



Especificaciones técnicas de seguridad y funcionamiento de proyectos e instalaciones de sistemas fotovoltaicos





ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD Y FUNCIONAMIENTO DE PROYECTOS E INSTALACIONES DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Clasif: ANCE-ESP-02.
Fecha emisión: 2012-05-16.
Fechas de rev: 2012-08-19.
Página: 1 de 30.
Edición: 2.

La Asociación de Normalización y Certificación, A.C (ANCE), agradece al Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (Infonavit) y a la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH (Cooperación Alemana al Desarrollo) la colaboración y asistencia que brindaron durante el desarrollo del presente documento. La colaboración de la GIZ se realizó por encargo del Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de la República Federal de Alemania, en el marco de la cooperación bilateral entre México y Alemania.

RENUNCIA DE RESPONSABILIDAD

Este documento ha sido preparado a iniciativa del Infonavit y de la Asociación de Normalización y Certificación, A.C (ANCE). Las opiniones expresadas en este documento no necesariamente representan la opinión de la GIZ.



BMZ



Por encargo de:
Ministerio Federal de
Cooperación Económica
y Desarrollo





ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD Y FUNCIONAMIENTO DE PROYECTOS E INSTALACIONES DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Clasif: ANCE-ESP-02.
Fecha emisión: 2012-05-16.
Fechas de rev: 2012-08-19.
Página: 2 de 30.
Edición: 2.

I. OBJETIVO

Establecer las especificaciones mínimas que deben cumplir los Sistemas Fotovoltaicos Interconectados a la Red, SFV-IR, para su uso en la vivienda (electrificación doméstica) las que contemplan los requisitos de seguridad en la instalación, pruebas de funcionamiento del sistema, garantía al usuario y el cumplimiento con las especificaciones emitidas por la Comisión Federal de Electricidad, CFE, para su interconexión a la red.

II. ALCANCE

Es aplicable a todos los Desarrolladores de Vivienda que deseen participar en el programa del INFONAVIT y/o cualquier otro programa que oferten viviendas con SFV-IR y se extiende a los Proveedores de sistemas fotovoltaicos que deseen participar en el suministro, instalación y puesta en operación de SFV-IR para su uso en la vivienda (interés social, popular, económica y residencial) limitados hasta una capacidad de 30 kW.

Este documento será utilizado como procedimiento normativo por el INFONAVIT en el proceso de selección de sistemas y aplicado a los Desarrolladores de Vivienda y/o Proveedores participantes en el proceso de suministro, instalación y puesta en operación de SFV-IR de baja tensión, para aplicaciones domésticas en la vivienda.

Estas especificaciones técnicas serán de observancia obligatoria a partir de la fecha de su distribución y hasta que se emitan otras instrucciones al respecto.

III. REQUISITO A CUMPLIR

III.1. SEGURIDAD

Todas las instalaciones de sistemas fotovoltaicos deben de cumplir con las especificaciones de seguridad que, sobre la instalación, se indican en el presente documento.

III.2. CERTIFICACION DE COMPONENTES

Todos los componentes del Sistema Fotovoltaico deben cumplir en primera instancia con las Normas Oficiales Mexicanas, las Normas Mexicanas o en su defecto, las Normas Internacionales aplicables.

III.3. PRUEBAS DE DESEMPEÑO

El SFV-IR debe producir la potencia eléctrica para la cual fue diseñado, especificado por el fabricante en su placa de identificación y certificado por ANCE, con base en pruebas de laboratorio y certificados de producto emitidos en términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, y su reglamento.



**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD
Y FUNCIONAMIENTO DE PROYECTOS E
INSTALACIONES DE SISTEMAS
FOTOVOLTAICOS**

Clasif: ANCE-ESP-02.
Fecha emisión: 2012-05-16.
Fechas de rev: 2012-08-19.
Página: 3 de 30.
Edición: 2.

III.4 INTERCONEXIÓN A LA RED DE SUMINISTRO.

Ya que la interconexión a la red de suministro se realizará mediante el Modelo de Contrato de Interconexión para Fuente de Energía Renovable o Sistema de Cogeneración en Pequeña Escala contemplado en la Resolución No. RES/054/20101 de la Comisión Reguladora de Energía, CRE, el sistema fotovoltaico debe cumplir con los Requisitos técnicos para la interconexión de fuentes distribuidas de generación en pequeña escala y las especificaciones técnicas solicitadas por la Comisión Federal de Electricidad CFE G0100-04 con capacidad hasta 30 kW vigente, o hasta que se publiquen nuevas reglas de interconexión.

III.5. DOCUMENTOS TÉCNICOS, INSTRUCCIONES Y GARANTÍAS

Los Proveedores de SFV-IR incluidos en el alcance de la presente especificación deben entregar la documentación técnica, instructivos y garantías del sistema fotovoltaico instalado al desarrollador, y a su vez, éste debe ceder los derechos de garantía junto con la información técnica e instructivos al usuario final. Así mismo deben cumplir con las cláusulas de garantías y los tiempos indicados.

IV. REFERENCIAS

Para la correcta aplicación de esta especificación deben consultarse las siguientes normas oficiales mexicanas, normas mexicanas o especificaciones vigentes.

- NOM 001-SEDE 2005 Instalaciones Eléctricas (utilización), especialmente el Art. 690.
- NOM-008-SCFI-2002, Sistema general de unidades de medida.
- NMX-J-618/1-ANCE-2010, Evaluación de la seguridad en Módulos Fotovoltaicos (FV) – Parte 1: Requisitos generales para Construcción.
- NMX-J-643/1-ANCE-2011, Dispositivos fotovoltaicos –Parte 1: Medición de la característica corriente - tensión de dispositivos fotovoltaicos.
- NMX-J-643/2-ANCE-2011, Dispositivos fotovoltaicos –Parte 2: Requisitos para dispositivos solares de referencia.
- NMX-J-643/3-ANCE-2011, Dispositivos fotovoltaicos –Parte 3: Principios de medición para dispositivos solares fotovoltaicos terrestres (FV) con datos de referencia para radiación espectral.
- NMX-J-643/5-ANCE-2011, Dispositivos fotovoltaicos –Parte 5: Determinación de la temperatura equivalente de la celda (ECT) de dispositivos fotovoltaicos (FV) por el método de tensión de circuito abierto.
- NMX-J-643/7-ANCE-2011, Dispositivos fotovoltaicos –Parte 7: Cálculo de la corrección del desajuste espectral en las mediciones de dispositivos fotovoltaicos.
- NMX-J-643/9-ANCE-2011, Dispositivos fotovoltaicos –Parte 9: Requisitos para la realización del simulador solar.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD Y FUNCIONAMIENTO DE PROYECTOS E INSTALACIONES DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Clasif: ANCE-ESP-02.
Fecha emisión: 2012-05-16.
Fechas de rev: 2012-08-19.
Página: 4 de 30.
Edición: 2.

- NMX-J-643/10-ANCE-2011, Dispositivos fotovoltaicos –Parte 10: Métodos de mediciones lineales.
- NMX-J-643/11-ANCE-2011, Dispositivos fotovoltaicos –Parte 11: Procedimientos para corregir las medidas de temperatura e irradiancia de la característica corriente – tensión.
- NMX-J-643/12-ANCE-2011, Dispositivos fotovoltaicos – Parte 12: Términos, definiciones y simbología.
- Normas IEC 61215, IEC 61646, IEC 61730-2 e IEC 61853-1.
- CFE G0100-04, “Interconexión a la red eléctrica de baja tensión de sistemas fotovoltaicos con capacidad hasta 30 kW.
- Y las que sean aplicables.

V. DEFINICIONES

Para los propósitos de esta especificación aplican las definiciones del Art. 690-2 de la Norma NOM 001-SEDE-2005, las expuestas en la Especificación CFE G0100-04 que se enlistan para pronta referencia y las que se consideran a continuación:

Celda solar fotovoltaica: El dispositivo fotovoltaico básico o unidad básica de conversión que genera energía eléctrica en corriente directa cuando es expuesto a la luz solar.

Tecnologías fotovoltaicas: Son las diferentes celdas solares disponibles comercialmente: silicio cristalino, silicio amorfo, telurio de cadmio, cobre-indio-galio-selenio, y las celdas de concentración.

Sistema eléctrico nacional (SEN): Sistema eléctrico disponible en toda la república y que entrega energía eléctrica a las redes eléctricas locales.

Módulo fotovoltaico (MFV): Generador de electricidad construido por la conexión eléctrica de celdas solares, en serie, que incluye, entre otros elementos, un medio de protección a éstas desde el punto de vista mecánico y contra la acción del ambiente, una caja de conexión con las terminales positiva y negativa de salida, y puede tener un marco metálico que permite su instalación mecánica en una estructura en campo.

Estructura de soporte (E): Pieza o conjunto de piezas unidas que forman el apoyo mecánico para los módulos fotovoltaicos.

Sistema de protección (SP): Todos aquellos componentes diseñados y calculados para dar protección a la instalación eléctrica contra sobrecarga o sobre corrientes, fusible o interruptor termomagnético.

Tablero de distribución o interfaz (TAB): Panel grande sencillo, estructura o conjunto de paneles donde se montan, ya sea por el frente, por la parte posterior o en ambos lados, desconectores, dispositivos de protección contra sobrecorriente y otras protecciones, barras conductoras de conexión común y usualmente instrumentos. Los tableros de distribución de fuerza son accesibles generalmente por la parte frontal y la posterior, y no están previstos para ser instalados dentro de gabinetes.

Medidor bidireccional (MB): Es un dispositivo que mide el consumo de energía eléctrica de un circuito o un servicio eléctrico en Watts (W), del SEN hacia las cargas eléctricas locales y del GFV hacia el SEN (M2)

Cargas eléctricas locales (CEL): Es la potencia instalada o demandada por el usuario

Panel fotovoltaico o rama fotovoltaica: conjunto de módulos fotovoltaicos conectados eléctricamente en serie y unidos mecánicamente para proporcionar una tensión y potencia requerida.

Arreglo fotovoltaico (AFV): Un ensamble eléctrico y mecánicamente integrado de módulos o paneles con una estructura soporte y cimentación, pudiendo ser esta fija o con seguimiento solar, según se requieran para formar una unidad de producción de energía en corriente directa.

Circuito de la fuente fotovoltaica: Los conductores entre módulos y desde los módulos hasta el o los puntos de conexión común del sistema de corriente directa (ver Fig. No. 1).

Circuito de salida fotovoltaica: Los conductores del circuito entre el o los circuitos de la fuente fotovoltaica y el inversor o el equipo de utilización de corriente directa (ver Fig. No. 1).

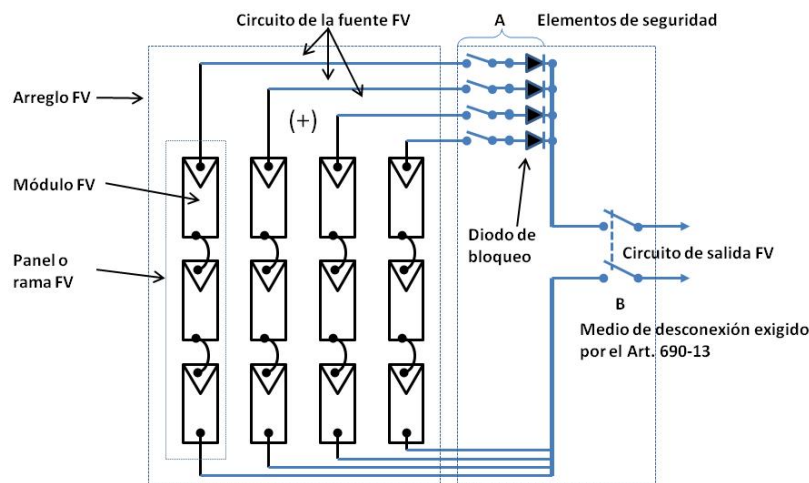


FIGURA 1.- Diagrama simplificado de una Fuente de Energía Fotovoltaica (FEFV). No se muestra el circuito de puesta a tierra del sistema.

Generador Fotovoltaico (GFV): es sinónimo de módulo, panel y arreglo fotovoltaico

Fuente de Energía Fotovoltaica (FEFV): Integración de un generador fotovoltaico con los sistemas de seguridad requeridos, acondicionadores y almacenamiento de energía, según sea el caso, los cuales proporcionan energía eléctrica en corriente directa a la tensión y potencia eléctrica requerida.

Diodo de paso: elemento electrónico que se instala en los módulos fotovoltaicos de silicio cristalino que impide la formación de puntos calientes que se forman en las celdas solares por el efecto de sombreado en las mismas.

Diodo de bloqueo: Un diodo usado para impedir el flujo inverso de corriente eléctrica hacia el circuito de la fuente fotovoltaica.



**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD
Y FUNCIONAMIENTO DE PROYECTOS E
INSTALACIONES DE SISTEMAS
FOTOVOLTAICOS**

Clasif: ANCE-ESP-02.
Fecha emisión: 2012-05-16.
Fechas de rev: 2012-08-19.
Página: 6 de 30.
Edición: 2.

Equipos de conversión de energía o inversor (AP): Equipo que es usado para cambiar el nivel de tensión eléctrica de la energía, su forma de onda o ambos. Usualmente un inversor (también conocido como unidad de acondicionamiento de potencia o sistema de conversión de potencia) es un dispositivo que cambia una entrada de corriente directa a una salida de corriente alterna, el cual debe contar con las protecciones siguientes: sobretensión, baja tensión, frecuencia, anti-isla y sincronismo.

Inversor interactivo: Inversor que incluye la electrónica necesaria para interactuar con la red eléctrica de distribución.

Microinversor Interactivo. Inversor cuya potencia nominal es menor o igual que 250 W.

Circuito de entrada al inversor: Los conductores entre el inversor y los circuitos de salida fotovoltaica.

Circuito de salida del inversor: Los conductores entre el inversor y las cargas eléctricas y/o el equipo de acometida u otra fuente de producción de energía eléctrica tal como la compañía suministradora en sistemas interconectados a la red.

Sistema solar fotovoltaico: El total de componentes y subsistemas que, en combinación, convierten la energía solar en energía eléctrica apropiada para la conexión a una carga de utilización.

Sistema solar fotovoltaico interconectado a la red (SFV-IR): Un sistema solar fotovoltaico que opera en paralelo con otra fuente de producción de energía eléctrica conectada a la misma carga y que puede estar diseñado para entregar energía a dicha fuente. La fuente puede ser el Sistema Eléctrico Nacional SEN.

Para el propósito de esta definición, un subsistema de almacenamiento de energía de un sistema solar fotovoltaico, tal como una batería, no es otra fuente de producción de potencia eléctrica.

Caja de paso, de conexión o desconexión: Parte de un sistema de canalización con tubería de cualquier tipo para proveer acceso al interior del sistema de alambrado por medio de una cubierta o tapa removible. Podrá estar instalada al final o entre partes del sistema de canalización

A prueba de lluvia: Construido, protegido o tratado para impedir que la lluvia interfiera con la operación satisfactoria del aparato bajo condiciones de prueba específica.

A prueba de polvo: Construido de tal forma que el polvo no interfiera en su operación satisfactoria.

VI. COMPONENTES

El siguiente diagrama a bloques (Figura No. 2) muestra los componentes principales de un Sistema Solar Fotovoltaico Interconectado a la RED.

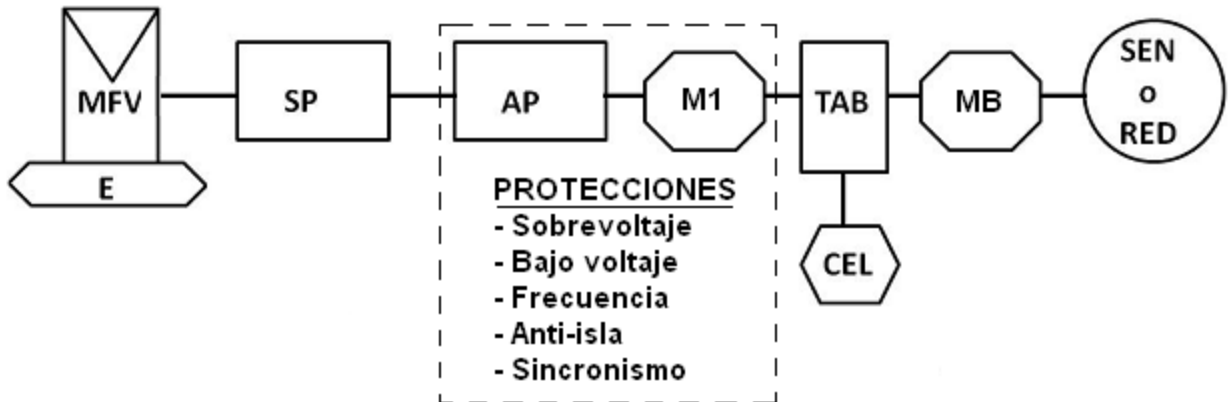


FIGURA 2.- Diagrama de bloques de un Sistema Fotovoltaico Interconectado a la Red (SFV-IR)

La nomenclatura en dicho diagrama es la siguiente:

MFV: Módulo, arreglo o Generador fotovoltaico.

E: Estructura de soporte para el MFV.

SP: Sistema de protección para seguridad.

AP: Acondicionador de potencia o inversor.

M1: Medidor de energía generada por el MFV.

TAB: Tablero de distribución o interfaz entre el MFV y el SEN (Red de Distribución Eléctrica).

MB: Medidor bidireccional de energía.

CEL: Cargas eléctricas locales.

SEN: Sistema Eléctrico Nacional (Red de Distribución Eléctrica)



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD Y FUNCIONAMIENTO DE PROYECTOS E INSTALACIONES DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Clasif: ANCE-ESP-02.
Fecha emisión: 2012-05-16.
Fechas de rev: 2012-08-19.
Página: 8 de 30.
Edición: 2.

VI.1. MÓDULO FOTOVOLTAICO (MFV)

El módulo fotovoltaico (generador de potencia eléctrica básico) debe cumplir con lo siguiente:

- Ser nuevos.
- Tener placa de identificación original indicando: especificaciones eléctricas, fabricante, marca, modelo y número de serie.
- Los módulos pueden ser flexibles o rígidos; de silicio cristalino o de película delgada. Si tienen marco metálico, éste debe ser de aluminio anodizado. En caso de que el módulo esté encapsulado en vidrio, éste debe ser del tipo templado.
- Deben satisfacer los requisitos de la norma IEC 61215(NMX-J-618/4-ANCE) (módulos FV de silicio cristalino) o la IEC 61646(NMX-J-618/3-ANCE) (módulos FV de película delgada - silicio amorfo, cobre-indio-galio-selenio y telurio de cadmio), según corresponda al tipo de módulo FV.
- Tener caja de conexiones para servicio en intemperie para índice de protección IP65 (a prueba de lluvia y polvo) con las terminales de salida debidamente marcadas identificando la terminal negativa y la positiva. Si tiene cables de salida, éstos deben ser idóneos para servicio en intemperie, el área de la sección transversal debe corresponder a la capacidad de conducción de corriente calculada en términos de la corriente de corto circuito del panel (1,56 ¿veces? la corriente de corto circuito del panel bajo condiciones normalizadas de prueba según NOM-001-SEDE), estar marcados identificando la terminal positiva y negativa, y tener conectores rápidos para servicio en intemperie con las siguientes características mínimas: sistema de bloqueo, tensión eléctrica de aislamiento mínimo 600 V, temperatura de operación hasta de 90°C, índice de protección para la conexión IP65 o superior, y estar certificados bajo estas características (por ejemplo conectores del tipo MC4 o MC3) u otro equivalente.
- Los módulos FV de silicio cristalino deben tener diodos de paso dentro de la caja de conexiones para reducir el efecto de sombreado parcial, que deben ser provistos por el fabricante del módulo FV.
- Tener el certificado de conformidad de producto emitido por un organismo de certificación acreditado en términos de la Ley Federal de Metrología y Normalización, LFMN, y su reglamento o dictamen de cumplimiento en las normas:

NMX-J-618/1-ANCE-2010, Evaluación de la seguridad en Módulos Fotovoltaicos (FV) – Parte 1: Requisitos generales para Construcción.

NMX-J-643/1-ANCE-2011, Dispositivos fotovoltaicos –Parte 1: Medición de la característica corriente - tensión de dispositivos fotovoltaicos.

NMX-J-643/2-ANCE-2011, Dispositivos fotovoltaicos –Parte 2: Requisitos para dispositivos solares de referencia.

NMX-J-643/3-ANCE-2011, Dispositivos fotovoltaicos –Parte 3: Principios de medición para dispositivos solares fotovoltaicos terrestres (FV) con datos de referencia para radiación espectral.

NMX-J-643/5-ANCE-2011, Dispositivos fotovoltaicos –Parte 5: Determinación de la temperatura equivalente de la celda (ECT) de dispositivos fotovoltaicos (FV) por el método de tensión de circuito abierto.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD Y FUNCIONAMIENTO DE PROYECTOS E INSTALACIONES DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Clasif: ANCE-ESP-02.
Fecha emisión: 2012-05-16.
Fechas de rev: 2012-08-19.
Página: 9 de 30.
Edición: 2.

NMX-J-643/7-ANCE-2011, Dispositivos fotovoltaicos –Parte 7: Cálculo de la corrección del desajuste espectral en las mediciones de dispositivos fotovoltaicos.

NMX-J-643/9-ANCE-2011, Dispositivos fotovoltaicos –Parte 9: Requisitos para la realización del simulador solar.

NMX-J-643/10-ANCE-2011, Dispositivos fotovoltaicos –Parte 10: Métodos de mediciones lineales.

NMX-J-643/11-ANCE-2011, Dispositivos fotovoltaicos –Parte 11: Procedimientos para corregir las medidas de temperatura e irradiancia de la característica corriente – tensión.

En caso de no existir infraestructura en el país para las normas mencionadas anteriormente, se debe demostrar el cumplimiento con las normas IEC 61215 para módulos FV de silicio cristalino y la IEC 61646 para módulos FV de película delgada (silicio amorfo, cobre-indio-galio-selenio y telurio de cadmio). Lo anterior, mediante el certificado correspondiente emitido por un organismo NCB (National Certification Body), miembro de IECEE, CB Scheme, así como el informe de pruebas emitido por un laboratorio (CBTL Certification Body Testing Laboratory) que sea acreditado bajo ISO/IEC 17025. La verificación del certificado será por medio de la página web www.iecee.org.

- La placa de identificación debe tener el sello del organismo de certificación que certifica las características y seguridad del producto. En caso de carecer de sello, presentar el certificado de conformidad.

VI.2. ESTRUCTURA

La estructura debe cumplir con lo siguiente:

- Pueden ser fijas o con seguimiento (uno o dos ejes).
- Ser de metal: aluminio anodizado, acero al carbón galvanizado en caliente o con un recubrimiento anticorrosivo y pintura acrílica anticorrosiva o acero inoxidable
- Para su aplicación en regiones de ambiente salino debe de ser de aluminio anodizado o acero inoxidable.
- La estructura puede contar con un sistema de ajuste $\pm 15^\circ$ de acuerdo a la latitud del lugar
- La estructura debe de estar diseñada para soportar bajo condiciones de trabajo, corrosión, deformaciones mecánicas tanto estáticas como dinámicas con un anclaje que soporte cargas de viento de acuerdo a las características climatológicas del sitio de instalación (máxima carga permisible para vientos de hasta 180 km/h).



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD Y FUNCIONAMIENTO DE PROYECTOS E INSTALACIONES DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Clasif: ANCE-ESP-02.
Fecha emisión: 2012-05-16.
Fechas de rev: 2012-08-19.
Página: 10 de 30.
Edición: 2.

VI.3. CABLES

El cableado debe cumplir con lo requerido en el Art. 690 y 705 de la Norma NOM-001-SEDE vigente dentro del cual se destaca lo siguiente:

- Todo el cable que se use en la instalación fotovoltaica debe ser de cobre, certificado para 600 V o de mayor tensión, con doble aislamiento y contar con certificación NOM-063-SCFI vigente.
- Para cables con área de sección transversal de 13 mm² o mayor, se puede usar cable de aluminio grado eléctrico de la serie AA 8000 según el Art 310.14 de la NOM-001-SEDE vigente, siempre que los conectores para la interconexión de los circuitos eléctricos sean del tipo CO/ALR; o bien, que tengan un recubierto metálico que permita la compatibilidad con conectores tradicionales de cobre tipo tornillo. Deben ser del tipo USE-2, RHH, RHHW-2 con aislamiento XLPE para servicio en intemperie.
- El área de la sección transversal debe de ser seleccionado para evitar una caída de tensión mayor al 3 % para tensiones eléctricas nominales menores o iguales que 48 V y no mayor a 5 % para tensiones eléctricas mayores que 48 V, para los circuitos eléctricos desde el punto de generación hasta el punto de consumo.
- No se acepta cable uso rudo en ningún circuito del sistema fotovoltaico.
- En los circuitos de la fuente y de salida fotovoltaica la capacidad de conducción del cableado debe seleccionarse con un valor de 1.25 x1.25 veces la corriente de corto circuito, I_{sc}, del módulo FV, panel FV o arreglo fotovoltaico.
- Todo cableado expuesto a la intemperie, además de satisfacer la Norma NOM-063-SCFI, debe estar certificado para soportar a la radiación solar (del tipo USE, UF, TWD-UV, o equivalente).
- Todo cable que no sea para servicio en intemperie debe estar contenido en tubería conduit idónea al tipo de instalación, interior o exterior. Puede ser del tipo flexible de aluminio con recubrimiento de PVC (para longitudes máximas de 3 m) o rígida de PVC ó metálica galvanizada cables cuya longitud es mayor que 3 m.
- Para el cableado en general, no expuesto a la intemperie, el cable debe ser seleccionado con aislamiento para 90°C, por ejemplo del tipo THW-2, THWN-2, THHW-LS o equivalente.
- Para temperaturas ambiente mayor que 30°C, la capacidad de conducción de corriente debe corregirse con los factores dados por la Tabla No. 690-31 c de la NOM-001-SEDE vigente, que para referencia rápida se presenta en la siguiente tabla.



**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD
Y FUNCIONAMIENTO DE PROYECTOS E
INSTALACIONES DE SISTEMAS
FOTOVOLTAICOS**

Clasif: ANCE-ESP-02.
Fecha emisión: 2012-05-16.
Fechas de rev: 2012-08-19.
Página: 11 de 30.
Edición: 2.

Temperatura (°C)	Temperatura ambiente máxima de operación del conductor		
	60°C	75°C	90°C
30	1,0	1,0	1,0
31-35	0,91	0,94	0,96
36-40	0,82	0,88	0,91
41-45	0,71	0,82	0,87
46-50	0,58	0,75	0,82
51-55	0,41	0,67	0,76

VI.4. INVERSOR O EQUIPOS DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA

El inversor o el equipo de conversión de energía debe cumplir con lo siguiente:

- Satisfacer los requisitos técnicos exigidos en la Especificación contemplada en los Requisitos técnicos para la interconexión entre una fuente de energía distribuida en pequeña escala y el sistema eléctrico nacional.
 - Tener certificado de conformidad de producto emitido por un organismo de certificación acreditado en términos de la Ley LFMN (Ley Federal de Metrología y Normalización) y su reglamento ó dictamen de cumplimiento en las normas:
 - NMX-J-656/1-ANCE – “Evaluación de la seguridad en dispositivos fotovoltaicos (FV)- Seguridad en equipos de conversión de energía para uso en sistemas fotovoltaicos (FV)-Parte 1: Requisitos generales”
 - NMX-J-656/2-ANCE “Evaluación de la seguridad en dispositivos fotovoltaicos (FV)- Parte 2: Evaluación de seguridad en dispositivos inversores de energía para uso en sistemas fotovoltaicos (FV) - Requisitos particulares”.
- En caso de no existir infraestructura en el país para la norma mencionada anteriormente, se debe demostrar el cumplimiento con las normas internacionales IEC 62109-1 (NMX-J-656/1-ANCE) e IEC 62109-2 (NMX-J-656/2-ANCE) (o alternativamente de la Norma UL 1741 basada en la Norma IEEE 1547), mediante el certificado de conformidad emitido por un organismo de certificación NCB (National Certification Body), miembro de IECEE, CB Scheme, así como el informe de pruebas emitido por un laboratorio (CBTL Certification Body Testing Laboratory) que sea acreditado bajo NMX-EC-17025-IMNC. La verificación del certificado será por medio de la página web www.iecee.org.
- Contar con el certificado correspondiente que garantice el cumplimiento de los requerimientos eléctricos para la función anti-isla de acuerdo a la Norma IEC 62116:2008 Ed 1, o la Norma UL 1741 que permite su conexión a la red, emitido por un organismo nacional o internacional del NCB (National Certification Body), miembro de IECEE, CB Scheme, así como el informe de pruebas emitido por un laboratorio (CBTL Certification Body Testing Laboratory) que sea acreditado bajo NMX-EC-17025-



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD Y FUNCIONAMIENTO DE PROYECTOS E INSTALACIONES DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Clasif: ANCE-ESP-02.
Fecha emisión: 2012-05-16.
Fechas de rev: 2012-08-19.
Página: 12 de 30.
Edición: 2.

- IMNC-2006. La verificación del certificado será por medio de la página web www.iecee.org.
- Tener una eficiencia igual o mayor que 95 % a la potencia nominal del sistema.
 - Tener una placa de identificación que incluya información de la marca, modelo, especificaciones, fabricante o importador responsable.
 - Tener la capacidad para el manejo de energía de acuerdo al diseño del sistema fotovoltaico. La potencia de salida del inversor no debe ser menor a la potencia pico del arreglo FV.
 - El suministrador del equipo debe garantizar que la tensión eléctrica en el punto de máxima potencia de la Fuente de Energía FV, a cualquier temperatura ambiente, se ajusta al intervalo de tensión eléctrica de operación del inversor.
 - Debe contar con un envolvente con índice de protección IP54 si su uso es en interiores, IP65 o superior si es para uso en intemperie.
 - Contar con tablilla de conexión con terminales, enchufes o conectores rápidos con índice de protección IP65 y protección contra descargas eléctricas y conexión a tierra.

En el caso del uso de microinversores, estos deben contar también con las certificaciones correspondientes de las normas antes mencionadas (IEC 62109-1 (NMX-J-656/1-ANCE), IEC 62109-2 (NMX-J-656/2-ANCE) o UL 1741) tanto en el desempeño, durabilidad, grado de protección IP65 y seguridad como las características eléctricas exigidas por CFE respecto de su intervalo de tensión eléctrica, frecuencia, comportamiento anti-isla.

VI.5. DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

VI.5.1: Medios de desconexión

De acuerdo a la NOM 001-SEDE vigente, los circuitos de entrada y salida deben contar con un medio de desconexión, respectivamente. En consecuencia tanto el circuito de salida fotovoltaica como el del inversor deben satisfacer dicho requisito.

Los medios de desconexión deben estar contenidos en una Caja de Desconexión CD con índice de protección IP65 o superior. Alternativamente, pueden instalarse en o dentro del inversor siempre y cuando se pueda garantizar la desconexión eléctrica para realizar trabajos de servicio y mantenimiento.

Los medios de desconexión pueden ser interruptores de cuchilla, interruptor termomagnético, interruptor de palanca y deben de seleccionarse de acuerdo al tipo de corriente a manejar, pudiendo ser monopolares, bipolares o trifásicos según sea la necesidad.

La Capacidad de conducción de los medios de desconexión debe seleccionarse de acuerdo a la Norma NOM 001 SEDE vigente.

Contar con certificación NOM-003-SCFI-vigente.

Si en el circuito de salida fotovoltaica (circuito de entrada al inversor), el conductor negativo debe estar aterrizado, ambos conductores deben tener el medio de

desconexión y la puesta a tierra del conductor negativo debe hacerse entre el medio de desconexión y el inversor ó dentro del inversor.

Si ninguno de los conductores de electricidad del sistema FV del circuito de salida estará aterrizado, ambos conductores deben tener un medio de desconexión (ver diagrama en las figuras No. 3).

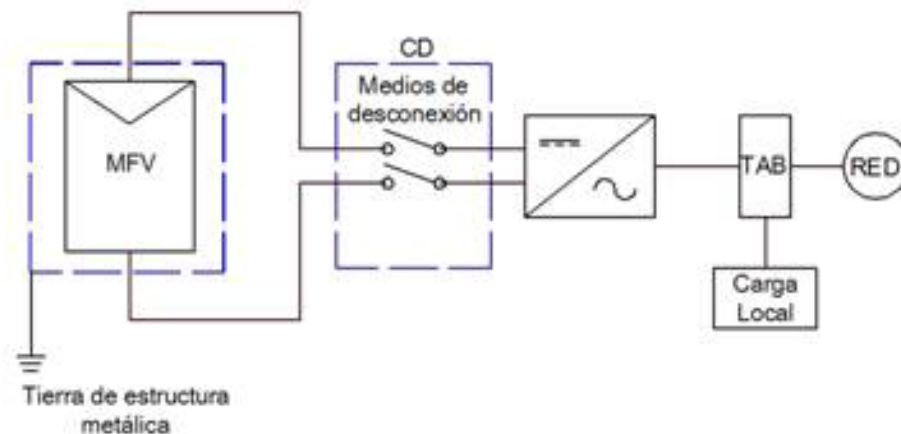


FIGURA 3.- Localización de medios de desconexión en un sistema flotante.

En el caso de microinversores que tienen integrados conectores (por ejemplo del tipo MC4) o equivalente, para la terminal positiva y terminal negativa en el circuito de entrada, se acepta al enchufe como medio de desconexión para el circuito de salida fotovoltaica.

Para el caso de microinversores se aceptan los conectores para aplicaciones fotovoltaicas (por ejemplo MC4 o similar uso intemperie) como medios de desconexión para el circuito de salida fotovoltaica.

Cuando el inversor se encuentre ubicado en el interior del inmueble se debe contar con un sistema de desconexión de emergencia que conste de un contactor o interruptor y un *botón de paro* cuya función es desconectar el generador fotovoltaico del resto del sistema en caso de una emergencia (incendio o temblor). El interruptor o contactor se debe colocar en la Caja de Desconexión, en los conductores de salida del arreglo FV, mientras que el *botón de paro*, debe estar instalado tan cerca como sea posible del Tablero de distribución o de la acometida del suministrador de potencia eléctrica (CFE).

Excepción: No se requiere dicho sistema de desconexión de emergencia cuando la tensión eléctrica a circuito abierto del módulo FV, panel FV o arreglo fotovoltaico sea menor que 40 V, cuando se usen microinversores que se instalan debajo de los módulos, o cuando la distancia de los conductores del circuito de salida de la Fuente de Energía Fotovoltaica a la entrada del inversor sea menor que 2 m.

VI.5.2: Protección contra descargas atmosféricas

- El circuito de salida fotovoltaica debe tener instalado un dispositivo de protección contra descargas atmosféricas.
- La protección contra descargas atmosféricas debe estar ubicada físicamente en la caja que contiene al medio de desconexión del circuito de salida fotovoltaica, es decir, en la Caja de Desconexión.
- El dispositivo de protección contra descargas atmosféricas debe instalarse antes del medio de desconexión principal del circuito de salida fotovoltaico.
- Si ninguno de los conductores de electricidad del sistema FV del circuito de salida está aterrizado, ambos conductores deben tener un dispositivo de protección contra descargas atmosféricas. Si uno de los conductores de electricidad esta puesto a tierra en la terminal de puesta a tierra de la caja de desconexión, el otro conductor debe tener un dispositivo de protección contra descargas atmosféricas. En caso contrario, ambos deben tener el dispositivo de protección contra descargas atmosféricas.
- El dispositivo contra descargas atmosféricas debe seleccionarse de tal forma que actúe a un tensión eléctrica mayor que 1,25 la tensión eléctrica a circuito abierto de la fuente fotovoltaica bajo condiciones de temperatura ambiente local mínima anual, con una capacidad mínima de 5 kA,
- Excepción: No se requiere de dicho dispositivo en el caso de microinversores que ya tengan integrado dicho dispositivo en el circuito de entrada fotovoltaica; pero se requiere en el circuito de salida del inversor (ver Figura No. 4).

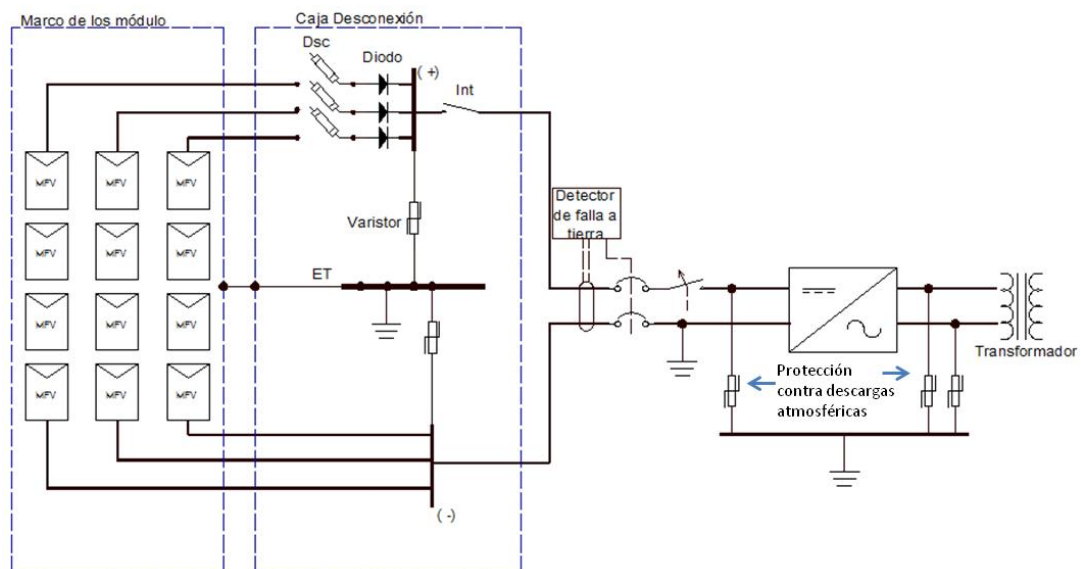


FIGURA 4.- Diagrama eléctrico de un sistema solar fotovoltaico. Se muestra la posición de los sistemas de protección contra descargas atmosféricas (varistores).

Vi.5.3: Protección contra fallas a tierra

- Todo Sistema Solar fotovoltaico debe contar con un Sistema de Protección de Fallas a Tierra (SDFT) de acuerdo al Art. 690-5 de la Norma NOM 001-SEDE.
- El SDFT debe constar de un sensor de corriente, un sistema de detección con indicador del tipo de falla y un contactor o interruptor automático.
- El sensor de corriente debe instalarse entre la salida del arreglo FV y el punto de conexión a tierra para un arreglo FV aterrizado mientras que el contactor o interruptor debe instalarse entre el arreglo FV y el inversor (Figura No. 5 y 6).
- Para un GFV flotante se puede instalar un dispositivo “monitor de aislamiento” permanente que verifique la resistencia a tierra de ambos polos con una frecuencia predeterminada o instalar un dispositivo de corriente residual a la salida del subsistema de acondicionamiento de potencia según se especifica en CFE G0100-04 (Figura 5). Excepción: se puede omitir el dispositivo de detección de falla a tierras si todos los componentes del GFV cuentan con doble aislamiento (clase II) y si se ha realizado un buen cableado de acuerdo a lo especificado en la NOM-001-SEDE-vigente y por CFE.

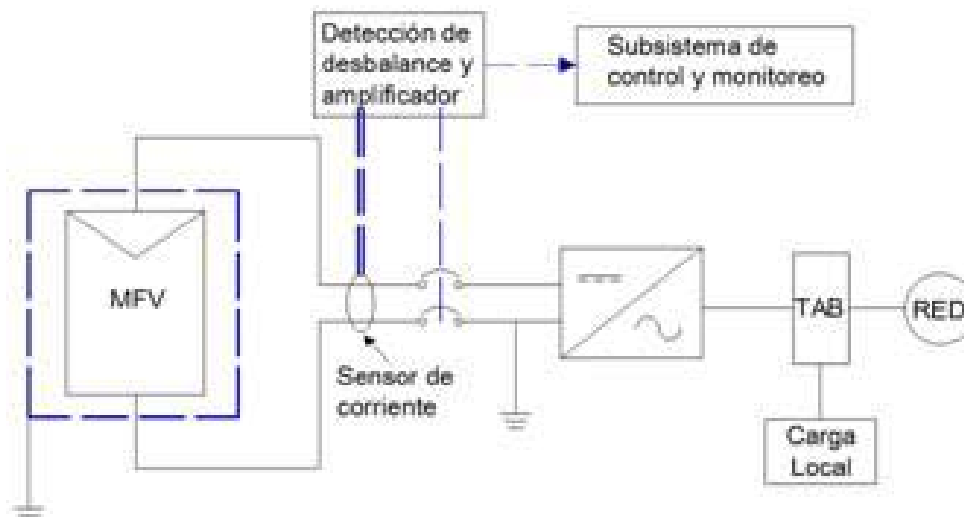


FIGURA 5.- Dispositivo para detectar fallas a tierra en un MFV aterrizado.

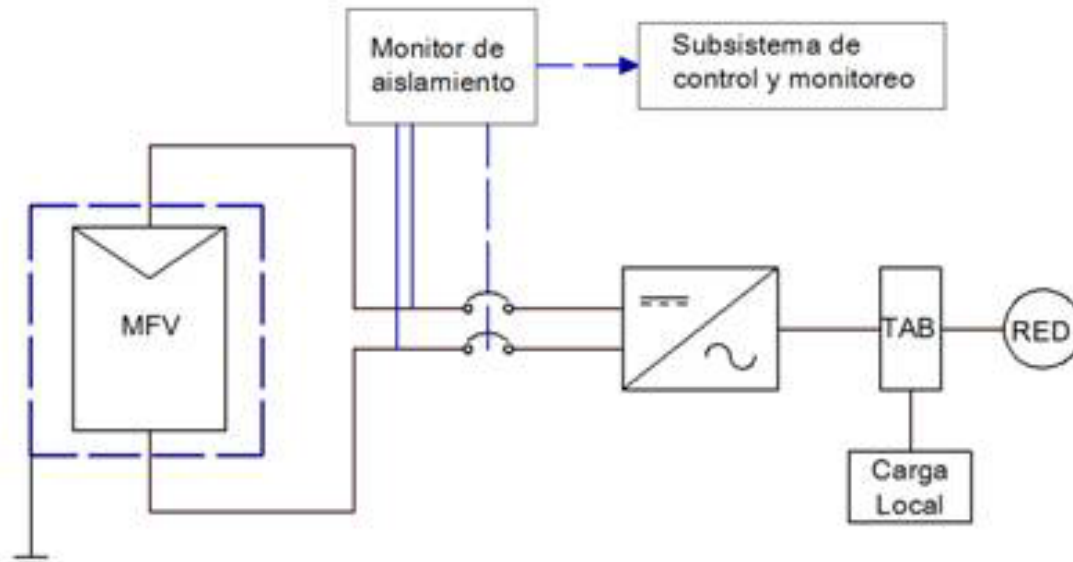


FIGURA 6.- Dispositivo para detectar fallas a tierra en un MFV flotante.

Excepción: En el caso de microinversores instalados debajo de los módulos fotovoltaicos o que la distancia del circuito de salida fotovoltaica al inversor sea menor que 2,0 m no se requiere del SDFT.

VI.5.4: Protección contra corrientes de retorno

- En sistemas que incluyan más de dos módulos o panel o rama o arreglo FV en paralelo, se debe de instalar un dispositivo protector contra corrientes de retorno que pueden provenir de módulos sombreados, cortos circuitos o fallas a tierra en un panel.
- El dispositivo protector contra corrientes de retorno puede ser un diodo de silicio que bloquee las corrientes de retorno, por lo que se le conoce como Diodo de Bloqueo; puede ser un fusible o un interruptor termomagnético bidireccional.
- El dispositivo protector contra corrientes de retorno debe instalarse en el circuito de salida de cada módulo o panel fotovoltaico conectado en paralelo.
- En sistemas FV con un conductor de corriente aterrizado, el otro conductor debe tener la protección contra corrientes de retorno.
- En sistemas FV flotantes, ambos conductores de corriente deben tener la protección contra corrientes de retorno.
- La capacidad de conducción del dispositivo contra corrientes de retorno debe seleccionarse al 80 % de la capacidad de conducción del cable de salida del módulo, panel o arreglo FV; es decir, 1.25 veces la corriente de corto circuito del módulo, panel o arreglo fotovoltaico a una tensión de 1.25 veces la tensión eléctrica a circuito abierto del arreglo FV.

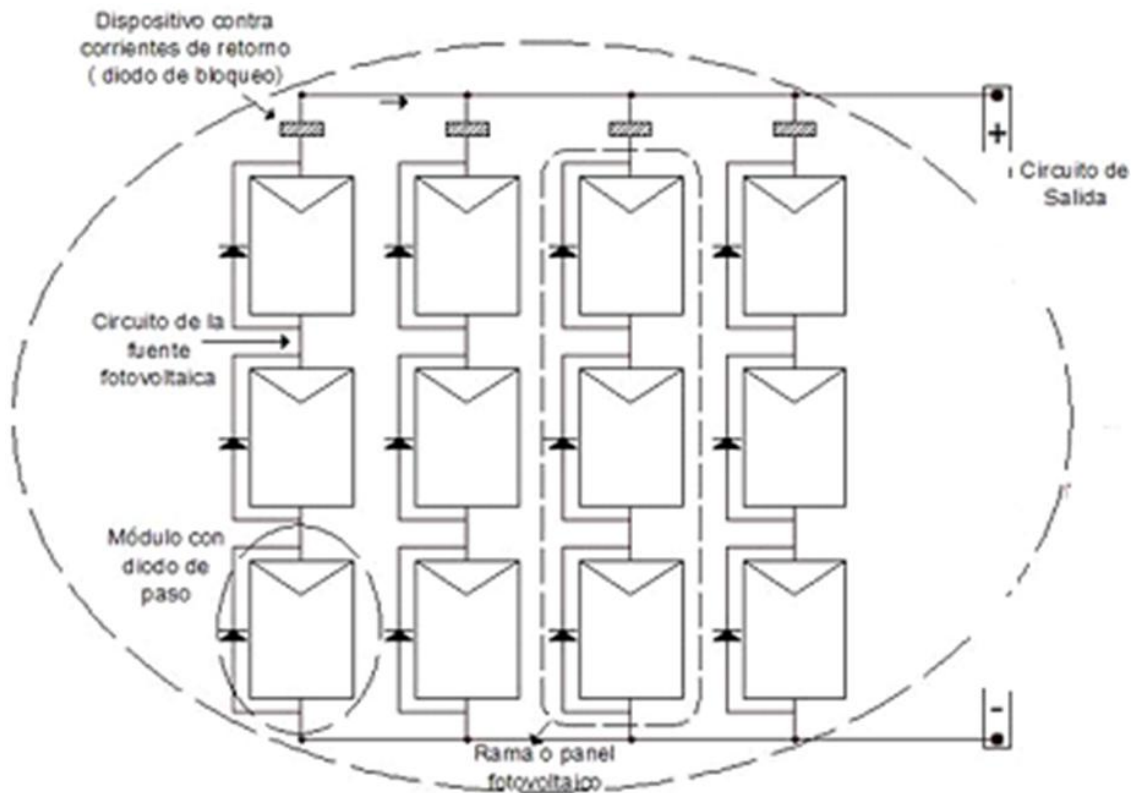


FIGURA 7.- Posición del dispositivo contra corrientes de retorno.

VI.6. SISTEMA DE TIERRA

- El Sistema Solar fotovoltaico debe contar con un Sistema de Tierra con una resistencia no mayor a 25Ω según se especifica en el Art. 250-84 de la NOM 001-SEDE 2005.
- El instalador tiene la responsabilidad de entregar un sistema de tierra con la resistencia solicitada la cual debe ser verificada con un instrumento de medida para resistencia del sistema de tierra física (telurómetro).
- El sistema de tierra debe componerse de uno o varios electrodos de puesta a tierra y conductores de puesta a tierra.
- Toda fuente de energía fotovoltaica de más de 50 V de dos conductores (positivo y negativo), debe tener un conductor sólidamente puesto a tierra; o en sistemas de tres conductores (positivo, negativo y neutro), el neutro debe estar puesto a tierra sólidamente, según lo indica en Art. 690-41 de la NOM 001-SEDE.



**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD
Y FUNCIONAMIENTO DE PROYECTOS E
INSTALACIONES DE SISTEMAS
FOTOVOLTAICOS**

Clasif: ANCE-ESP-02.
Fecha emisión: 2012-05-16.
Fechas de rev: 2012-08-19.
Página: 18 de 30.
Edición: 2.

VI.6.1: Electrodo de puesta a tierra. (Sistema de puesta a tierra)

El electrodo sistema de puesta a tierra, según se establece en el Art. 250-81 de la NOM 001-SEDE-vigente, puede ser uno o alguna combinación de los que se indican a continuación. En ningún caso se permite que el valor de resistencia a tierra del sistema de electrodos de puesta a tierra sea superior que 25 Ω .

- a) Una varilla de acero cobrizada del tipo Copper Weld de 15 mm de diámetro (5/8") y 3 m de longitud enterrada de manera vertical por lo menos 2,4 m, si no se puede enterrar por ser el terreno material rocoso, se debe clavar a un ángulo oblicuo que no forme más de 45° con la vertical; o bien, enterrarla en una zanja que tenga como mínimo 80 cm de profundidad, según se establece en el Art. 250-83-3 de la NOM 001-SEDE vigente.
- b) Estructura metálica de un edificio si éste está puesto a tierra eficazmente.
- c) Electrodo empotrado en concreto como se especifica en el Art. 250-83-3 de la NOM 001-SEDE Vigente.
- d) Cualquier elemento metálico enterrado, varilla, tubería, placa, o combinación de ellas, que no sea de aluminio, cuya resistencia a tierra no sea mayor a 25 Ω según se especifica en el Art. 250-84 de la NOM 001-SEDE.

VI.6.2: Conductores de puesta a tierra.

- Los materiales de los conductores de puesta a tierra pueden ser de cobre o de cualquier material resistente a la corrosión.
- El conductor puede ser: alambre o cable, aislado, forrado o desnudo; y debe ser de un solo tramo continuo, sin empalmes ni uniones.
- Si el conductor de puesta a tierra esta forrado, el color del forro de aislamiento debe ser verde, o verde con franjas amarillas.
- En circuitos de corriente directa, el calibre del conductor de puesta a tierra no debe ser inferior al calibre del conductor que tiene la mayor capacidad de conducción (cable más grueso) según se establece en el Art. 250-93 de la NOM 001 SEDE vigente. En ningún caso menor que 8.37 mm² de sección transversal (calibre 8 AWG) para conductores de cobre. Para el caso de los equipos, el tamaño nominal de los conductores de puesta a tierra de equipo, de cobre o aluminio, no debe ser inferior a lo especificado en la siguiente Tabla (Tabla 250-95 de la NOM 001 SEDE vigente):



**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD
Y FUNCIONAMIENTO DE PROYECTOS E
INSTALACIONES DE SISTEMAS
FOTOVOLTAICOS**

Clasif: ANCE-ESP-02.
Fecha emisión: 2012-05-16.
Fechas de rev: 2012-08-19.
Página: 19 de 30.
Edición: 2.

Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc. Sin ser mayor que:	Calibre Nominal mm ² (AWG)
15 A	2.08 (14)
20 A	3.31 (12)
30 A a 60 A	5.26 (10)
40 A	5.26 (10)
100 A	8.37 (8)
200 A	13.3 (6)

NOTA: Para utilizar esta tabla es necesario calcular las corrientes de los circuitos de acuerdo a 6.14.

Para circuitos en corriente alterna, el calibre nominal del conductor del electrodo de puesta a tierra de una instalación puesta o no puesta a tierra, no debe ser menor que lo especificado en la tabla siguiente (Tabla 250-94 de la NOM).

Calibre nominal del mayor conductor de entrada a la acometida o circuito equivalente de conductores en paralelo mm ² (AWG). Conductor de cobre.	Calibre Nominal del conductor al electrodo de puesta a tierra mm ² (AWG)
33.6 (2 o menor)	8.37 (8)
42.4 o 53.5 (1 ó 1/0)	13.3 (6)
67.4 o 85.0 (2/0 ó 3/0)	21.2 (4)
Más de 85 a 177 (3/0 a 350 kcmil)	33.6 (2)
Más de 177 a 304.0 (350 a 600)	53.5 (1/0)



**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD
Y FUNCIONAMIENTO DE PROYECTOS E
INSTALACIONES DE SISTEMAS
FOTOVOLTAICOS**

Clasif: ANCE-ESP-02.
Fecha emisión: 2012-05-16.
Fechas de rev: 2012-08-19.
Página: 20 de 30.
Edición: 2.

VII. INSTALACIÓN

VII.1 Los accesorios utilizados para la instalación mecánica deben cumplir con lo siguiente:

- Tornillos, tuercas, arandelas, rondanas y otros accesorios de fijación como las abrazaderas deben ser metálicos, de un material que no se oxide en el ambiente del sitio de instalación, de preferencia tropicalizados (recubrimiento con zinc y cromo) ó de acero inoxidable. En ambiente salino, deben ser de acero inoxidable.

VII.2 Los accesorios utilizados para la instalación eléctrica deben cumplir con lo siguiente:

El cuerpo, caja o material aislante de los artefactos eléctricos como el de los interruptores o desconectores, dispositivos de seguridad, porta fusibles, terminales de conexión, barra de conexión, accesorios metálicos, etc., que se usen para facilitar el cableado y/o conexiones eléctricas, debe ser de un material con aislamiento certificado para una tensión nominal de 600 V o superior.

- Todos los accesorios como conectores, terminales, etc., deben satisfacer el aislamiento a la temperatura de operación considerada, tolerancia a la corriente de falla en el método de cableado empleado y ser resistentes a los efectos del ambiente en el cual se usen según lo marca la NOM-001-SEDE vigente (art.690-32).
- Las cajas de conexión que se usen para contener empalmes de cables deben estar certificadas para sus usos requeridos (interiores o exteriores, según el caso). Si son para exteriores, las cajas deben tener índice de protección IP65 o superior.
- Las zapatas terminales o terminales de ojillo o espada que se usen para la conexión de cables en terminales deben ser de cobre estañado y estar certificadas para la capacidad de conducción de corriente del circuito al que pertenezcan.
- Las barras o bus de paralelismo lo mismo que la barra o bus de tierra deben ser de cobre estañado y se deben de proveer con agujeros y tornillos de opresión adecuados al calibre del cable que recibirán.

VII.3 Instalación del cableado.

Cableado entre módulos

- Para módulos que no incluyen cables de conexión el instalador debe proveer el cable requerido según la Sección VI.3.
 - a) Si la terminal de conexión no es del tipo con conectores de opresión por tornillo, la conexión eléctrica del cableado tanto en la configuración serie entre módulos ó para el cableado de salida, debe hacerse con terminales tipo ojillo. La unión entre la terminal y el conductor debe hacerse con la herramienta adecuada para tal efecto, unión por opresión, no aplastada.



**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD
Y FUNCIONAMIENTO DE PROYECTOS E
INSTALACIONES DE SISTEMAS
FOTOVOLTAICOS**

Clasif: ANCE-ESP-02.
Fecha emisión: 2012-05-16.
Fechas de rev: 2012-08-19.
Página: 21 de 30.
Edición: 2.

b) En caso de que la terminal del módulo tenga conectores de presión con tornillo, la conexión del cable en dicha terminal debe hacerse al momento torsional (torque) que se recomienda por el fabricante del módulo o según valores recomendados en la tabla siguiente provista por la norma NMX-J-508-ANCE-2010.

Diámetro nominal del tornillo (mm)	Momento torsional mínimo (Nm)	Momento torsional máximo (Nm)
Hasta 2,8	0,20	0,40
Mayor que 2,8 hasta 3,0	0,25	0,50
Mayor que 3,0 hasta 3,2	0,30	0,60
Mayor que 3,2 hasta 3,6	0,40	0,80
Mayor que 3,6 hasta 4,1	0,70	1,2
Mayor que 4,1 hasta 4,7	0,80	1,8
Mayor que 4,7 hasta 5,3	0,90	2,0
Mayores que 5,3	1,10	2,5 ⁽¹⁾
⁽¹⁾ Para diámetros del tornillo mayores que 5,3 mm puede aplicarse el momento torsional máximo que indique en el producto, instructivo o empaque.		

Para realizar las conexiones anteriores la punta del cable debe pelarse (eliminación de una porción del aislante que lo protege) una distancia igual a la distancia de penetración del cable tanto en la terminal de ojillo como en la terminal de opresión, según sea el caso.

- Para módulos que incluyan cables de conexión con conectores especiales (el más común es el MC 4) para su interconexión provistos por el fabricante, la conexión en serie entre ellos se hará conectando el “macho” de un módulo con la “hembra” del siguiente, y así sucesivamente hasta terminar la configuración, garantizando siempre que dichas conexiones se realicen tanto eléctrica como mecánicamente seguras. La conexión en paralelo de GFV's que tienen integrado cables con conectores debe hacerse en un bus metálico de paralelismo usando los tornillos de opresión para tal caso.
- El cableado entre módulos debe sujetarse a la estructura metálica usando cinchos de amarre especiales para intemperie.
- Los conductores de salida del módulo, panel o arreglo fotovoltaico, positivo y negativo, deben estar marcados e identificados, y satisfacer el requerimiento de la sección VI.3. Estos, deben llegar a una caja de conexión desde donde se conecte hasta el TAB.
- Si los cables de salida del módulo, panel o arreglo fotovoltaico no son para intemperie, estos deben seleccionarse de acuerdo a la Sección VI. 3 y canalizarse en una tubería de aluminio con recubrimiento de PVC para intemperie (del tipo Liquid Tight para intemperie) con un diámetro adecuado al número de cables que contendrá.
- Las canalizaciones deben sujetarse a la estructura con abrazaderas metálicas del tipo “tornillo sin fin” especiales para intemperie.
- En ningún caso se aceptan empalmes de cables ni en el circuito de salida fotovoltaica o salida del inversor. Los cables que se utilizan deben tener la longitud necesaria para llevar



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD Y FUNCIONAMIENTO DE PROYECTOS E INSTALACIONES DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Clasif: ANCE-ESP-02.
Fecha emisión: 2012-05-16.
Fechas de rev: 2012-08-19.
Página: 22 de 30.
Edición: 2.

- a cabo la conexión y no realizar empalmes dentro de canalizaciones cerradas, por lo que todos los cables deben ser continuos y sin empalmes intermedios.
- En todos los puntos de conexión se dispondrá de un excedente de cable para evitar tensiones mecánicas. El tamaño del excedente no debe ser mayor a 15 cm.
 - El proveedor deberá proporcionar una terminal con conector opresor en cada módulo para el cable de puesta a tierra.
 - El cable de puesta a tierra para los módulos deberá ser continuo hasta el punto general de conexión a tierra del sistema y este punto debe ser lo más cercano posible al arreglo fotovoltaico.
 - No se acepta conexión en “*margarita*” en la caja de conexión de los módulos para la conexión en paralelo de módulos, paneles o arreglos fotovoltaicos.
 - Las conexiones en paralelo de módulos, paneles o arreglos fotovoltaicos debe hacerse en una barra metálica de paralelismo ó “bus” que este contenido en una caja de conexión. La capacidad de conducción del “bus” de paralelismo debe seleccionarse con una magnitud de 1.56 veces la suma de las corrientes de corto circuito de cada módulo, panel o arreglo fotovoltaico que se tengan que conectar en paralelo en el bus.
 - Las barras o bus de conexión deben estar soportados en una base aislante y certificados para los tensión eléctricas que se manejen en el circuito.

Colores de aislamiento en los cables

- Los colores de aislamiento en los conductores, tanto para sección en corriente alterna como en corriente directa deben satisfacer lo requerido por la Norma NOM-001-SEDE-vigente:
 - a) Corriente directa: negro o rojo para el positivo; blanco para el negativo.
 - b) Corriente alterna: para la fase, cualquier color excepto blanco, gris claro, o verde; para el neutro, blanco o gris claro.
 - c) Para el conductor de puesta a tierra: se permite el uso de conductores sin aislamiento, o con aislamiento color verde o verde con franja amarilla.
- Se debe respetar código de colores para los cables a usar entre MFV, controlador, inversor, caja de desconexión y puesta a tierra.
- En el caso de conexión de módulos en serie, el cable entre módulos FV puede ser del mismo color que no sea rojo, verde o blanco.

VII.4 Cajas de conexión o desconexión

- Las cajas de conexiones deben instalarse de forma segura y en sitios accesibles.
- Las cajas de conexión y envoltentes utilizados deben estar certificados para su uso específico por la NOM-003-SCFI vigente. Todas las cajas de conexión deben sellarse de manera que se evite la entrada de humedad, agua, polvo, insectos o agentes extraños.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD Y FUNCIONAMIENTO DE PROYECTOS E INSTALACIONES DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Clasif: ANCE-ESP-02.
Fecha emisión: 2012-05-16.
Fechas de rev: 2012-08-19.
Página: 23 de 30.
Edición: 2.

- Las entradas de cables o tubería conduit a las cajas de conexión deben quedar selladas usando los conectores apropiados para ellos.
- Exceptuando por la barra o bus para tierra física, todos los artefactos que estén contenidos en la caja de desconexión deben estar montados sobre una base aislante certificada para 600 V.
- En la caja de desconexión se debe instalar: el interruptor que aísla el arreglo fotovoltaico del acondicionador de energía (Controlador y/o Acondicionador de energía), las barras o bus de paralelismo positiva y negativa, el dispositivo protector contra corrientes de retorno, el dispositivo supresor contra descargas atmosféricas y la barra metálica o bus para un punto de puesta a tierra local o general, según sea el caso.
- Los cables de entrada y salida en la caja de desconexión deben llegar o salir en canalizaciones según se indica en la Sección VI.3 usando conectores apropiados para dicha tubería que impidan la entrada de polvo, agua y animales.

VII.5 PUESTA A TIERRA

VII.5.1 Partes Metálicas

Todas las partes metálicas del sistema fotovoltaico como son el marco de cada MFV, la estructura, las envolventes de los equipos (controlador y/o inversor), cajas de conexión o de paso, deben colocarse a tierra mediante un conductor de puesta a tierra sin importar la tensión eléctrica.

- El marco metálico de cada uno de los módulos del arreglo fotovoltaico debe conectarse a tierra con un conductor continuo, es decir, sin empalmes.
- El conductor de puesta a tierra para los marcos de módulos debe ser conectado en cada uno de ellos con una zapata terminal tipo compresión de cobre estañado ó aluminio estañado. Dicha zapata debe sujetarse al marco metálico con un tornillo de acero inoxidable tipo pija o tornillo con tuerca mecánico con arandela de presión y de "estrella", todo el conjunto en acero inoxidable.
- La unión mecánica entre el marco del módulo y la zapata terminal, así como la conexión del conductor de puesta a tierra y la zapata terminal deben protegerse con un líquido retardador de corrosión galvánica.
- El cable de puesta a tierra del marco de módulos debe llegar y conectarse en la barra o bus de tierra local o general, según sea el caso.
- Las partes metálicas que compongan a la estructura de soporte deben tener un conductor de puesta a tierra.
- El conductor de puesta a tierra de las partes metálicas para la estructura debe atornillarse a ésta usando una zapata terminal idéntica a la que se use en los marcos de los módulos, usando la misma técnica y protección anticorrosiva recomendada.
- Los conductores de puesta a tierra para el marco de los módulos y de la estructura deben llegar a la caja de desconexión en donde se encuentre la barra o bus de tierra local o general, según sea el caso.



**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD
Y FUNCIONAMIENTO DE PROYECTOS E
INSTALACIONES DE SISTEMAS
FOTOVOLTAICOS**

Clasif: ANCE-ESP-02.
Fecha emisión: 2012-05-16.
Fechas de rev: 2012-08-19.
Página: 24 de 30.
Edición: 2.

- La conexión del cable de puesta a tierra en la barra o bus de tierra local o general debe hacerse mediante el tornillo de opresión del bus o usando una zapata terminal, en donde el cable este debidamente aprisionado con el par de apriete recomendado en la tabla provista en la Sección VII.3

VII.5.2 Conductores de corriente

- Si el circuito de salida fotovoltaico tiene un conductor de corriente puesto a tierra, la conexión de puesta a tierra debe hacerse en un solo punto que corresponda a la barra o bus de tierra local o general, según sea el caso. De ahí parte el conductor de puesta a tierra general hacia el electrodo de puesta a tierra
- Por conveniencia en la instalación, el “bus” general de puesta a tierra debe estar contenido en la misma caja que contiene a los medios de desconexión del circuito fotovoltaico.

VII.5.3 Conexión en el electrodo de puesta a tierra.

La unión entre el electrodo de puesta a tierra y el conductor principal de puesta a tierra será soldada con soldadura tipo exotérmica o de alta temperatura.

VII.5.3 Dispositivo de protección contra descargas atmosféricas.

- Si la distancia entre la caja de desconexión y el inversor es mayor a 10 metros se debe colocar un dispositivo de protección contra descargas atmosféricas a la entrada del inversor. En caso de que el inversor tenga integrado el dispositivo ya no es necesario.
- Si la distancia entre la salida del inversor y el tablero de cargas es mayor que 10 m se debe colocar un dispositivo de protección contra descargas atmosféricas a la entrada del tablero de distribución.
- Los conductores empleados para la conexión de los dispositivos contra descargas atmosféricas a las líneas y a tierra no debe ser más largos de lo necesario y deben evitarse dobles innecesarios.
- La conexión de la protección contra descargas atmosféricas se debe realizar de acuerdo a la NOM-001-SEDE vigente.

VII.5 El arreglo de Módulos Fotovoltaicos, debe de cumplir con:

- Se debe evitar obstáculos que proyecten sombra sobre los GFV's a lo largo del día y del año, en caso necesario se ajustara la altura.



**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD
Y FUNCIONAMIENTO DE PROYECTOS E
INSTALACIONES DE SISTEMAS
FOTOVOLTAICOS**

Clasif: ANCE-ESP-02.
Fecha emisión: 2012-05-16.
Fechas de rev: 2012-08-19.
Página: 25 de 30.
Edición: 2.

- El arreglo debe estar orientado hacia el sur verdadero con el ángulo de inclinación calculado para el mes crítico considerando la latitud – 19 ° para México.
- Cuando no se indique el mes crítico la inclinación del arreglo fotovoltaico respecto a la horizontal será igual a la latitud del lugar $\pm 5^\circ$
- Las cajas de conexión de los MFV deben quedar accesibles, sin obstrucción por la estructura.
- Los MFV deben sujetarse cada uno al menos con 4 tornillos y cada tornillo con rondanas planas y de presión resistentes a la corrosión. En el caso de módulos individuales se debe de garantizar en su instalación una separación de al menos 7 mm entre ellos (que es el espesor de un tornillo de $\frac{1}{4}''\Phi$).
- Los cables conductores o ductos de conducción deben quedar protegidos de la luz directa y ajustados firmemente a la estructura mediante cinchos de amarre (cinchos o corbatas de plástico de color negro) o abrazaderas tipo sin fin de acero inoxidable.
- El controlador y/o Acondicionador de energía no deberá quedar expuesto al sol, y, en caso de microinversores, estar situado en la parte más alta posterior del arreglo fotovoltaico. Asimismo, debe estar sujeto a la estructura mediante elementos metálicos inoxidables.

VII.6 Los sistemas de seguridad deben cumplir con:

- La caja de desconexión debe quedar situada en un lugar accesible al usuario
- La caja de desconexión debe ser de un tamaño tal que los componentes que se instalen como son interruptores, bus de conexión, etc. se distribuyan adecuadamente.
- Se sugiere que el Punto General de Conexión de Puesta a Tierra debe localizarse en la caja de desconexión que contiene al circuito de salida de la fuente de Energía Fotovoltaica.
- Utilizar componentes aprobados para la utilización en SFV.

VII.7 El waththorimetro del GFV, debe cumplir con lo siguiente:

- Indicar marca, modelo, especificaciones, fabricante o importador responsable
- Tener la capacidad para el manejo de energía de acuerdo al diseño del sistema fotovoltaico
- Debe ser compatible con la corriente y tensión eléctrica del arreglo fotovoltaico.
- Contar con un gabinete grado IP65 o superior, contar con tablilla de conexión y protección contra descargas eléctricas y conexión a tierra.
- Contar con un 0,2% mínimo de exactitud
- Contar con certificación NOM, NMX o norma internacional*
- Hacer referencia al M1 y solamente para inversores que no integren un waththorimetro.

*Sólo si la certificación del producto puede ser verificada con el organismo de certificación que emite el certificado.



**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD
Y FUNCIONAMIENTO DE PROYECTOS E
INSTALACIONES DE SISTEMAS
FOTOVOLTAICOS**

Clasif: ANCE-ESP-02.
Fecha emisión: 2012-05-16.
Fechas de rev: 2012-08-19.
Página: 26 de 30.
Edición: 2.

VII.8 El Dimensionamiento y capacidad de conducción de corriente eléctrica de los circuitos, debe de ser de acuerdo a lo siguiente:

- La capacidad de conducción de corriente eléctrica de los conductores y la especificación o ajuste de los dispositivos de protección contra sobrecorriente en un circuito de un sistema solar fotovoltaico no deben ser menores que 125 % de la corriente eléctrica calculada de acuerdo a lo siguiente:
- **Excepción:** Los circuitos que contengan un ensamble cuyo conjunto de dispositivos de protección contra sobrecorriente están especificados para operación continua a 100 % de su capacidad.
- **NOTA:** Se permite usar el dispositivo de protección contra sobrecorriente del valor nominal inmediato superior a la capacidad de conducción de corriente de los conductores que proteja
- **Cálculo de la corriente eléctrica de los circuitos.** La corriente eléctrica para cada circuito individual debe calcularse como sigue:
 - o **Circuitos de la fuente fotovoltaica.** La suma de la corriente eléctrica especificada de corto circuito de los módulos en paralelo multiplicado por 1.56 de acuerdo a la Norma NOM 001-SEDE vigente.
 - o **Circuito de salida fotovoltaica.** La corriente eléctrica especificada de corto circuito de la fuente de energía fotovoltaica multiplicada por 1.56 de acuerdo a la Norma NOM 001-SEDE vigente.
 - o **Circuito de salida del inversor.** La corriente eléctrica de salida especificada del inversor o de la unidad de acondicionamiento de potencia.
 - o **Circuito de entrada de un inversor autónomo.** La corriente eléctrica especificada de entrada del inversor autónomo cuando el inversor está produciendo su potencia especificada a la menor tensión eléctrica de entrada.
- **Sistemas con tensiones eléctricas múltiples de corriente directa** En una fuente fotovoltaica que tiene múltiples tensiones eléctricas de salida y que emplea un conductor común de retorno, la capacidad de conducción de corriente del conductor de retorno no debe ser menor que la suma de las capacidades de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos individuales de salida.

VIII. PRUEBAS DE SEGURIDAD Y DESEMPEÑO.

Todos los sistemas fotovoltaicos deben cumplir satisfactoriamente con las pruebas de desempeño establecidas en el presente documento, las cuales son las siguientes:

- Medición de la característica corriente tensión de dispositivos fotovoltaicos de acuerdo a la NMX-J-643/1-ANCE-2011 (Aplica únicamente al Módulo Fotovoltaico). Obtenida por el laboratorio de ANCE y/o laboratorio nacional evaluado y aprobado por ANCE. En caso de no haber infraestructura en el país se acepta la curva otorgada por el



**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD
Y FUNCIONAMIENTO DE PROYECTOS E
INSTALACIONES DE SISTEMAS
FOTOVOLTAICOS**

Clasif: ANCE-ESP-02.
Fecha emisión: 2012-05-16.
Fechas de rev: 2012-08-19.
Página: 27 de 30.
Edición: 2.

fabricante, sin embargo, al contar con la infraestructura (laboratorio) se dará un plazo de 180 días para obtener el dictamen de cumplimiento correspondiente. Lo anterior se llevará a cabo de acuerdo al numeral XII del presente documento

- Prueba de rendimiento de energía (caracterización del sistema) de los módulos fotovoltaicos y de eficiencia de la conversión Corriente Directa / Corriente Alterna realizado por un laboratorio nacional evaluado y aprobado por el organismo de certificación
- Prueba de aceptación técnica y de funcionamiento realizada por un laboratorio nacional evaluado y aprobado por el organismo de certificación

IX. PERSONAL

Todo el personal involucrado con el dimensionamiento e instalación de los Sistemas Fotovoltaicos debe contar con la capacitación necesaria para llevar a cabo sus actividades correctamente, por lo que deben presentar evidencia aprobatoria de cursos de capacitación con un mínimo de 40 h. Asimismo, cuando se cuente con el estándar de competencia laboral en la instalación de sistemas fotovoltaicos el personal responsable de llevar a cabo la instalación de los sistemas Fotovoltaicos debe contar con el Certificado de competencia laboral emitido por CONOCER.

X. DOCUMENTOS TÉCNICOS A ENTREGAR, INSTRUCCIONES Y GARANTIAS.

El vendedor o proveedor está obligado a presentar al usuario final lo siguiente:

- a) Relación de partes y componentes del sistema fotovoltaico.
- b) Dimensionamiento del sistema, memoria de cálculo incluyendo curvas de eficiencia de operación del sistema
- c) Manual de operación del sistema y de recomendaciones de uso, incluyendo protocolo de inspección y mantenimiento, información técnica relevante del equipo y relación de posibles causas de falla
- d) Diagrama eléctrico simplificado de la instalación. Un ejemplo se muestra en la Figura No. 8.
- e) Resultados de la prueba de aceptación
- f) Capacitación al usuario final, dando una explicación clara sobre el funcionamiento, operación y mantenimiento preventivo del sistema, indicando las partes y componentes del mismo, así como las posibles falla y corrección inmediata.

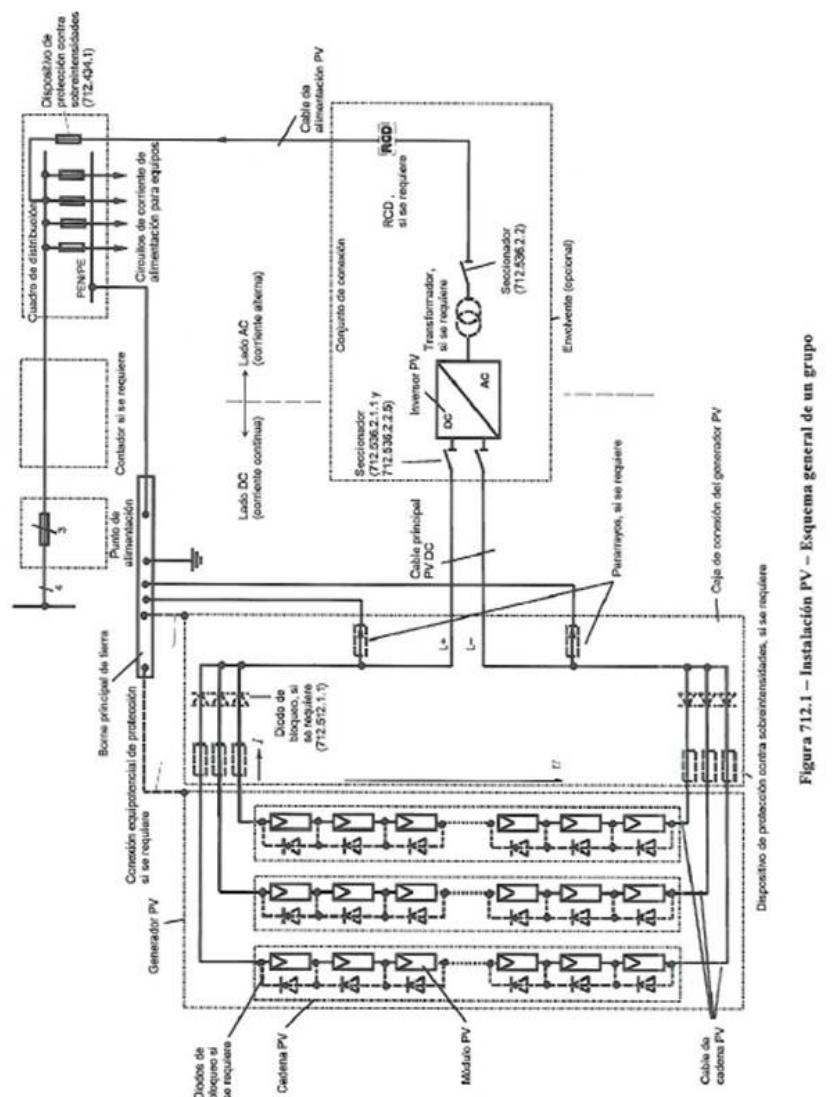


Figura 712.1 – Instalación PV – Esquema general de un grupo

FIGURA 8.- Diagrama eléctrico de un Sistema Solar Fotovoltaico interactivo.

- g) Garantía por escrito al usuario final de los componentes del sistema, de acuerdo a la NOM 024-SCFI y a lo siguiente:

Panel fotovoltaico: 10 años con al menos 90 % de la potencia máxima de salida y 20 años con al menos 80 % de la potencia máxima de salida.

Inversor, controlador y/o acondicionador de energía (garantía): 5 años.

Estructura para módulos fotovoltaicos (vida útil): de 20 años

Instalación eléctrica (vida útil): 20 años



**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD
Y FUNCIONAMIENTO DE PROYECTOS E
INSTALACIONES DE SISTEMAS
FOTOVOLTAICOS**

Clasif: ANCE-ESP-02.
Fecha emisión: 2012-05-16.
Fechas de rev: 2012-08-19.
Página: 29 de 30.
Edición: 2.

XI. EMISIÓN DE DICTAMENES.

La información ingresada a ANCE será analizada para verificar que esté a acuerdo a lo que se indica en la presente especificación, en caso de no cumplir con lo solicitado (información técnica y legal) se emitirá un comunicado al solicitante del servicio en el que se le indica las desviaciones encontradas. Por otra parte, de estar la información completa y concisa se emitirá un aviso de visita en campo para llevar a cabo una inspección en las instalaciones del solicitante con la finalidad de cuenta con la infraestructura indicada para dar servicio y garantía de los sistemas fotovoltaicos. Una vez que se lleve a cabo el análisis documental, de pruebas y de visita en sitio se podrá emitir el documento correspondiente. Dictamen de Cumplimiento, si se cumple satisfactoriamente con todo lo solicitado en el presente documento ó Dictamen Negativo en caso de que no se cumpla con alguno o algunos de los requisitos solicitado en el presente documento. Asimismo, de tener sistemas previamente instalados, estos serán verificados para ver el grado de cumplimiento con las especificaciones solicitadas y poder emitir el dictamen correspondiente.

El Dictamen de Cumplimiento tiene una vigencia de 1 año, sin embargo el dictamen de cumplimiento podrá cancelarse por cualquiera de las siguientes causas:

- I.** Cuando el titular no proporcione en forma oportuna y completa a la ANCE la información o las muestras para el seguimiento, que le sean requeridas respecto a su dictamen;
- II.** Cuando los productos cubiertos dejen de cumplir con alguno de los requisitos de la presente especificación;
- III.** Cuando el titular impida u obstaculice las funciones de seguimiento, verificación o vigilancia;
- IV.** Cuando se dejen de cumplir las condiciones y requisitos bajo los cuales se otorgó el dictamen;
- V.** Cuando lo solicite su titular;
- VI.** Cuando su titular haya proporcionado información falsa; o

La cancelación conllevará la prohibición de que sus sistemas fotovoltaicos se ostenten como sistemas dictaminados así como la prohibición de utilizar cualquier tipo de información que sugiera que los sistemas en cuestión están dictaminados.



**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD
Y FUNCIONAMIENTO DE PROYECTOS E
INSTALACIONES DE SISTEMAS
FOTOVOLTAICOS**

Clasif: ANCE-ESP-02.
Fecha emisión: 2012-05-16.
Fechas de rev: 2012-08-19.
Página: 30 de 30.
Edición: 2.

XII. VIGILANCIA

La vigilancia del cumplimiento con las especificaciones, está a cargo de ANCE quien emite el Dictamen de cumplimiento, por lo cual el solicitante está obligado a recibir al menos una visita de verificación durante la vigencia de su dictamen, para lo cual debe de dar todas las facilidades para llevar a cabo la visita, la cual se programa de manera aleatoria en cualquier instalación hecha por el solicitante, por lo que se debe enviar al organismo un listado con numero de sistemas instalados, fecha, dirección completa, cuando le sea requerido por ANCE. De demostrar el cumplimiento, el dictamen podrá ser renovado con un año más de vigencia, caso contrario, el dictamen será cancelado, de acuerdo al numeral XI del presente documento.

XIII. REVISIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES

La presente especificación es susceptible de tener revisiones de acuerdo a los requerimientos tecnológicos, entrada en vigor de normas, actualización de referencias, etc. Para lo cual se avisará a los interesados al respecto de los cambios para adecuarse a ellos, otorgando un plazo para evidenciar el cumplimiento con la nueva especificación.



© Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5
65760 Eschborn/Alemania
www.giz.de

- Cooperación Alemana al Desarrollo -

Agencia de la GIZ en México
Torre Hemicor, PH
Av. Insurgentes Sur No. 826
Col. del Valle
C.P. 03100, México, D.F.
T +52 55 55 36 23 44
F +52 55 55 36 23 44
E giz-mexiko@giz.de
I www.giz.de/mexico