



## Instalando un sistema picofotovoltaico



## Financiado por



## Implementado por



## Aviso legal

**Publicado por:**  
Deutsche Gesellschaft  
für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH  
Cooperación Alemana al Desarrollo-GIZ

Prolongación Arenales 801  
Miraflores, Lima 18  
Perú

Teléfono (511) 422-9067  
giz-peru@giz.de

**Contactos:**  
Proyecto Energía, Desarrollo y  
Vida - EnDev/GIZ  
Dra. Ana Moreno Morales  
Pasaje Bernardo Alcega 150, piso 4  
San Isidro, Lima 27  
T 0051 1 442 1999/0051 1 442 1997  
F 0051 1 442 2010  
E [endev@giz.de](mailto:endev@giz.de)  
I <http://www.endevperu.org>

**Autor:**  
Angel Verastegui  
Kathia Salgado

**Coordinadora:**  
Ana Moreno

**Equipo Técnico:**  
Joan Sotomayor

# ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| Principios eléctricos .....  | 5  |
| Energía Renovable, la alternativa para iluminación de zonas alejadas ..... | 10 |
| Principios fotovoltaicos .....   | 11 |
| El Efecto Fotovoltaico .....   | 12 |
| Tipos de Sistemas Fotovoltaicos .....                                      | 13 |
| Beneficios de un SPFV .....  | 17 |
| Componentes del SPFV .....   | 18 |
| Modelos de Sistemas Pico Fotovoltaicos .....                               | 23 |
| Instalación del Sistema Pico Fotovoltaico .....                            | 27 |
| Materiales y Herramientas para la instalación del SPFV .....               | 28 |
| Pasos para efectuar una instalación .....                                  | 33 |



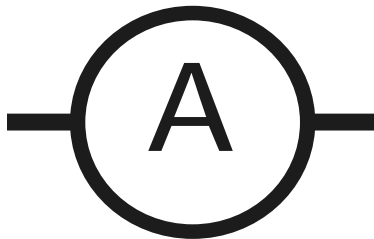


# PRINCIPIOS ELÉCTRICOS

La electricidad es el conjunto de fenómenos físicos relacionados con la atracción de cargas negativas o positivas. Puede hacer funcionar desde pequeños equipos como radios, celulares y televisores hasta equipos de gran potencia como motores, refrigeradoras, etc. Por tanto, se puede utilizar para iluminar nuestros hogares, transformar productos –industrial y agroindustrial-, funcionamiento de sistemas de comunicaciones, incremento de la producción, extracción minera, etc.

## 1.- Tensión

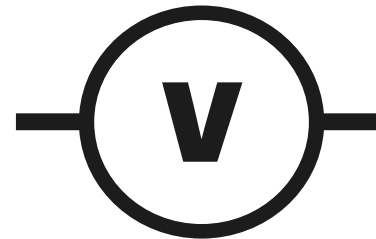
Es la fuerza o presión que ejerce una fuente de energía eléctrica. Su unidad de medida es el Voltio (V)



## 2.- Corriente

Es la cantidad de carga eléctrica que atraviesa un conductor. Su unidad de medida es el Amperio (A).

Para calcular el consumo de Amperios durante un periodo de una hora se habla de Amperio hora (Ah)



### 3.- Potencia

Es la cantidad de energía consumida o entregada por una unidad de tiempo. Se mide en Watts o Vatios y se representa con la letra **W**.



### 4.- Energía

Es la cantidad de potencia de los equipos multiplicado por las horas que están encendidos. Su unidad es Watt-hora (**Wh**).

$$\text{Energía (Wh)} = \text{Potencia (W)} \times \text{Tiempo (h)}$$

# PRINCIPIOS ELÉCTRICOS

En la siguiente tabla podemos ver cómo se calcula el consumo de energía en el mes.

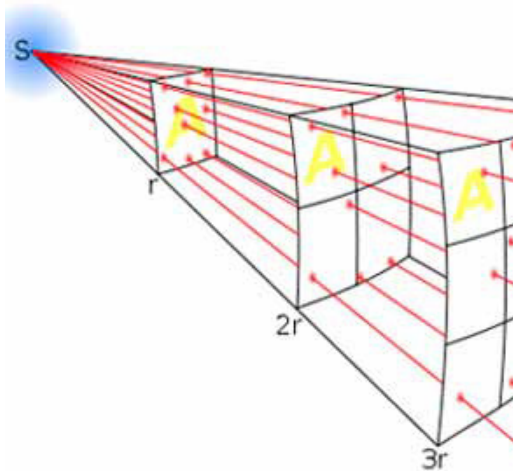
| Equipos básicos                            | Potencia (W) | Cantidad de equipos | Horas al día | Wh/día | Wh/mes |
|--|--------------|---------------------|--------------|--------|--------|
| Foco ahorrador en la cocina                | 15           | 1                   | 3            | 45     | 1,350  |
| Foco ahorrador en la sala                  | 15           | 1                   | 3            | 45     | 1,350  |
| Foco ahorrador en los cuartos              | 15           | 1                   | 2            | 30     | 900    |
| Televisor                                  | 80           | 1                   | 3            | 240    | 7,200  |
| DVD  | 15           | 1                   | 3            | 45     | 1,350  |
| Radiograbadora                             | 25           | 1                   | 4            | 100    | 3,000  |
| Consumo de energía total al mes ( Wh/ mes) |              |                     |              |        | 15,150 |

Los Wh/día se calculan multiplicando la potencia de cada aparato por las horas al día que es utilizado. Para hacer el cálculo de Wh/mes se toma ese dato diario y se multiplica por 30 ( $Wh = W \times \text{horas diarias} \times 30$ ).

# PRINCIPIOS ELÉCTRICOS

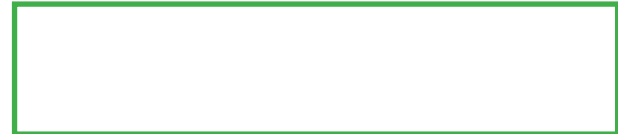
## 5.- Flujo Luminoso

El flujo luminoso es la sensibilidad variable del ojo humano a las diferentes longitudes de onda de luz. La unidad de medida en el Sistema Internacional de Medidas es el Lumen (lm)



## 6.- Eficacia Luminosa

La eficacia luminosa es la relación entre el flujo luminoso emitido por una fuente de luz (en lúmenes) y la potencia consumida. Se expresa en  $\text{lm/w}$  (lúmenes por vatio)

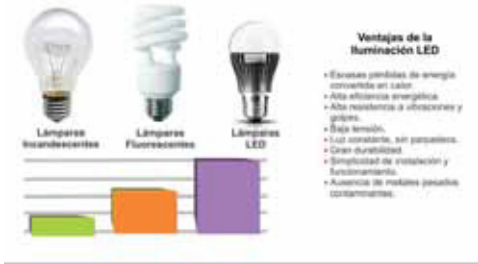


# PRINCIPIOS ELÉCTRICOS

## 7.- Tecnología LED

Es la más reciente tecnología desarrollada para iluminación. Su eficiencia es mayor que las lámparas incandescentes y fluorescentes.

Los Sistemas Pico Fotovoltaicos nacen a partir de esta nueva tecnología para iluminación



*Según valores típicos, una vela común produce alrededor de 10 lúmenes (lm), cantidad de luz insuficiente para iluminar una habitación. En contraste un sistema pico fv cuenta con tres niveles de intensidad que pueden responder adecuadamente a las necesidades del usuario.*

### Nivel de intensidad del sistema pico fv (Sun King Pro)

|             |        |
|-------------|--------|
| nivel bajo  | 20 lm  |
| nivel medio | 50 lm  |
| nivel alto  | 100 lm |

### equivalencia en velas



# ENERGÍA RENOVABLE, LA ÚNICA ALTERNATIVA PARA LA ILUMINACIÓN DE ZONAS ALEJADAS

En zonas rurales muy alejadas y dispersas, usar petróleo o kerosene y velas para iluminar las casas es común, pero este recurso contamina el ambiente del hogar con humo que puede enfermar a su familia. Además, este recurso es cada vez más caro ya que se termina y no renace.

Sin embargo, en nuestras comunidades existen fuentes de energía que se pueden utilizar para producir energía eléctrica. Los rayos del sol son un ejemplo de fuentes que se pueden utilizar para producir la electricidad básica que requiere su familia para iluminación y comunicación. Estas fuentes tienen la ventaja de que se renuevan y no se agotan ni se vuelven escasas, como los rayos del sol, son una fuente de energía renovable.



# PRINCIPIOS FOTOVOLTAICOS

Antes de hablar sobre el sistema fotovoltaico, es necesario entender algunos elementos claves en relación al sol como fuente de energía renovable. En este sentido, debemos entender algunos conceptos claves:

## 1.- La radiación solar

Es la energía que viene del sol hacia la tierra. Puede llegar de dos maneras: mente debido a la reflexión y difusión de la atmósfera.

### - Radiación Directa

Es la llega desde el sol, sin que sufra algún desvío en su camino.

### - Radiación Difusa

Es la que sufre cambios en su dirección, principalmente debido a la reflexión y difusión de la atmósfera.



# EFECTO FOTOVOLTAICO

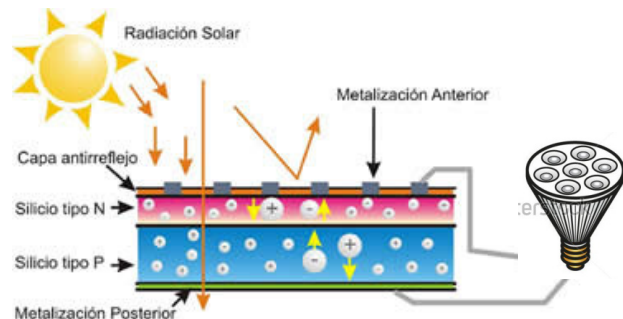
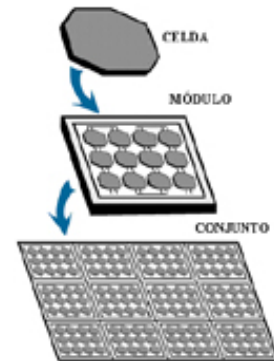
Es el fenómeno físico que consiste en convertir la luz solar en energía eléctrica por medio de unos dispositivos semiconductores denominados células fotovoltaicas.

Estas células están elaboradas a base de silicio puro (uno de los elementos más abundantes, componente principal de la arena) con adición de impurezas de ciertos elementos químicos (boro y fósforo).

Cada célula es capaz de generar corriente de 2 a 4 Amperios, a una tensión de 0,46 a 0,48 Voltios, utilizando como fuente la radiación luminosa.

Las células se montan en serie sobre paneles o módulos solares para conseguir una tensión adecuada.

Parte de la radiación incidente se pierde reflexión (rebota) y otra parte se pierde por transmisión (atraviesa la célula). La radiación restante es capaz de hacer saltar electrones de una capa a la otra creando una corriente proporcional a la radiación incidente. Una capa antirreflejo aumenta la eficacia de la célula.

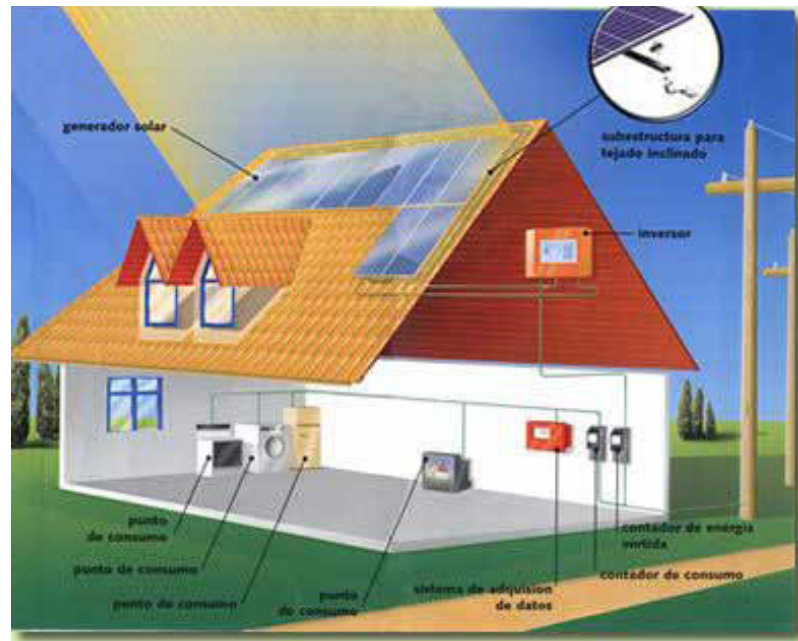




# TIPOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

## SISTEMA FOTOVOLTAICO DOMICILIARIO

El Sistema Fotovoltaico Domiciliario está diseñado para aprovechar los rayos del sol y convertirlos en electricidad para beneficiar a una familia.



# TIPOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

## COMPONENTES DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO DOMICILIARIO

### 1.- El Panel Solar

Recoge los rayos del sol y los convierte en energía eléctrica. La potencia de los paneles se mide en Wp (Watt peak)). Los SFVD suelen tener paneles con potencias a partir de los 20-30 Wp. En el Perú el Ministerio de Energía y Minas viene instalando SFVD con paneles a partir de 65 Wp.



### 2.- La Batería

Almacena la energía eléctrica producida por el panel solar. Las capacidades de las baterías se mide en Ah. Los SFVD suelen tener baterías de plomo con capacidades de 15 Ah. En el Perú el Ministerio de Energía y Minas viene instalando SFVD con baterías a partir de 90 Ah.



# TIPOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

## COMPONENTES DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO DOMICILIARIO

### 3.- El Regulador de carga

Regula la carga del panel a la batería, situándose entre ambos componentes. Informa sobre el estado de la batería y evita que se almacene demasiada energía o se gaste por completo.



### 4.- El Inversor de carga

Un inversor es un circuito utilizado para convertir corriente continua en corriente alterna. (por ejemplo de 12 Vcc a 220Vca). Suele ser necesario para SFVD con potencia de paneles mayores a 100 Wp. Esto debido a que el inversor mismo consume energía eléctrica y con SFVD de menor potencia sería ineficiente incluir estos componentes por la pequeña cantidad de electricidad producida.



# TIPOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

## SISTEMA PICO FOTOVOLTAICO

Un sistema Pico Fotovoltaico es un sistema pequeño y generalmente portátil, conformado por dos componentes un panel solar y una lámpara en la que se encuentran integrados la batería, el regulador de carga y la luminaria.



# BENEFICIOS DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO

|                  |   |
|------------------|---|
| <b>SIMPLE</b>    | Tanto la operación de instalación como el mantenimiento son sencillos y no se requiere recurrir a personas altamente calificadas, es un sistema “conectar y usar”.          |
| <b>PORTÁTIL</b>  | El diseño de las lámparas, las cuales tienen baterías integradas, permiten traslado de las mismas sin necesidad de estar conectadas a una batería externa.                  |
| <b>EFICIENTE</b> | El sistema no requiere almacenar demasiada energía al contar con luminarias LED (1-2 W) que permiten 3 niveles de iluminación para mayor duración de la energía almacenada. |
| <b>SEGURO</b>    | Acceso a energía confiable y limpia , permitiendo el reemplazo de mecheros y velas.   |
| <b>FLEXIBLE</b>  | El sistema permite la instalación de sus componentes al interior o fuera de la vivienda y la ampliación de varios puntos de luz según necesidades futuras.                  |
| <b>DURABLE</b>   | Con un adecuado uso de la vida útil del sistema se puede extender por 5 años.   |

# COMPONENTES DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

| 1   | 2  | 3  | 4   |
|---|--|--|---|
| <p><b>Un panel solar</b><br/>(menor a 10 Wp)<br/>que recolecta la energía de la luz del sol y la convierte en electricidad, la cual es conducida a través de los cables de distribución</p> | <p><b>Regulador de carga y Batería</b><br/>de Li-Ion o NiiMh (2-7 Ah, 10-25 Wh por carga), integrados en el cuerpo del sistema</p> | <p><b>Luminaria</b><br/>a base de focos LED's de 1-2 W de consumo, con dos o tres niveles de iluminación e indicador de energía restante</p> | <p><b>Accesorios</b><br/>como hub y cables de distribución, kit de adaptadores para celular y conexión para radio</p> |

Algunos sistemas ofrecen un diseño modular que permite su expansión para mayor luminosidad

# COMPONENTES DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

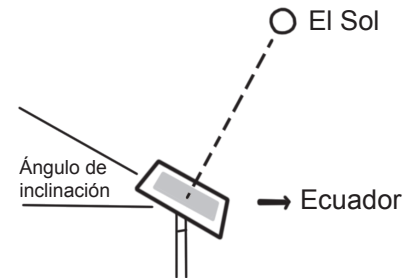
## Panel Solar

Este elemento puede ser instalado sobre el techo de la vivienda o sobre un poste. Lo importante es que alcance una altura mayor a la de la vivienda, de modo que los rayos del sol puedan llegar al panel sin sombras durante el día.

Es muy importante que al momento de la instalación, éste se dirija hacia el norte con un ángulo de aproximadamente  $23^\circ$  en relación a la horizontal; de tal manera que los rayos del sol incidan directamente a la superficie del panel. Para ello, podemos utilizar un soporte pre-fabricado que incluya el ángulo referido y éste ser fijado a una tabla que será instalada en el techo o poste.



Para un óptimo funcionamiento del panel mantener limpio de polvo y objetos que puedan interrumpir el paso de la luz solar.



# ELEMENTOS BÁSICOS DEL SISTEMA

## Batería, Regulador de Carga y Luminaria

Son los dispositivos principales del Sistema. En su mayoría son portátiles, ya que se encuentran integrados en el cuerpo del Sistema.

La Batería almacena la energía que es captada por el panel . El regulador de carga controla los niveles de energía almacenada en la batería que se pueden visualizar en el Indicador de Estado de la batería.

Las luminarias LED le dan eficiencia al Sistema. Pueden ajustarse a tres niveles de luminocidad . En el nivel menor su uso se puede extender hasta 50 hrs en promedio y en su nivel más alto puede proporcionar iluminación hasta 6 hrs.



Para un óptimo funcionamiento asegúrese de cargar todos los días las lámparas pico, además de apagar las lámparas cuando ya no se requiera su uso. De esta manera evitarás un desgaste total de la energía almacenada en las baterías.





# ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS DEL SISTEMA

## Distribuidor de Energía

El distribuidor de energía permite conectar varios cables de distribución, de manera que se pueda conectar más lámparas o algunos accesorios adicionales que también se pueden usar; tales como: radio, cargador de celular, etc.

Se debe fijar dentro de la vivienda en un lugar adecuado entre los puntos de instalación de las lámparas y el panel.



Para un óptimo funcionamiento asegúrese que los conectores se encuentren bien encajados al distribuidor.



## Accesorios complementarios

Los cables de distribución, conectores, extensores, conectores para diferentes tipos de celular, conectores USB, etc.; son un complemento adicional pero no por ello menos importante. Estos podrán ayudarnos principalmente a distribuir la energía hacia todos los consumidores del sistema como las lámparas LED. Además nos permitirán cargar celulares, conectar radios, aparatos pequeños con dispositivos USB, etc.

Estos elementos son parte del kit del sistema y no pueden ser alargados o recortados y es importante que se considere su longitud al momento del cálculo entre el lugar del punto de carga o luz en la vivienda y el lugar del panel, debido a que esta distancia no será variable.



Al momento de la instalación y durante el uso del sistema, asegúrese que los cables no se encuentren sueltos y/o apartados de las paredes. Estos deben estar sujetos con precintos o armellas para mayor seguridad.



# MODELOS DE SISTEMAS PICO FOTOVOLTAICOS

## OPCIONES QUE OFRECE EL MERCADO

*A continuación presentamos las opciones de productos que ofrece el mercado y han sido validadas por la Universidad Nacional de Ingeniería o que cuentan con certificación internacional*

### Sundaya – Ulitium 2

- 1 Panel solar de 5 Wp con cable integrado e interfaz para inserción de soporte (1)
- 2 Luminarias LED's de max. 2 W (2)
- 2 Paquetes de Baterías Li-Ion de 2,25 Ah integrados en cada luminaria (3)
- 1 Cargador de celular (4)
- 1 Distribuidor (Hub) (5)
- 2 cables independientes de distribución (6)



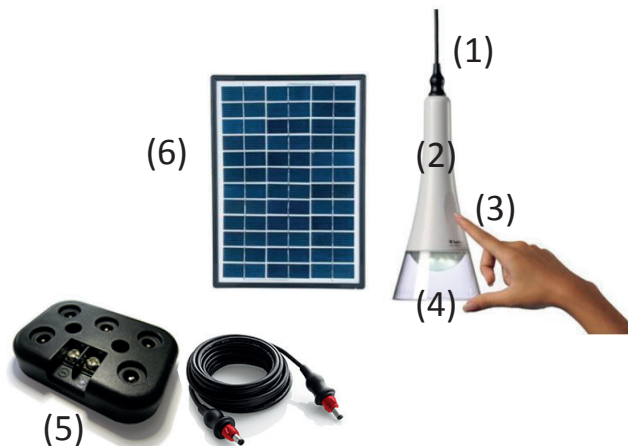
Distribuidor oficial:

**BRIGHTSUN**  
POWER CORPORATION

# SISTEMA PICO FOTOVOLTAICO

## OPCIONES QUE OFRECE EL MERCADO

- \* **LÁMPARA**, de 180 lúmenes que incluye cable de conexión.(1)
- \* **BATERÍA** integrada de litium-Ion(2)
- \* **INTERRUPTOR TACTIL**, permite encender y apagar la lámpara, además de escoger la intensidad de luz deseada.(3)
- \* **LUZ DE AVISO** (Luz verde), que permiten saber el nivel de energía y carga de la batería.(4)
- \* **DISTRIBUIDOR** ó Hub, permite la conexión de más lámparas a la vez.(5)
- \* **PANEL SOLAR** con cable de conexión de 5 metros de largo aprox.(6)



Distribuidor oficial:

**BRIGHTSUN**  
POWER CORPORATION

# SISTEMA PICO FOTOVOLTAICO

## OPCIONES QUE OFRECE EL MERCADO

### SISTEMA PICO FV MARCA DLight (Kit de 1 luminaria)

- \* 01 Panel solar de 2 Wp con cable integrado (1)
- \* 01 Luminaria LED de 80 lúmenes (2)
- \* Batería integrada de Li-Ion de 1,5 Ah (3)
- \* 01 Cargador de celular con puerto USB (4)

Distribuidor oficial:



# SISTEMA PICO FOTOVOLTAICO

## OPCIONES QUE OFRECE EL MERCADO

### Sistema Pico PV Marca SUN KING PRO

- \* 01 Panel solar con cable integrado (1)
- \* 01 Luminaria con batería integrada de Li-Ion de 1,5 Ah (2)
- \* 01 Soporte metálico (3)
- \* Cables para conexión a celular (4)
- \* Pantalla con estado de batería y nivel de carga (5)

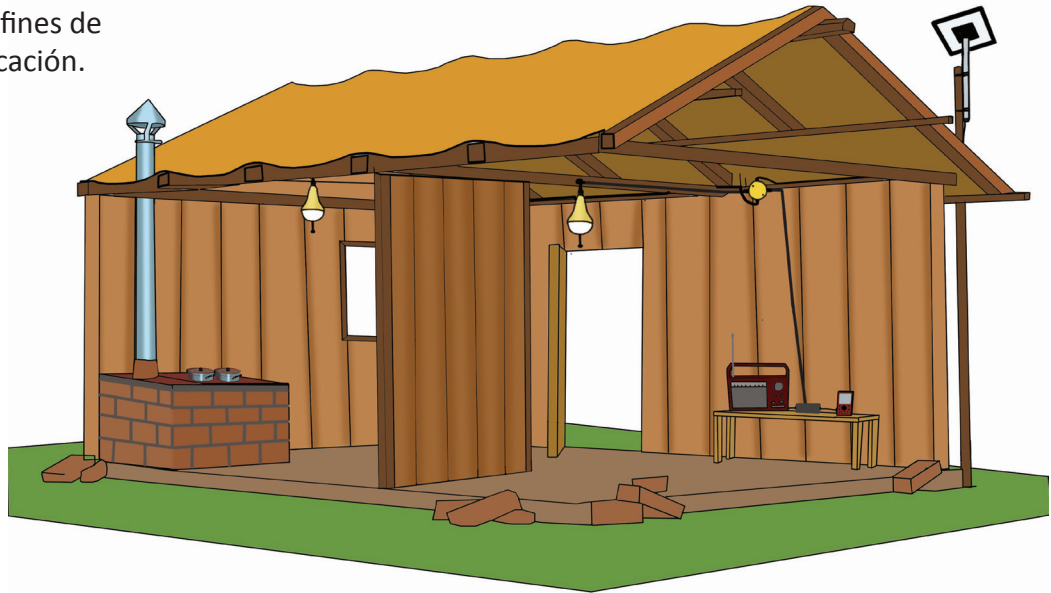


Distribuidor oficial:



# INSTALACIÓN DEL SISTEMA PICO FOTOVOLTAICO

Es el proceso por el cual se conectan unidades modulares simples que permiten el suministro básico de energía eléctrica limpia y eficiente con fines de iluminación y comunicación.



# MATERIALES Y HERRAMIENTAS PARA LA INSTALACIÓN DEL SPFV

## MATERIALES

### Base de madera

Esta base se usará para asegurar los soportes que irán sujetos a los paneles solares. Generalmente son colocados en los techo de las viviendas o sobre un poste alto como base para el panel solar.



### Base de madera chica

Esta base se utiliza para fijar el Distribuidor (Hub) -en los Sistemas que lo tienen- antes de instalarlo en cualquier zona al interior de la vivienda.





# MATERIALES PARA LA INSTALACIÓN DE UN SPFV

## Tubos fuertes de PVC

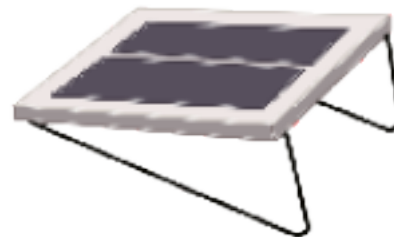
Sirven de soporte para el panel solar. Este material se puede utilizar con algunos modelos y permite fijar a techo o a una estructura, poste o viga de madera.

## Soporte Metálico

Este elemento permite una adecuada instalación del panel solar pues ya la estructura ya tiene definido el ángulo de inclinación necesario. El panel se adhiere al soporte que se instala sobre una base de madera en el exterior de la vivienda.



*Es ideal utilizar tubos de aluminio o fierro galvanizado de 26 mm de diámetro como soporte (Sistema SUNDAYA)*



# MATERIALES PARA LA INSTALACIÓN DE UN SPFV

## Precintos de plástico

Ayudan a sujetar el panel al soporte metálico. Son de fácil utilización.



## Armellas

Las armellas permiten sujetar los cables a superficies planas y se usan al momento del cableado.



## Clavos

Se usarán para empotrar las bases de madera sobre la superficie.

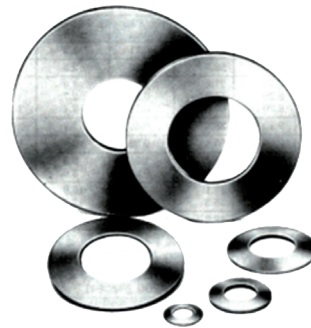


Se recomienda emplear precintos plásticos de 104 mm y armellas de 1/2" para facilitar la instalación

# MATERIALES PARA LA INSTALACIÓN DE UN SPFV

## Tirafones, tuercas y arandelas

Nos ayudarán en el montaje de algunas herramientas.



# MATERIALES PARA LA INSTALACIÓN DE UN SPFV

## HERRAMIENTAS

### Wincha

La emplearemos para medir las distancias con respecto a los puntos de luz, el distribuidor y el panel

### Destornillador

Usamos destornilladores de tipo estrella para fijar y desmontar los elementos.

### Martillo

Se recomienda que el mango sea de madera u otro material aislante.

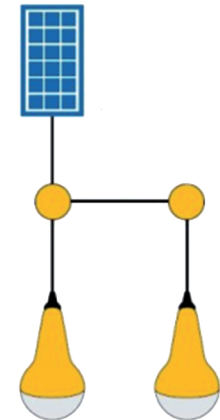
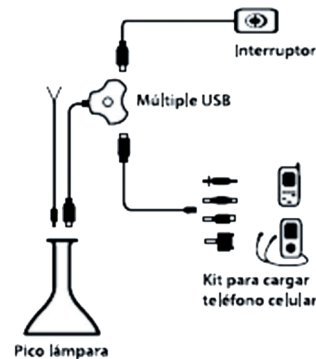
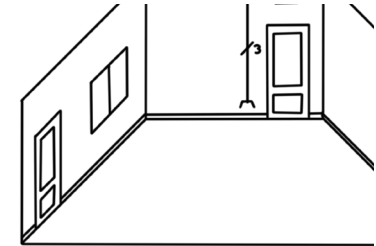
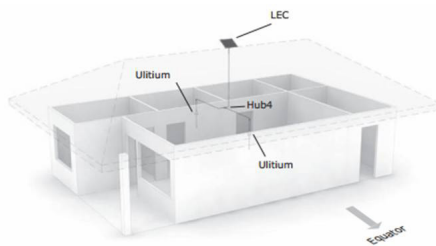


# PASOS PARA EFECTUAR UNA INSTALACIÓN

## 1.- Planificación de la instalación

Antes de empezar con la instalación, elija los puntos de montaje dentro de su vivienda; tanto de las lámparas como del los paneles y distribuidores.

Recuerde para ello deberá conocer los elementos principales que contiene el sistema y la ubicación de los puntos dependerá de la longitud invariable de los cables entre el panel y las lámparas.



## 2.- Instalación del panel solar

### Primero:

Con la ayuda de los precintos asegure el panel a la base metálica.

### Segundo:

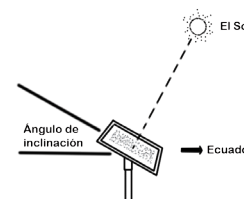
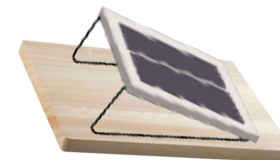
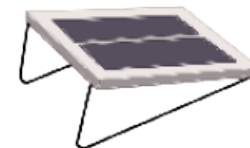
Asegure el panel a la base de madera con clavos o tonillos.

### Tercero:

Colocar el panel con la base de madera en la parte más elevada de la vivienda, puede ser el techo o un poste.

### Cuarto:

Orientar el panel hacia el norte dándole un ángulo aproximado  $20^\circ$  que permita que los rayos del sol caigan directamente al panel.



### 3.- Acople de los cables de distribución

Con la ayuda de las armellas asegurar a las paredes, vigas, columnas, etc. los cables que conectan los diversos elementos del sistema.



### 4.- Conexión del distribuidor

Con la ayuda de un destornillador, acople el distribuidor a una base de madera, para luego instalarlo al interior de la vivienda en un punto medio entre el panel y las lámparas.



Se recomienda colocar una primera armella a 5 cm. de distancia de la solda del cable del panel y del distribuidor para que al momento de la manipulación éste no se desconecte.



## 5.- Instalación de la lámpara

Los sistemas están creados para ser colgarlos en cualquier ambiente dentro de la vivienda.

Sin embargo, algunos de ellos requieren un acople previo entre piezas del sistema.

Ajuste la lámpara a la altura deseada; en algunos casos podrá ajustar una tapa en el techo para mayor comodidad de uso.



Recuerde que la lámpara debe estar conectada al cable del panel durante el tiempo de carga en el día. Al término de la carga de la batería, la lámpara puede ser colocada en cualquier otro lugar de la vivienda. Luego de moverla, no olvide regresarla al punto de carga para que la batería se recargue al día siguiente.







## **Proyecto Energía, Desarrollo y Vida**

Deutsche Gesellschaft für  
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Pasaje Bernardo Alcedo 150, piso 4  
San Isidro, Lima 27  
T 0051 1 442 1999/0051 1 442 1997  
F 0051 1 442 2010  
I <http://www.endevperu.org>

