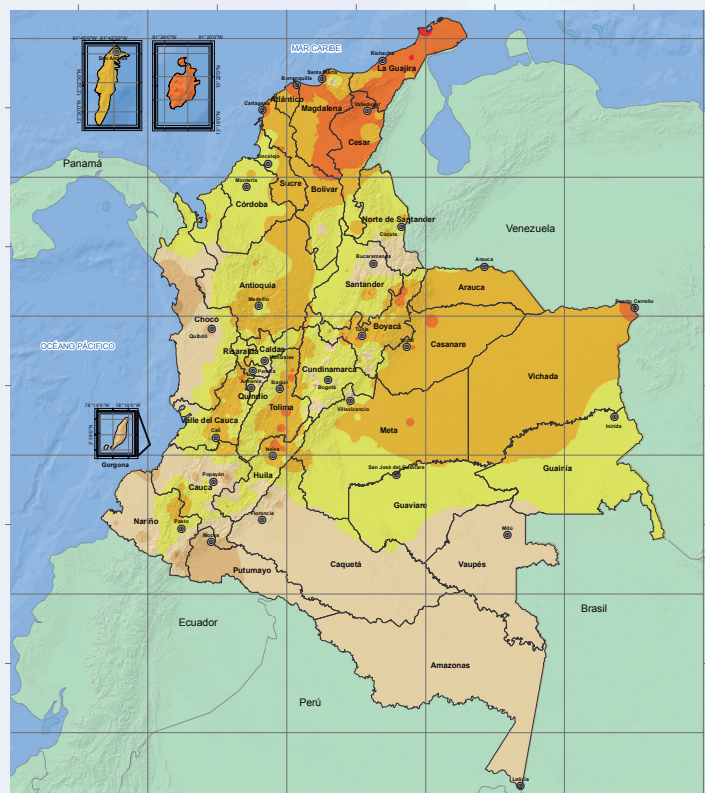


Figura 4 – Mapa de radiación solar en Colombia.

2.2 CANTIDAD DE PANELES SOLARES

Para la selección de los paneles, se debe considerar el área disponible para la instalación y el tipo de tecnología, ya que, su producción de energía por área es diferente:

Tecnología	Superficie requerida para producir 1 kW (m ²)	Eficiencia (%)
Silicio monocristalino	7 - 9	7 - 9
Silicio policristalino	8 - 11	8 - 11
Silicio amorfo	14 - 20	14 - 20

La cantidad de paneles necesarios se puede calcular al dividir la potencia requerida sobre la potencia del panel a utilizar

$$N_p = \frac{P_{REQ}}{P_{PANEL}}$$



Figura 5 – Arreglo de paneles.

Donde:

N_p : Número de paneles necesarios

P_{REQ} : Potencia requerida (W)

P_{PANEL} : Potencia del panel (W)

Nota: El número de paneles se aproxima al número entero inmediatamente superior de ser necesario.



2.3 INVERSORES DE CONEXIÓN A RED ELÉCTRICA

Un inversor de conexión a red debe tener características de regulación de tensión y corriente de los paneles, sincronización de la señal, filtración de armónicos y desconexión de ser necesario. La potencia del inversor se selecciona de acuerdo con la potencia generada.

$$N_{INV} = \frac{P_{REQ}}{P_{INV}}$$

Donde:

N_{INV} : Número de inversores necesarios

P_{REQ} : Potencia requerida (W)

P_{INV} : Potencia del inversor (W)

Nota: El número de inversores se aproxima al número entero inmediatamente superior de ser necesario.

2.2 CANTIDAD DE PANELES EN SERIE Y PARALELO

La tensión lograda depende del arreglo o conjunto de paneles la cual aumenta al conectar los paneles en serie debido a la suma de las tensiones V_{MP} de cada panel. Es por lo anterior, que se debe comprobar cuantos paneles son necesarios para que el inversor trabaje en su rango de tensión (V_{MPP}).

$$P_s = \frac{V_{MPP}}{V_{MP}}$$

Donde:

P_s : Número de paneles conectados en serie

V_{MPP} : Tensión en máximo punto de potencia del inversor (V)

V_{MP} : Tensión en máxima potencia del panel (V)

Nota: El número de paneles en serie se aproxima al número entero inmediatamente inferior de ser necesario.

Luego, se debe calcular la cantidad de cadenas o paneles en paralelo mediante la división de la cantidad total de paneles y la cantidad en serie:

$$P_p = \frac{P_{TOTAL}}{P_s}$$

Donde:

P_p : Número de paneles conectados en paralelo

P_{TOTAL} : Número total de paneles

P_s : Número de paneles en serie

La corriente del arreglo aumenta cuando se instalan paneles en paralelo, por lo cual se debe comprobar que dicha corriente se encuentre dentro del rango de entrada del inversor.

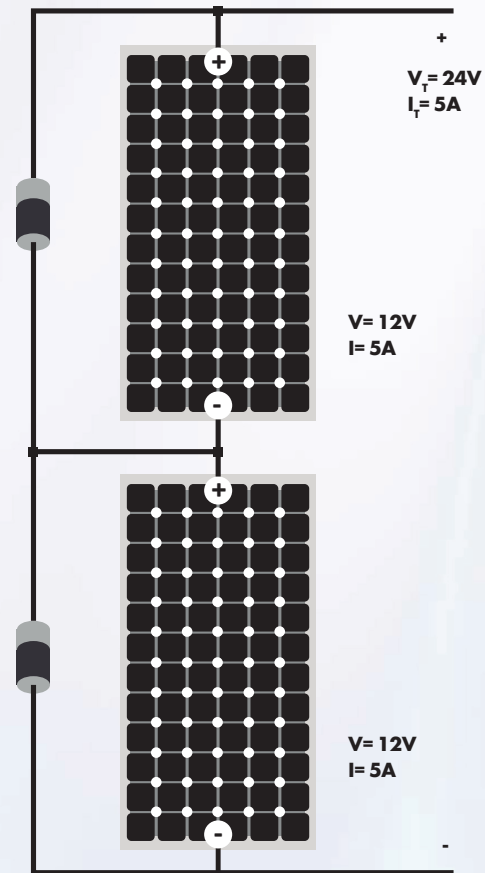


Figura 6 – Paneles conectados en serie

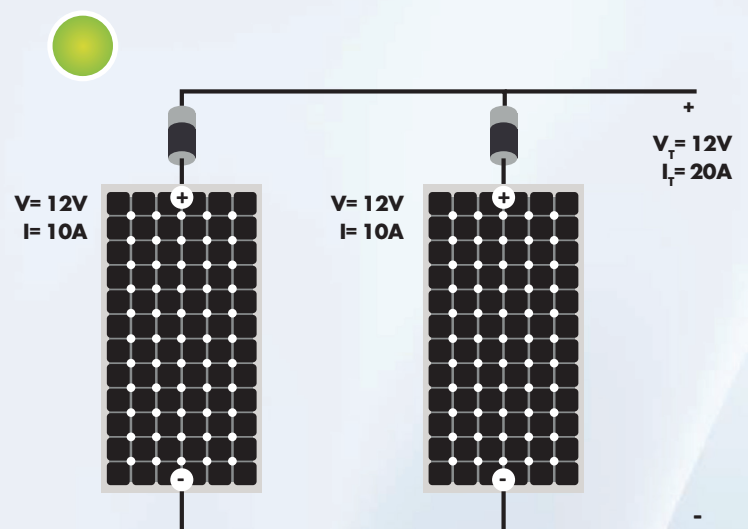


Figura 7 – Paneles conectados en paralelo

03

CONDUCTORES PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Los cables para sistemas fotovoltaicos deben estar diseñados para soportar condiciones de intemperie, sobre tensiones y condiciones específicas del ambiente donde serán instalados. CENTELSA by Nexans ofrece al mercado dos diseños de acuerdo con las necesidades del sistema:

CABLE CENTELSA by Nexans FOTOVOLTAICO NORMA UL (AWG)

Conductor

Cobre cableado flexible en calibres desde el 14 AWG al 1000 kcmil.

Temperatura de Operación:

90°C en ambientes secos, húmedos o mojados.

Tensión de Operación:

600 V o 2000 V (2 kV).

Aislamiento

Material termoestable de polietileno de cadena cruzada (XLPE), con características de no propagación al incendio (TC – Tray Cable), resistente a la intemperie y luz ultravioleta (SR – Sunlight Resistant).

Norma de Fabricación:

UL 4703 - Estándar para Alambre Fotovoltaico.



(*) La certificación UL y marcación con el respectivo número de FILE para los productos CENTELSA, es opcional y se fabrican bajo pedido especial.

CENTELSA by NEXANS ENERGYFLEX Cu 90°C XLPE 2 kV SR



CENTELSA by NEXANS ENERGYFLEX Cu 90°C XLPE 2 kV SR

Conductor		Aislamiento		Peso Total Aproximado	Ampacidad(1)	
Calibre	Resistencia Eléctrica DC a 20°C	Espesor Nominal	Diámetro Aproximado		Un Cable al Aire	Hasta Tres Conductores en Ducto
AWG	Ω/km	mm	mm	kg/km	A	
14	8,4443	1,90	5,92	50	30	23
12	5,3149	1,90	6,42	65	41	30
10	3,3436	1,90	7,06	88	56	41
8	2,1021	2,16	8,36	126	78	55
6	1,3226	2,16	9,42	182	106	73
4	0,8478	2,16	10,44	263	141	96
2	0,5332	2,16	11,98	389	190	129
1/0	0,3351	2,67	14,94	604	259	172
2/0	0,2659	2,67	16,08	739	300	194
4/0	0,1688	2,67	19,52	1140	405	260
250	0,1429	3,05	21,56	1365	455	290
500	0,0728	3,05	30,69	2650	703	430

Nota: Los datos aquí registrados son nominales y están sujetos a las tolerancias según las normas y las prácticas normales de fabricación.

(1) Ampacidad según NTC 2050 (NEC) tablas 310-16 y 310-17, temperatura del conductor de 90°C y ambiente de 30°C.



CABLE CENTELSA by Nexans FOTOVOLTAICO NORMA UNE (mm²)

Conductor

Cobre estañado flexible en calibres desde el 1,5 mm² al 240 mm².

Temperatura de Operación:

90°C (120°C sin superar 20 000 horas).

Tensión de Operación:

1.0 kV_{AC} / 1.5 kV_{DC}.

Aislamiento

Material termoestable libre de halógenos flexible.

Norma de Fabricación:

UNE EN-50618 - Cables Eléctricos para Sistemas Fotovoltaicos



CENTELSA by NEXANS CuSn ENERGYFLEX H1Z2Z2-K 1/1 kV AC - 1.5 kV DC 120°C SR



CENTELSA by NEXANS CuSn ENERGYFLEX H1Z2Z2-K 1/1 kV AC - 1.5 kV DC 120°C SR

Conductor		Aislamiento		Cubierta		Peso Total Aproximado	Ampacidad(1)		
Calibre	Resistencia Eléctrica DC a 20°C	Espesor Nominal	Diámetro Aproximado	Espesor Nominal	Diámetro Aproximado		Un Cable al Aire	Un Cable Sobre una Superficie	Dos Cables en Contacto Sobre Superficie
mm ²	Ω/km	mm	mm	mm	mm	kg/km	A		
1,5	13,2980	0,70	3,06	0,80	4,74	31	30	29	24
2,5	7,9693	0,70	3,53	0,80	5,21	42	41	39	33
4	4,9408	0,70	4,08	0,80	5,76	58	55	52	44
6	3,2906	0,70	4,66	0,80	6,34	78	70	67	57
10	1,8928	0,70	5,65	0,80	7,33	120	98	93	79
16	1,2036	0,70	6,54	0,90	8,44	183	132	125	107
25	0,7717	0,90	8,21	1,00	10,31	280	176	167	142
35	0,5484	0,90	9,38	1,10	11,66	380	218	207	176
50	0,3815	1,00	11,08	1,20	13,58	537	276	262	221
70	0,2689	1,10	13,05	1,20	15,55	752	347	330	278
95	0,2038	1,10	15,24	1,30	17,94	980	416	395	333
120	0,1592	1,20	17,26	1,30	19,96	1254	488	464	390
150	0,1281	1,40	19,31	1,40	22,23	1549	566	538	453
185	0,1048	1,60	21,40	1,60	24,72	1893	644	612	515
240	0,0793	1,70	27,77	1,70	31,31	2593	775	736	620

Nota: Los datos aquí registrados son nominales y están sujetos a las tolerancias según las normas y las prácticas normales de fabricación.
 (1) Criterios de ampacidad según UNE (Tabla A.3), temperatura conductor de 120°C y temperatura ambiente de 60°C.



04

EJEMPLO PRÁCTICO

Se realizará el dimensionamiento básico para una vivienda ubicada en la ciudad de Palmira, Valle del Cauca. Se pretende suplir toda la energía consumida mediante paneles monocristalinos, para lo cual se tomaron los valores de consumo mensual promedio registrado en la factura de energía:



Figura 8 – Factura de energía para el ejemplo.

Con el consumo promedio mensual se estima el promedio diario:

$$C_{\text{DIARIO}} = \frac{85,83 \text{ kWh}}{30 \text{ DÍAS}} = 2,861 \text{ kWh}$$

Se decide tomar como horas efectivas 4 con base en el mapa de radiaci3n solar, donde la potencia a instalar estimada es de:

$$P_{\text{REQ}} = \frac{2,861 \text{ kWh}}{4 \text{ h}} = 0,72 \text{ kW}$$

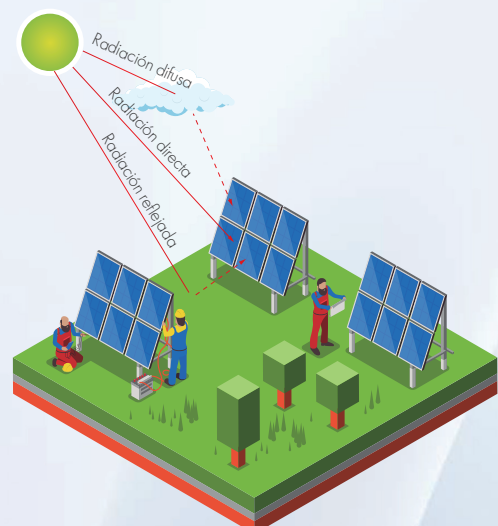


Figura 9 - Clasificaci3n de la radiaci3n solar

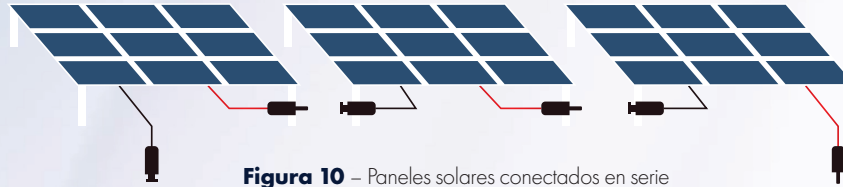


Figura 10 – Paneles solares conectados en serie

Para el ejemplo se ha decidido instalar paneles solares de 265 W de potencia máxima, donde la cantidad de paneles necesaria sería:

$$N_p = \frac{720 \text{ W}}{265 \text{ W}} = 2,72 \approx 3$$

Debido a que la potencia instalada es baja, se decide instalar un micro inversor de 1000 W con capacidad de conectar hasta 4 paneles, con lo cual no sería necesario estimar la cantidad de inversores para la instalación.

Resumen

Potencia para instalar: 720 W.

Cantidad de Paneles: 3 paneles de 265 W cada uno.

Inversores: 1 micro inversor de 1000 W.

Ahorro estimado: COP \$ 480.000/año para estrato 3 con base a la factura del ejemplo.





CENTELSA®

by **Nexans**

ELECTRIFY THE FUTURE

**Síguenos en redes sociales
y nuestra página web**

www.nexans.co

