



MANUAL DE INSTALACIÓN, USO Y MANTENIMIENTO DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS ISOFOTON GAMA ESTÁNDAR



Edición nº3. septiembre de 2008



CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN Y RECOMENDACIÓN GENERAL.....	3
2. DATOS TÉCNICOS.....	3
3. DIODOS DE PROTECCIÓN.....	6
4. CAJAS DE CONEXIÓN.....	6
5. RECOMENDACIONES DE USO.....	8
6. ADVERTENCIAS Y RIESGOS ELÉCTRICOS.....	8
7. LÍMITES DE CONEXIÓN DE MÓDULOS EN SERIE.....	10
8. CONEXIÓN DE MÓDULOS EN PARALELO Y SECCIÓN DEL CABLEADO.....	10
9. MANTENIMIENTO DE GENERADOR FOTOVOLTAICO.....	11
Limpieza periódica del módulo.....	11
Inspección visual del módulo.....	11
Control de conexiones y cableado.....	11
10. POSIBLES AVERÍAS.....	12
Rotura del vidrio.....	12
Penetración de humedad en el interior del módulo.....	12
Fallos en las conexiones de los módulos.....	12
Efecto sombra.....	13
Defectos de fabricación.....	13
11. CERTIFICADOS.....	13

1. INTRODUCCIÓN Y RECOMENDACIÓN GENERAL

ISO FOTON, S.A. empresa española pionera y líder en el sector fotovoltaico es fabricante de células y módulos desde su fundación en 1981. Debido a una larga experiencia, utilización de materiales de primera calidad y exhaustivos controles de calidad, los módulos fotovoltaicos fabricados por ISO FOTON, S.A. presentan una vida útil por encima de los 20 años con un funcionamiento óptimo desde el primer al último día.

Lea atentamente todas las instrucciones del presente documento antes de instalar, conectar o manipular el módulo fotovoltaico. Las recomendaciones dadas para un módulo fotovoltaico se pueden hacer extensivas para más de uno.

ISO FOTON, S.A. no asume responsabilidad alguna en caso de pérdida, rotura, deterioro o coste adicional debido a la mala manipulación del producto por personal ajeno a esta empresa.

2. DATOS TÉCNICOS

Los módulos fotovoltaicos fabricados por ISO FOTON, S.A. utilizan células pseudocuadradas de silicio monocristalino de alta eficiencia para transformar la energía de la radiación solar en energía eléctrica de corriente continua.

El circuito de células se lamina utilizando E.V.A. (acetato de etilen-vinilo) como encapsulante en un conjunto formado por un vidrio templado en su cara frontal y un polímero plástico (TEDLAR) en la cara posterior que proporciona resistencia a los agentes ambientales y aislamiento eléctrico.

El laminado se encaja en una estructura de aluminio anodizado. Las cajas de terminales con protección IP-65, están hechas a partir de plásticos resistentes a temperaturas elevadas y contienen los terminales, las bornas de conexión y los diodos de protección (diodos de by-pass).

El marco dispone de varios agujeros para la fijación del módulo a la estructura soporte y su puesta a tierra en caso de ser necesario.

En la Figura 1 se muestra esquemáticamente la sección de un módulo fotovoltaico.

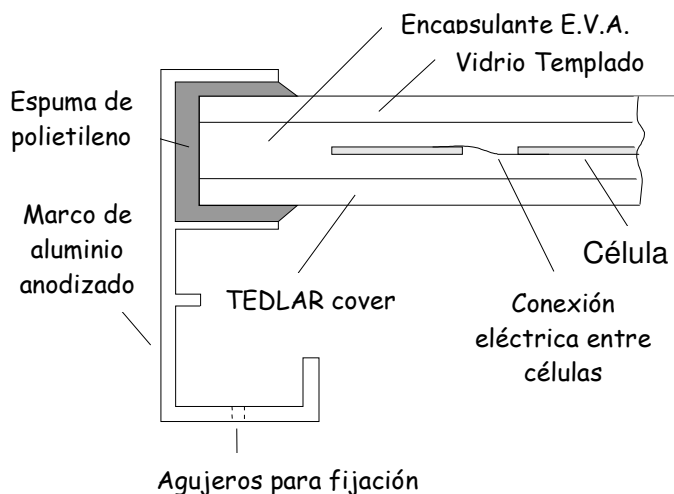


Figura 1 : Sección de un módulo fotovoltaico

Los valores eléctricos se obtienen en las condiciones estándares de medida que se corresponden con una irradiancia de 1000 W/m^2 , espectro de 1,5 M.A. y una temperatura de la célula de 25°C .

Ahora bien, las condiciones de trabajo reales de los módulos una vez instalados pueden ser muy diferentes a las del laboratorio, por lo que conviene conocer las variaciones que pueden producirse, a fin de efectuar las pertinentes correcciones en los cálculos.

Por otra parte, mientras la corriente generada por un módulo fotovoltaico es proporcional a la intensidad de la radiación solar, la tensión varía con la temperatura de las células. En las figuras siguientes se representa ambos efectos.

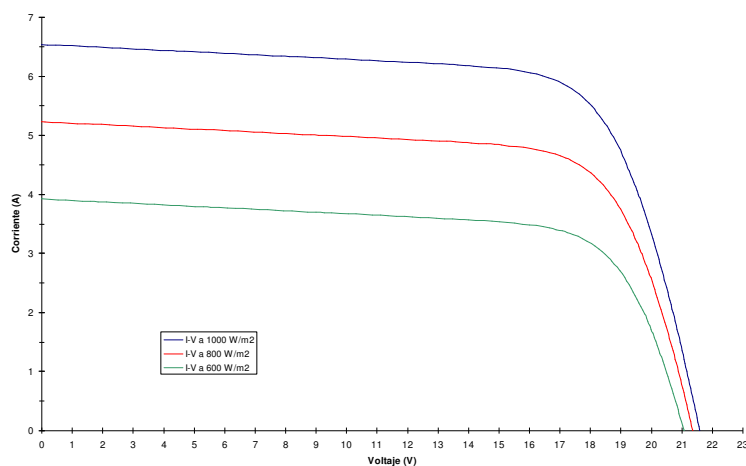


Figura 2.- Variación de curva I-V en función de la irradiancia solar incidente a temperatura de célula constante.

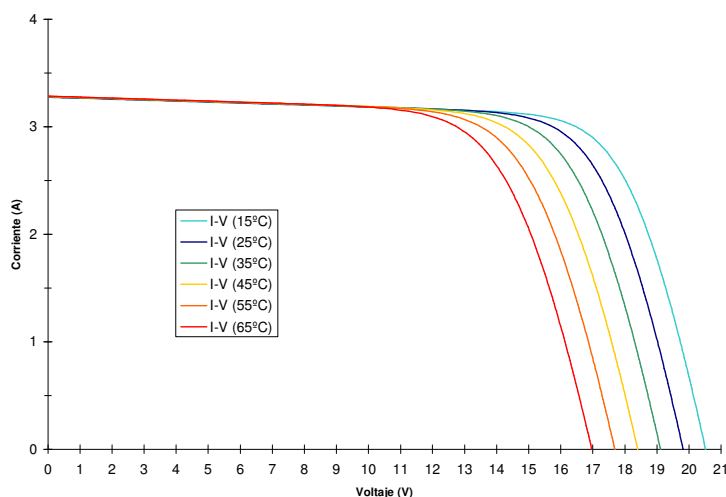


Figura 3.- Variación de curva I-V en función de la temperatura de las células a radiación incidente constante.

La variación con la temperatura de las magnitudes eléctricas de los módulos, es la siguiente:

- El voltaje disminuye a razón de $2,22 \text{ mV/}^{\circ}\text{C}$ por cada célula en serie que contenga el módulo y cada grado que supere los 25° C .
- La corriente aumenta a razón de $17 \mu\text{A/cm}^2\cdot^{\circ}\text{C}$ de área de células en paralelo y cada grado que supere los 25° C .

Hay que tener en cuenta que la temperatura de la célula a que nos hemos estado refiriendo no coincide con la temperatura ambiente debido a que la célula, se calienta al incidir la luz del sol.

El incremento de temperatura de la célula respecto a la temperatura del aire depende de las características de la misma y de las de construcción del propio módulo.

En función de la radiación incidente, la temperatura y la carga que esté alimentando, un módulo fotovoltaico podrá trabajar a distintos valores de corriente y tensión.

En la Figura 4 se representa esquemáticamente una curva característica I-V de un módulo fotovoltaico junto con la curva de la potencia generada y dos puntos de trabajo diferentes, A y B.

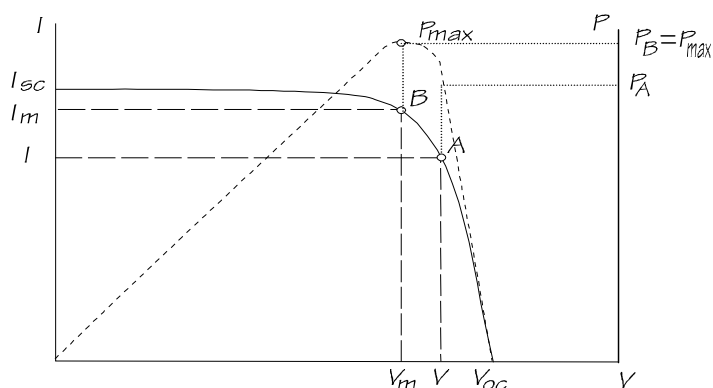


Figura 4.- Curva característica I-V y curva de potencia generada.

Se puede observar que cuanto más cerca hagamos trabajar al módulo fotovoltaico de la tensión de máxima potencia, mayor será la potencia que obtendremos de él.

En resumen, en función de la radiación solar, la temperatura de las células (que dependerá a su vez de la temperatura ambiente, humedad, velocidad del viento, etc.) y de los equipos a los que esté conectado, el módulo fotovoltaico generará una determinada corriente a una determinada tensión de trabajo, cuyo producto marcará la potencia generada por el módulo.

En la ficha de especificaciones técnicas de cada modelo se encuentran las curvas características I-V en función de la irradiancia incidente y la temperatura de célula, así como las características físicas de cada modelo.

3. DIODOS DE PROTECCIÓN

El sombreado de alguna célula puede provocar un voltaje inverso en ella. Esta célula consumiría por tanto potencia generada por las demás en serie con ella produciéndose un calentamiento indeseado de la célula sombreada.

Este efecto, llamado de punto caliente, será tanto mayor cuanto mayor sea la radiación incidente sobre el resto de células y menor la que reciba esta célula debido a la sombra. En un caso extremo la célula podría llegar a romperse por sobrecalentamiento.

El uso de diodos de protección o by-pass reduce el riesgo de calentamiento de las células sombreadas, limitando la corriente que pueda circular por ellas y evitando de este modo la rotura de las mismas.

Todos los módulos con un número de células igual o superior a 33 en serie fabricados por ISO FOTON, S.A., se suministran con diodos de protección que se encuentran situados en las cajas de conexión tal y como se puede apreciar en los esquemas de las mismas incluidos en el capítulo siguiente.

En los módulos con menor número de células en serie no se hacen necesarios los diodos de by-pass, pues el efecto de punto caliente no llega al nivel de riesgo de rotura de las células.

4. CAJAS DE CONEXIÓN

Las cajas de conexión de los módulos están situadas en la parte posterior de los mismos. Como se ha señalado anteriormente, estas son cajas estancas preparadas para intemperie con un IP-65, siempre y cuando se respete la estanqueidad en los pasacables o prensaestopas al hacer pasar los cables a través de ellos. En este sentido, ISO FOTON no se responsabiliza de una mala instalación de estos cables (en el caso de módulos suministrados sin cable).

En cada módulo existe bien una sola caja de conexiones para ambos terminales o bien una caja para el terminal positivo y otra para el negativo. Deberá respetarse la polaridad en las conexiones para el buen funcionamiento de los módulos.

Las tapas de las cajas de conexión disponen de un dibujo indicativo. Se abren introduciendo un destornillador plano en la pestaña correspondiente, en la dirección que indica la flecha, haciendo ligera presión en la misma para su apertura. Para cerrar la tapa, es suficiente presionar la tapa hasta que se cierre. La tapa dispone de una brida que la sujeta a la base de la caja de conexión mientras se manipula el interior de la misma. Esta brida no debe ser cortada.

Las cajas de conexión no deben sufrir ningún tipo de presión a la hora de instalar el módulo en una estructura de soporte. Ningún elemento de la misma debe tocar la caja de conexión.

En la figura 5 se muestran el modelo de cajas de conexión usadas en los módulos de las gamas ISF-30/12, IS-36/12, IS-75/12, ISF-60/12, IS-150/12 e ISF-120/12.

En la figura 6 se muestra la caja de conexiones usada en los módulos de las gamas IS-150/24, IS-200/32 e ISF-180/18.

Las cajas de la figura 6 y la de la figura 5 solo en la gama IS-150/12, se suministran con cables de longitud 100 cm, con conector positivo y negativo.

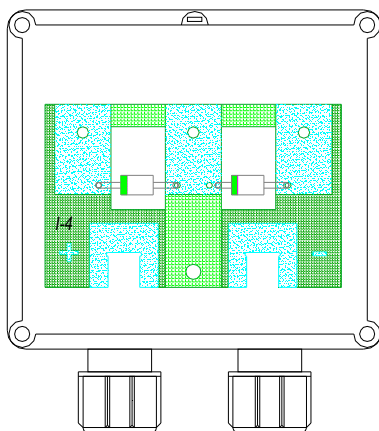


Figura 5. Cajas de conexión para módulos de gamas ISF-30/12, IS-36/12, IS-75/12, IS-150/12, ISF-60/12 e ISF-120/12. El modelo de circuito de diodos para la gama IS-150/12 es distinto del mostrado en la figura.

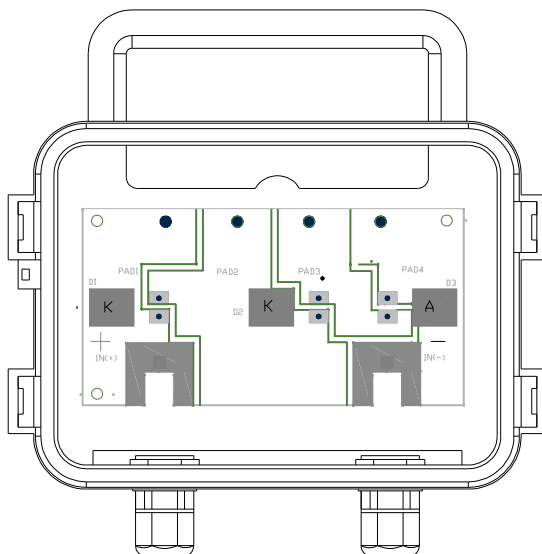


Figura 6. Cajas de conexión para módulos gamas IS-150/24, IS-200/32 e ISF-180/18. El modelo de circuito de diodos depende de la gama, se muestra el de la gama ISF-180

5. RECOMENDACIONES DE USO

- Sitúe el módulo en un lugar que nunca esté a la sombra. Fíjese en los árboles y edificios cercanos. Recuerde que el sol varía su posición a lo largo del año y que los árboles crecen.
- Oriente el módulo correctamente. La cara frontal del módulo debe mirar al sur en el hemisferio norte y al norte en el hemisferio sur.
- El módulo se instalará de manera que el aire pueda circular libremente a su alrededor. De este modo, se consigue disminuir la temperatura de trabajo de las células y consecuentemente, mejorar el rendimiento del módulo.
- Si se montan varios módulos, evite que se hagan sombra entre sí.
- Si se usa un regulador, colóquelo en un lugar fácilmente accesible para que el usuario pueda comprobar los elementos de control. En el momento de su conexión se respetarán las polaridades eléctricas de todos los elementos, conectándolos en el siguiente orden: batería, módulos y consumo.
- La sección de conductores empleados debe asegurar que la caída de tensión en la instalación no sobrepase el 2 % de la tensión nominal de la misma.
- La interconexión entre módulos se realizará de forma aérea mediante los cables con conectores suministrados.
- Instale el módulo sobre la estructura de soporte mediante tornillería específica. Se recomienda métrica 6X20. No debe perforarse el marco del módulo. Las cotas de los módulos se encuentran especificadas en las fichas técnicas de los mismos.
- Para mas detalles acerca de los cables de conexión y los diodos consultar la ficha de especificaciones técnicas del módulo.

6. ADVERTENCIAS Y RIESGOS ELÉCTRICOS

- El equipo deberá ser instalado y manejado sólo por personal cualificado.
- Los módulos de ISO FOTON se envían en cajas especialmente diseñadas para que estén debidamente protegidos durante el transporte. Se recomienda no sacarlos de ellas hasta el momento de la instalación.
- No dejar nunca un módulo en un sitio en el que no esté debidamente sujeto, pues si cae puede romperse el vidrio. Un módulo con vidrio roto no se debe usar.
- No dejar caer el módulo ni arrojar objetos sobre él. No subirse ni caminar sobre él.
- Utilizar el módulo únicamente para la función a la que está destinado. No desmontar el módulo o quitar cualquier parte, etiqueta o pieza instalada por el fabricante, incluyendo diodos de protección, sin autorización del mismo.
- En caso de usar fusible de protección en la instalación, seguir las indicaciones de la ficha de especificaciones técnicas del módulo adjunta.
- No concentrar la luz solar sobre el módulo.
- Un módulo fotovoltaico genera electricidad cuando está expuesto a la luz del sol o a otras fuentes de luz. Cubrir totalmente la superficie del módulo con un material opaco durante la instalación, desmontaje o manipulación.

- Utilizar herramientas que estén debidamente revestidas con material aislante durante los trabajos con el módulo.
- Trabajar siempre bajo condiciones secas, tanto para el módulo como las herramientas.
- No instalar el módulo donde haya gases o vapores inflamables, ya que se pueden producir chispas.
- Evitar las descargas eléctricas al instalar, cablear, poner en funcionamiento o realizar el mantenimiento del módulo.
- No tocar las bornas mientras el módulo esté expuesto a la luz. Dotar la instalación de dispositivos de protección adecuados para impedir que pueda producirle una descarga de 30 o más voltios de corriente continua a cualquier persona. Cuando se conectan los módulos en serie, las tensiones se suman y cuando se hace en paralelo, es la intensidad la que suma. Por consiguiente, un sistema formado por módulos fotovoltaicos puede producir altas tensiones e intensidades, que constituyen un peligro añadido.
- Si se usan baterías con los módulos, seguir todas las recomendaciones que en materia de seguridad indica el fabricante de baterías.
- En condiciones normales, un módulo fotovoltaico es susceptible de experimentar condiciones que produzcan más corriente y/o voltaje que las indicadas en condiciones estándar. Por consiguiente, los valores de I_{sc} y V_{oc} mostrados en la etiqueta de características del módulo deberían multiplicarse por un factor de 1,25 para determinar los valores máximos admisibles de los componentes de la instalación, en cuanto a tensión, corriente, secciones de los conductores, fusibles y tamaño de los controles conectados a la salida del generador fotovoltaico.
- En caso de instalar sobre tejado asegurar una fijación mecánica al mismo. El tejado debe tener una resistencia al fuego apropiada para la aplicación.
- Los módulos de Isofotón se suministran con cables de las características indicadas en la ficha de especificaciones técnicas de cada modelo, siendo el rango de temperatura de trabajo de al menos entre -40 y 90 °C.
- Fijar el conductor de tierra al taladro correspondiente (figura 7) del marco mediante sistema de fijación mecánica como tornillo y tuerca (no suministrados)

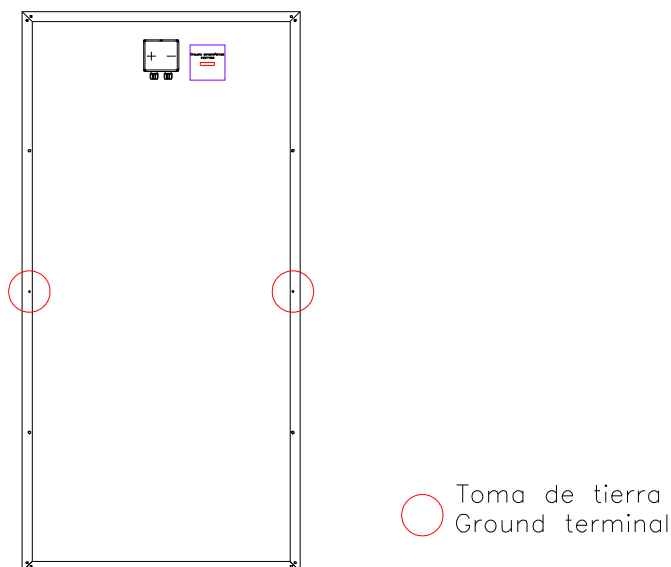


Figura 7 Localización de la toma de tierra

7. LÍMITE DE CONEXIÓN DE MÓDULOS EN SERIE

Los módulos fotovoltaicos de ISO FOTON, S.A. están fabricados para soportar tensiones elevadas. La tensión máxima de del sistema se indica en la etiqueta de características del módulo, consiguientemente, se podrán conectar módulos en serie hasta alcanzar dicha tensión.

8. CONEXIÓN DE MÓDULOS EN PARALELO Y SECCIÓN DEL CABLEADO

Se podrán emplear tantos módulos en paralelo como admita el regulador de carga, variador de frecuencia o el equipo correspondiente al cual vayan conectados los mismos.

Ahora bien, se deberá emplear un cable con sección adecuada para la conducción de la suma de corrientes generada por los módulos.

En cualquier caso, el conductor a emplear nunca deberá tener una sección menor de 4 mm². En caso de requerirse una sección mayor en el transporte de la energía hasta el correspondiente equipo, se emplearán cajas de interconexión externas que permitan adquirir mayores secciones de cable para los tramos de mayor distancia.

9. MANTENIMIENTO DE GENERADOR FOTOVOLTAICO

Los módulos fotovoltaicos requieren muy escaso mantenimiento por su propia configuración, carente de partes móviles y con el circuito interior de las células y las soldaduras de conexión aisladas del ambiente exterior por capas de material protector. Al mismo tiempo, el control de calidad realizado por ISO FOTON es riguroso y rara vez se presentan problemas por esta razón.

El mantenimiento abarca los siguientes procesos:

- Limpieza periódica del módulo.
- Inspección visual de posibles degradaciones internas de la estanqueidad del módulo.
- Control del estado de las conexiones eléctricas y del cableado.
- Eventualmente, control de las características eléctricas del módulo.

Limpieza periódica del módulo

La suciedad acumulada sobre la cubierta transparente del módulo reduce el rendimiento del mismo y puede producir efectos de inversión similares a los producidos por sombras. El problema puede llegar a ser serio en el caso de los residuos industriales y los procedentes de las aves. La intensidad del efecto depende de la opacidad del residuo. Las capas de polvo que reducen la intensidad del sol de forma uniforme no son peligrosas y la reducción de la potencia no suele ser significativa. La periodicidad del proceso de limpieza depende, lógicamente, de la intensidad del proceso de ensuciamiento.

En el caso de los depósitos procedentes de las aves conviene evitarlos instalando pequeñas antenas elásticas en la parte alta del módulo, que impida a éstas posarse.

La acción de la lluvia puede en muchos casos reducir al mínimo o eliminar la necesidad de la limpieza de los módulos.

La operación de limpieza debe ser realizada en general por el propio usuario y consiste simplemente en el lavado de los módulos con agua y algún detergente no abrasivo, procurando evitar que el agua se acumule sobre el módulo. No es aceptable en ningún caso utilizar mangueras a presión.

Inspección visual del módulo.

La inspección visual del módulo tiene por objeto detectar posibles fallos, concretamente:

- Posible rotura del cristal.
- Oxidaciones de los circuitos y soldaduras de las células fotovoltaicas: normalmente son debidas a entrada de humedad en el módulo por rotura de las capas de encapsulado durante la instalación o transporte.

Control de conexiones y cableado

Cada 6 meses realizar un mantenimiento preventivo efectuando las siguientes operaciones:

- Comprobación del apriete y estado de los terminales de los cables de conexionado de los módulos.
- Comprobación de la estanqueidad de la caja de terminales.

En caso de observarse fallos de estanqueidad, se procederá a la sustitución de los elementos afectados y a la limpieza de los terminales. Es importante cuidar el sellado de la caja de terminales, utilizando, según el caso, juntas nuevas o un sellado de silicona.

10. POSIBLES AVERÍAS

Debido a los exhaustivos controles de calidad a los que son sometidos los módulos fotovoltaicos antes de su venta al público, los casos de averías son muy poco frecuentes.

Ahora bien, se pueden detectar los siguientes casos, siempre por causa ajena al proceso de fabricación:

- Rotura del vidrio de los módulos.
- Penetración de agua en el interior del módulo y consiguiente oxidación del circuito interior de las células y soldaduras de conexión.
- Fallos en el conexionado y entrada de agua en la caja de bornas del módulo.
- Ensuciamientos o sombras parciales.

Rotura del vidrio

La rotura del vidrio se produce usualmente por acciones desde el exterior, mala instalación, golpes, pedradas, etc. También se han detectado algunos casos de rotura en el transporte a obra.

La rotura del cristal, al ser templado, se produce siempre en forma de astillado total de la superficie, notándose perfectamente el lugar del impacto. El astillado reduce el rendimiento aproximadamente en un 30 %, pero el módulo puede continuar en uso, aunque convendrá cambiarlo lo antes posible para asegurar el funcionamiento de la instalación.

Penetración de humedad en el interior del módulo

Aunque ésta es una avería poco frecuente, puede producirse por golpes externos, ralladuras en el TEDLAR posterior por agresiones externas. Cuando penetra humedad hasta el circuito de las células y sus conexiones, aparecen corrosiones que reducen e incluso rompen el contacto eléctrico de los electrodos con el material de las células, impidiendo la recogida de electrones y haciendo inútil de esta forma el módulo. La tensión y la intensidad caen a cero y el módulo debe ser sustituido de inmediato.

Debe indicarse que, como este fallo termina siendo generalmente total, cuando en una revisión se detectan degradaciones serias en el módulo, es preferible su sustitución, evitando así los costes de una próxima y segura visita.

Fallos en las conexiones de los módulos

Debido a las diferencias térmicas entre, por ejemplo, el día y la noche puede producirse aflojamiento de los conectores del cableado de los módulos. Por este motivo, es necesario revisar periódicamente (por ejemplo cada seis meses) las conexiones, apretándolas en caso de ser necesario.

Durante la instalación se debe asegurar la estanqueidad propia de las cajas de conexiones a través de los pasacables. En caso de detectarse entrada de agua en la caja de conexiones, la presencia de agua en los contactos produce caídas de tensión en el circuito y, consecuentemente, reducción de la potencia generada. La reparación consiste en la limpieza de los terminales o bornas de conexión y el cambio de la junta de la caja de conexiones o del pasacables, si alguno de ellos se encontrara defectuoso. En la operación son de utilidad los sprays para terminales de uso en electrónica o siliconas selladoras.

Efecto sombra

El efecto sombra o de punto caliente se provoca por una sombra puntual en una o varias células del módulo mientras el resto recibe una radiación elevada. Esta situación debe remediarse eliminando la causa de las sombras.

Para evitar deterioros en las células están previstos los diodos de protección descritos en el Capítulo 3.

Defectos de fabricación

Los defectos de fabricación, en caso de existir, se presentan en los primeros días de funcionamiento y son de muy escasa incidencia, por debajo del uno por mil, debido al exhaustivo control de calidad llevado a cabo en la factoría de ISO FOTON, S.A. En caso de detectarse alguno, ISO FOTON, S.A. proporcionará un módulo nuevo en sustitución asumiendo su garantía sobre el producto.

11. CERTIFICADOS

A continuación se presentan los siguientes certificados:

- Certificado de calidad ISO 9001:2000 de la empresa ISO FOTON S.A.
- Certificado de medio ambiente ISO 14001:2004 de la empresa ISO FOTON S.A.
- Certificados de cumplimiento con las normas, IEC 61215 edición 2, de los módulos fotovoltaicos fabricados por ISO FOTON S.A., concedidos por el laboratorio de ensayo reconocido internacionalmente TÜV.
- Los módulos fotovoltaicos fabricados por ISO FOTON S.A están homologados según la norma de seguridad eléctrica IEC61730 estando certificados para clase de aplicación A, por tanto cumplen los requerimientos de clase de seguridad II concedidos por el mismo laboratorio.