



CENER

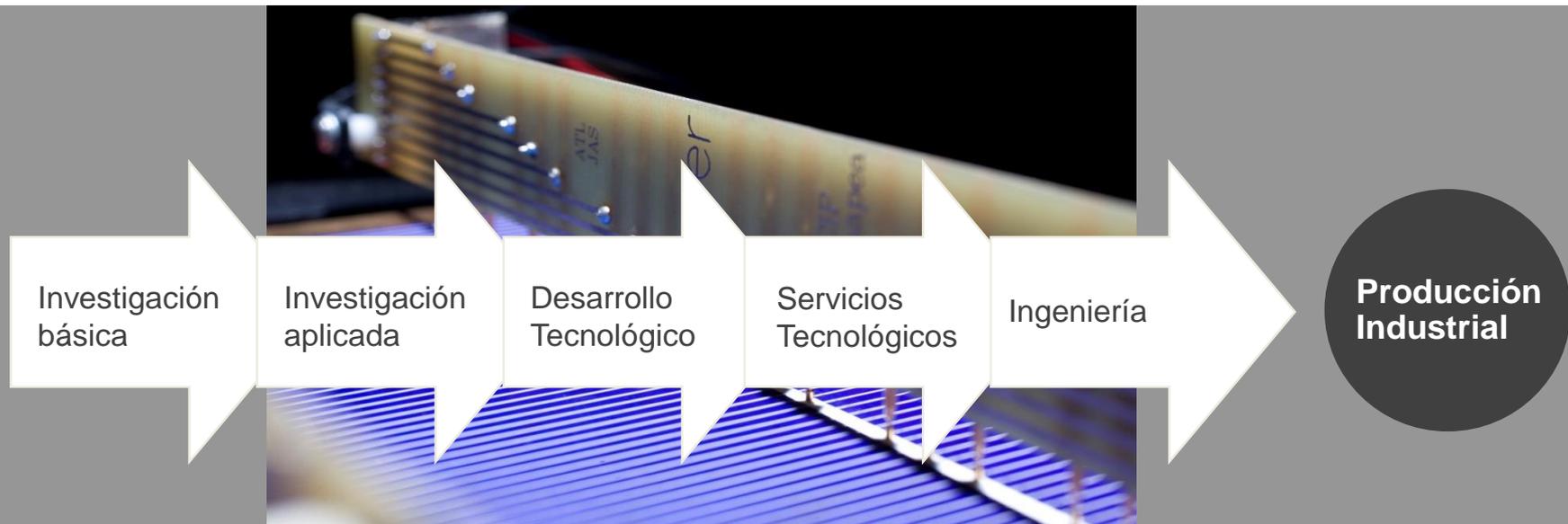
ADItch

CENTRO NACIONAL DE ENERGÍAS RENOVABLES
NATIONAL RENEWABLE ENERGY CENTER

**ÚLTIMOS DESARROLLOS EN MÉTODOS DE ENSAYO PARA
SISTEMAS FOTOVOLTAICOS**

CENER

Ciencia – Tecnología - Empresa



Proyectos I+D
Certificación
Ensayos

Actividades Investigación aplicada, transferencia de tecnología,...
Servicios de evaluación, homologación, acreditación y certificación.

Áreas

- Eólica
- Biomasa
- Solar Fotovoltaica
- Solar Térmica
- Integración en red de energías renovables
- Energética Edificatoria





CENER

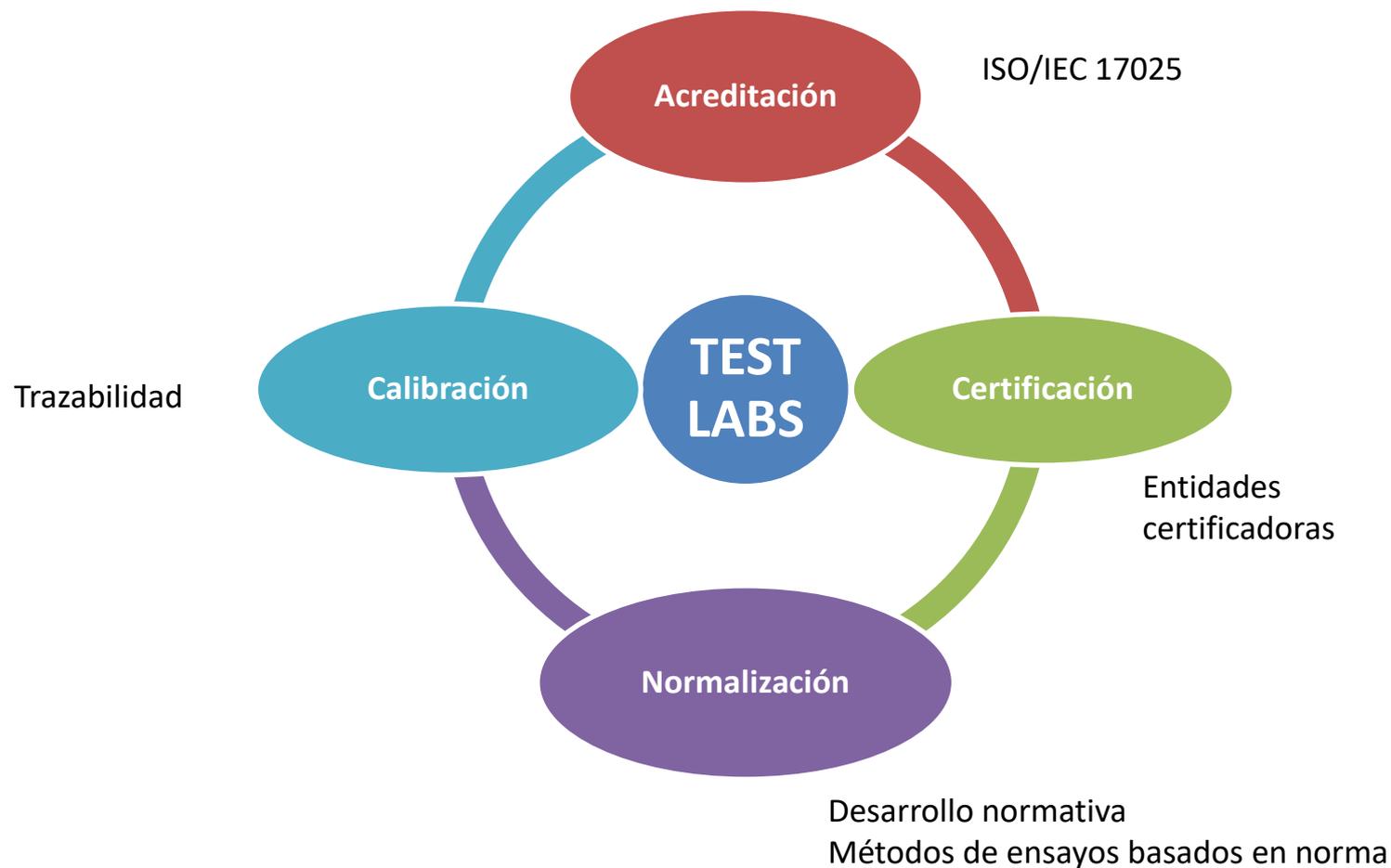
CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES

ÚLTIMOS DESARROLLOS EN MÉTODOS DE ENSAYO PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

1. LOS LABORATORIOS DE ENSAYO EN LA CADENA DE CALIDAD FV
2. TIPOLOGÍA DE ENSAYOS SEGÚN NORMA
3. CERTIFICACIÓN
4. COMPONENTES CLAVE DE LOS SISTEMAS FV
5. MÓDULOS
6. SEGUIDORES
7. ACONDICIONADORES DE POTENCIA

1. LOS LABORATORIOS DE ENSAYO EN LA CADENA DE CALIDAD FV

Los laboratorios de ensayo en la cadena de calidad FV



CENER
ADitech

CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES
FUNDACIÓN CENER-CIEMAT



Ciemat
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas



1. LOS LABORATORIOS DE ENSAYO EN LA CADENA DE CALIDAD FV

El papel de los laboratorios de ensayo en la cadena de calidad FV (I):

- Aplican la **normativa** y **métodos de ensayo** bajo los que se valida el diseño y la seguridad de los componentes fotovoltaicos. La calidad individual de cada elemento determinará la del sistema FV.
- Mediante la **acreditación** de los laboratorios (ISO/IEC 17025) se asegura que las actividades se desarrollan siguiendo unas reglas comunes y que los resultados de ensayo para un mismo componente son equivalentes en cualquier laboratorio acreditado al aplicar una misma norma de prueba.
 - Auditorías periódicas
 - Intercomparaciones o round-robins
- Participan activamente en el **desarrollo de normativa** proponiendo nuevos procedimientos o modificaciones a los ya existentes basándose en los resultados obtenidos de los ensayos.



CENER
ADitech

CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES
FUNDACIÓN CENER-CIEMAT



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO DE
INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD

Ciemot
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas



**Gobierno
de Navarra**

1. LOS LABORATORIOS DE ENSAYO EN LA CADENA DE CALIDAD FV

El papel de los laboratorios de ensayo en la cadena de calidad FV (II):

- Contribuyen a mantener la **trazabilidad metrológica** al tener que calibrar sus equipos de medida frente a patrones internacionales y generar muestras de referencia para los fabricantes.
- Cubren la **etapa intermedia** entre la **normalización y la certificación**. Actúan de puente entre las entidades normalizadoras y las certificadoras.



CENER
ADItch

CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES
FUNDACIÓN CENER-CIEMAT



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO DE
INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD

Ciemat
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas



GOBIERNO
DE NAVARRA

2. TIPOLOGÍA DE ENSAYOS A COMPONENTES FV

Ensayos de cualificación a componentes FV

FUNCIONAMIENTO

Validación del diseño mediante pruebas :

- Eléctricas
- Mecánicas
- Ambientales



para demostrar que soportan exposiciones prolongadas

SEGURIDAD

Comprobación de un diseño seguro frente a riesgos:

- Eléctricos
- De fuego
- Mecánicos



para ofrecer un modo de operación seguro y prevenir daños personales



CENER
ADitech

CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES
FUNDACIÓN CENER-CIEMAT



Ciemat
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas



3. CERTIFICACIÓN FV-Introducción

CERTIFICAR → DECLARAR CONFORMIDAD RESPECTO A NORMA

- ¿Por qué pruebas de certificación?
 - No son solo un requisito de las compañías eléctricas.
- Desde el punto de vista del usuario final sirven para:
 - Verificar que los productos son fiables.
 - Asegurar un funcionamiento razonable y mantenido durante años.
 - Evitar riesgos durante la instalación y la operación.
- Desde el punto de vista de diseñadores y fabricantes sirven para:
 - Probar sus diseños frente a parámetros comunes a otros productores.
 - Definir el alcance de las garantías.



CENER
ADitech

CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES
FUNDACIÓN CENER-CIEMAT



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO DE
INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD

Ciemat
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas



**Gobierno
de Navarra**

3. CERTIFICACIÓN- Tipos de certificados

Distintos tipos de certificado en función del esquema de certificación, norma y nivel de inspección de la producción (auditoría de calidad en fábrica, seguimiento...etc).

Los más frecuentes en componentes FV son:

- Certificado de conformidad (o de tipo)
- Certificado de producto



CENER
ADitech

CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES
FUNDACIÓN CENER-CIEMAT



GOBIERNO DE ESPAÑA

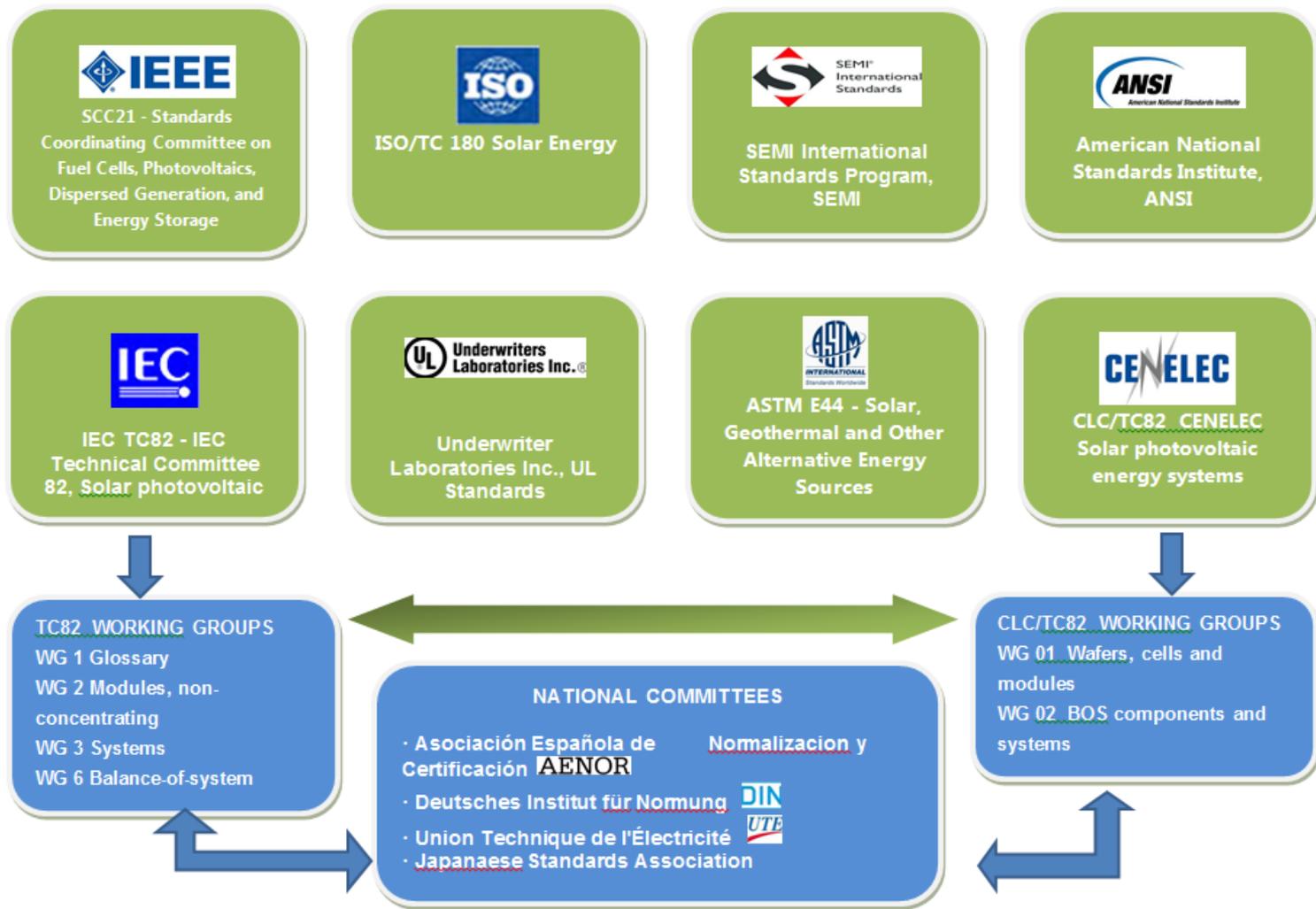
MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD



Gobierno de Navarra

3. CERTIFICACIÓN FV- Organismos normalizadores



3. CERTIFICACIÓN FV

- Los esquemas de certificación FV más extendidos están basados en normativa UL e IEC

El esquema de las pruebas de certificación CB-TL de IEC-IECEE



Las normas:

60891, 60904, 61194, 61215, 61345, 61646, 61683, 61702, 61721, 61727, 61730, 61829, 61853, 62093, 62108, 62109, 62116, 62124, 62257, 62446

La prueba:

Laboratorios acreditados (TL's de Testing Laboratory) prueban una muestra de producto frente a la normativa emitida y aprobada.

La certificación:

Entidades certificadoras (CB's de Certification Body) aseguran a través de las correspondientes auditorías de fabricación que los procesos usados para los productos probados en los laboratorios se mantienen para toda la producción vendida



4. COMPONENTES CLAVE EN LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

De entre todos los elementos que componen el sistema FV se van a considerar aquellos para los que hay un mayor nivel de desarrollo normativo y existe más experiencia de ensayo:

- Módulos FV
- Acondicionadores de potencia
- Seguidores



5. ENSAYO DE MÓDULOS FV



CENTRO
NACIONAL
DE ENERGÍAS
RENOVABLES

FUNDACIÓN
CENER CIEMAT



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO DE
INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD

Ciemat
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas



**Gobierno
de Navarra**

5. MÓDULOS FV – Principales normas de cualificación-certificación



IEC 61215

Cualificación del diseño
y homologación

Año: 2005

Edición: 2

Silicio Cristalino



IEC 61646

Cualificación del diseño
y homologación

Año: 2008

Edición: 2

Lamina delgada (CIS,
CIGS, a-Si, CdTe)



IEC 62108

Cualificación del diseño
y homologación

Año: 2007

Edición: 1

Módulos y sistemas FV
de concentración

IEC 61730

Cualificación de la seguridad de módulos FV

Edición: 1 - Año 2004

Silicio cristalino y lamina delgada

IEC 62688

Seguridad CPV

Pendiente publicación



CENER
ADitech

CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES
FUNDACIÓN CENER-CIEMAT



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO DE
INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD

Ciemat
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas



**Gobierno
de Navarra**

5. MÓDULOS FV- Principales normas de cualificación-certificación



~~IEC 61215~~

~~Cualificación del diseño
y homologación~~

~~Año 2005~~

~~Edición: 2~~

~~Silicio Cristalino~~

IEC 61646

~~Cualificación del diseño
y homologación~~

~~Año 2008~~

~~Edición: 2~~

~~Lamina delgada (CIS,
CIGS, a-Si, CdTe)~~

~~IEC 62103~~

~~Cualificación del diseño
y homologación~~

~~Año 2007~~

~~Edición: 1~~

~~Módulos y sistemas FV
de concentración~~

~~IEC 61730~~

~~Cualificación de la seguridad de módulos FV~~

~~Edición: 1 - Año 2014~~

~~Silicio cristalino y lamina delgada~~

IEC 62688

Seguridad CPV

Pendiente publicación



CENER
ADItch

CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES
FUNDACIÓN CENER-CIEMAT



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO DE
INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD

Ciemat
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas



**Gobierno
de Navarra**

5. MÓDULOS FV - Principales normas de cualificación-certificación



IEC 61215-1 & IEC 61215-2

Cualificación del diseño y homologación

Año: 2016 (Marzo)

IEC 61215-1-1

Año: 2016 (Marzo)

Silicio Cristalino

IEC 61215-1-2 (CdTe)

IEC 61215-1-3 (a-Si & μ a-Si)

IEC 61215-1-4 (CIS & CIGS)

IEC 62108

Cualificación del diseño
y homologación

Año: 2016

Edición : 2

Módulos y sistemas FV
de concentración

IEC 61730

Cualificación de la seguridad de módulos FV

Edición 2 - Año 2016 (Septiembre)

Silicio cristalino y lamina delgada

IEC 62688

Seguridad CPV

Pendiente publicación



CENER
ADitech

CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES
FUNDACIÓN CENER-CIEMAT



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO DE
INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD

Ciemat
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas



**Gobierno
de Navarra**

5. MÓDULOS FV: IEC 61215

Exigencias documentales y de marcado de los módulos

Ensayos de caracterización

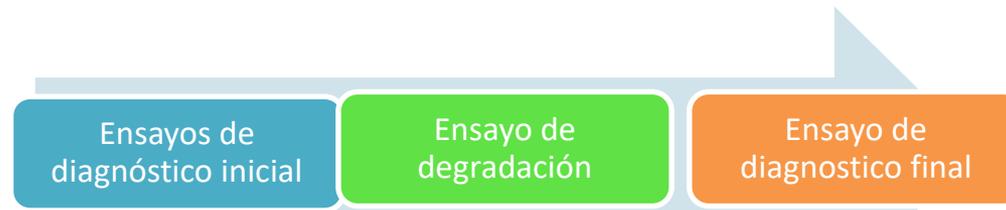
- Ensayos que definen parámetros o características del módulo (coeficientes de temperatura, NMOT...)

Ensayos diagnósticos

- También son ensayos de caracterización
- Se emplean como criterio de aceptación / rechazo para ensayos que producen algún tipo de degradación.

Ensayos de degradación

- Ambientales (Temperatura, humedad, radiación,)
- Eléctricos (Puntos calientes...)
- Mecánicos (carga mecánica, robustez de terminales, granizo...)



CENER
ADitech

CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES
FUNDACIÓN CENER-CIEMAT



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO DE
INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD

Ciemat
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas



**Gobierno
de Navarra**

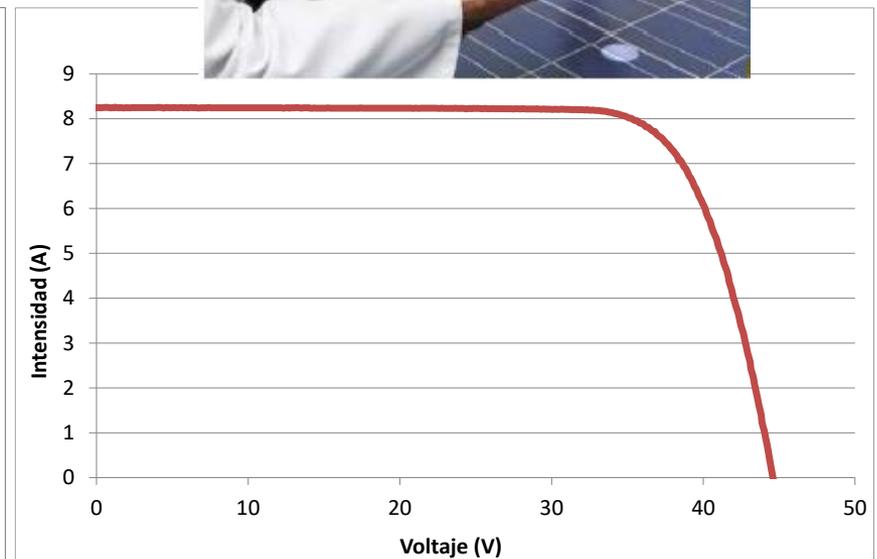
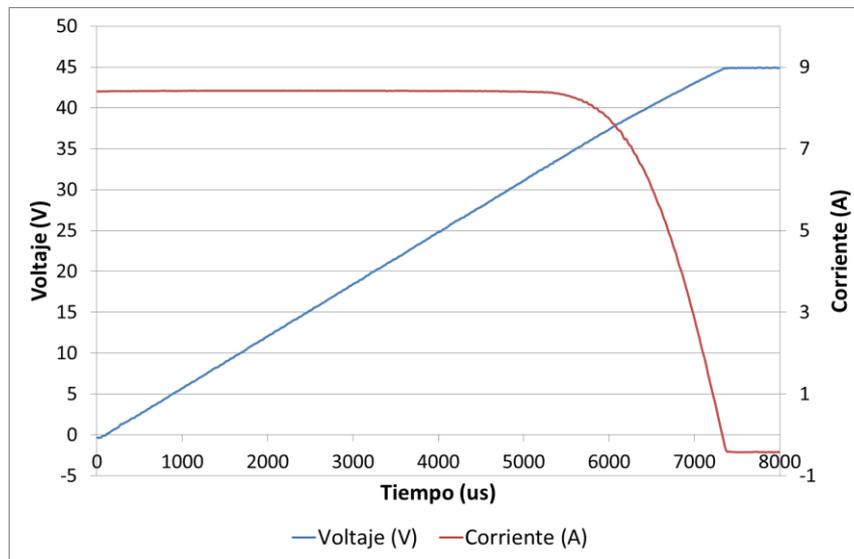
5. MÓDULOS FV: IEC 61215

Ensayo de degradación

Ensayos de caracterización

Ensayo de diagnóstico

- ✓ Ensayo de inspección visual
- ✓ **Potencia máxima**
- ✓ Ensayo de aislamiento
- ✓ Ensayo de corriente de fugas en mojado



CENER
ADitech

CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES
FUNDACIÓN CENER-CIEMAT



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD

Ciemat
Centro de Investigaciones Energéticas, Tecnológicas y Ambientales



Gobierno de Navarra

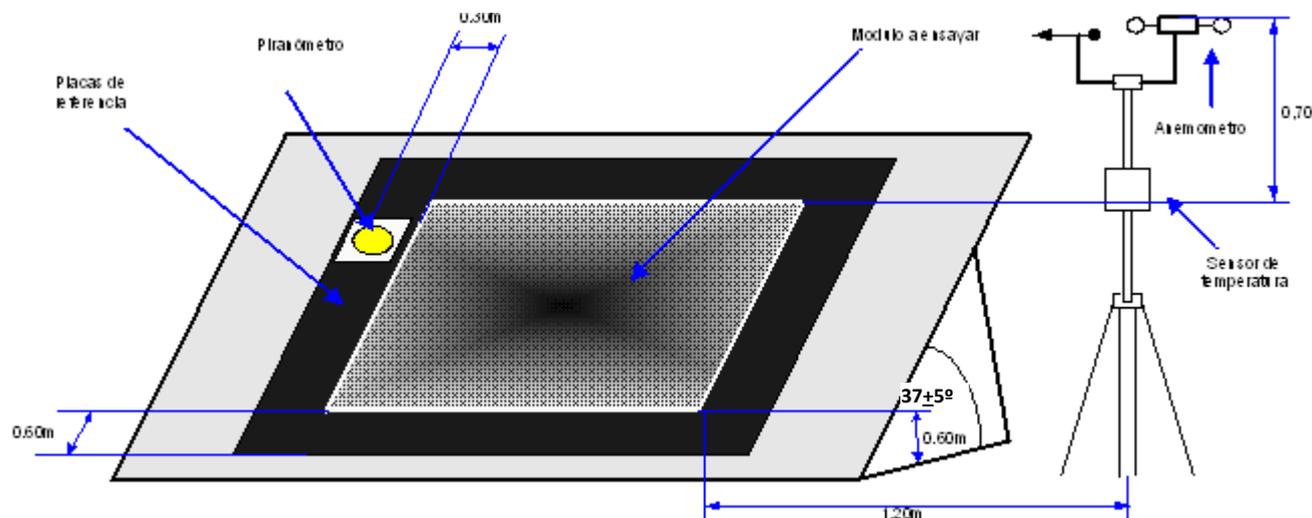
5. MÓDULOS FV: IEC 61215

Ensayos de
caracterización

Ensayo de degradación

Ensayo de diagnóstico

- ✓ Coeficientes de temperatura
- ✓ **Medida de la temperatura de operación nominal de módulo**
- ✓ Funcionamiento en CEM
- ✓ Funcionamiento a la NMOT
- ✓ Funcionamiento a baja irradiancia



CENER
ADitech

CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES
FUNDACIÓN CENER-CIEMAT



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO DE
INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD

Ciemat
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas



GOBIERNO
DE NAVARRA

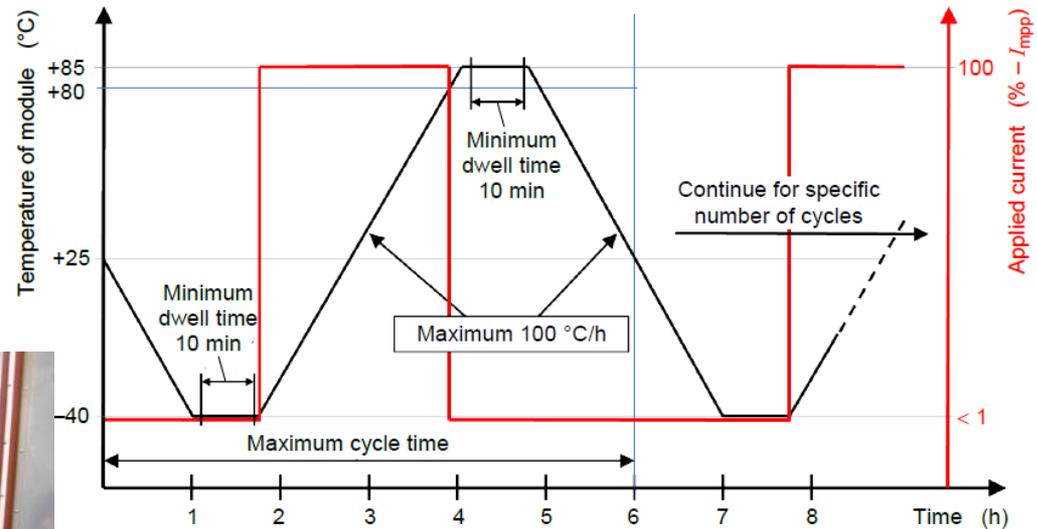
5. MÓDULOS FV: IEC 61215

Ensayos de
caracterización

Ensayos de
degradación

Ensayo de diagnostico

- ✓ Ensayo de exposición exterior
- ✓ Ensayo de puntos calientes
- ✓ Ensayo preconditionamiento UV
- ✓ **Ensayo de 200 ciclos térmicos**
- ✓ **Ensayo de 50 ciclos térmicos**
- ✓ Ensayo de humedad-congelación
- ✓ Ensayo de calor húmedo



- ✓ Ensayo de robustez de terminales
- ✓ Ensayo de carga mecánica estática
- ✓ Ensayo de granizo



CENER
ADitech

CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES
FUNDACIÓN CENER-CIEMAT



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO DE
INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD

Ciemat
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas



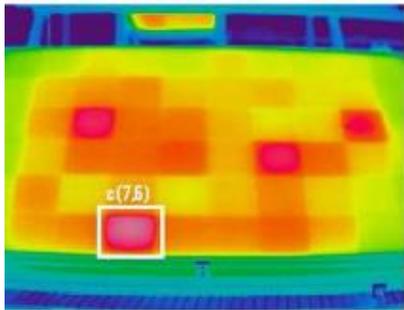
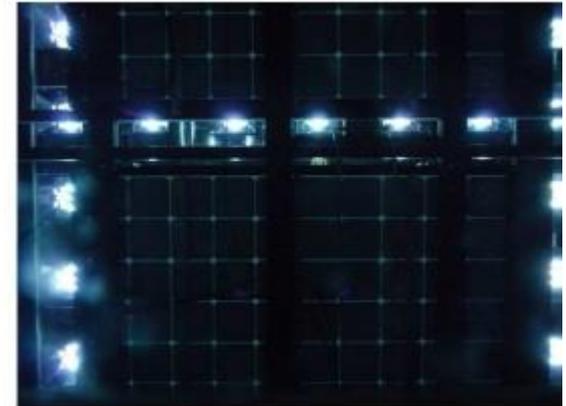
**Gobierno
de Navarra**

5. MÓDULOS FV: IEC 61215

Ensayos de caracterización

Ensayos de degradación

Ensayo de diagnóstico



CENER
ADitech

CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES
FUNDACIÓN CENER-CIEMAT



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD

Ciemat
Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas



Gobierno de Navarra

5. MÓDULOS FV: IEC 61215

Listado de ensayos MQT de IEC 61215-2: Module Quality Test

CÓDIGO DE ENSAYO	DESCRIPCIÓN ENSAYO
MQT01	Ensayo de inspección visual
MQT02	Potencia máxima
MQT03	Ensayo de aislamiento
MQT04	Coeficientes de temperatura
MQT05	Medida de la temperatura de operación nominal de módulo
MQT06.1	Funcionamiento en CEM
MQT06.2	Funcionamiento a la NMOT
MQT07	Funcionamiento a baja irradiancia
MQT08	Ensayo de exposición exterior
MQT09	Ensayo de puntos calientes
MQT10	Ensayo preacondicionamiento UV

CÓDIGO DE ENSAYO	DESCRIPCIÓN ENSAYO
MQT11a	Ensayo de 200 ciclos térmicos
MQT11b	Ensayo de 50 ciclos térmicos
MQT12	Ensayo de humedad-congelación
MQT13	Ensayo de calor húmedo
MQT14	Ensayo de robustez de terminales
MQT15	Ensayo de corriente de fugas en mojado
MQT16	Ensayo de carga mecánica estática
MQT17	Ensayo de granizo
MQT18.1	Ensayo térmico del diodo de paso
MQT18.2	Funcionalidad del diodo de paso
MQT19.1	Ensayo de estabilización inicial
MQT19.2	Ensayo de estabilización final

Ensayos de caracterización

Ensayo de degradación

Ensayo de diagnóstico



CENER
ADITECH

CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES
FUNDACIÓN CENER-CIEMAT



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD

Ciemat
Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas



Gobierno de Navarra

5. MÓDULOS FV: IEC 61730

La norma IEC61730 está dividida en dos partes:

- **IEC61730-1:** Describe los **requisitos** fundamentales de **construcción**
- **IEC61730-2:** Describe los **requisitos de ensayo**
- Esta norma esta diseñada para coordinarse con la normativa IEC61215
- Los módulos FV pueden instalarse en numerosas aplicaciones diferentes. Por tanto es importante evaluar los riesgos potenciales asociados a dichas aplicaciones y evaluar la construcción del módulo de forma consecuyente.
- Los ensayos de seguridad y los requisitos constructivos a tener en cuenta, dependen de la clase de aplicación.

CLASE A	CLASE B	CLASE C
Acceso general, tensión peligrosa, aplicaciones de potencia peligrosa	Acceso restringido, tensión peligrosa, aplicaciones de potencia peligrosa	Tensión limitada
Sistemas que operan a más de 120 V de CC	Sistemas protegidos del acceso público	Sistemas que operan a menos de 120V de CC



5. MÓDULOS FV: IEC 61730

Listado de ensayos MST de IEC 61730-2: Module Safety Tests

Ensayos de preacondicionamiento	MST51 – Ciclos térmicos	Ensayos relativos al riesgo de fuego	MST21 – Ensayo de temperatura	
	MST52 – Humedad Congelación		MST22 – Ensayo de puntos calientes	
	MST53 – Calor húmedo		MST23 – Ensayo de resistencia al fuego	
	MST54 – Preacondicionamiento UV		MST25 – Ensayo térmico del diodo de paso	
Ensayos de inspección general	MST01 – Inspección Visual	Ensayos relativos a las tensiones mecánicas	MST26 – Ensayo de sobrecarga de corriente inversa	
Ensayos relativos al riesgo de choque eléctrico	MST11 – Ensayo de accesibilidad		Ensayos relativos a las tensiones mecánicas	MST32 – Ensayo de rotura del módulo
	MST12 – Ensayo de susceptibilidad al cortado			MST34 – Ensayo de carga mecánica
	MST13 – Ensayo de continuidad de puesta a tierra	Ensayo relativos a componentes	MST15 – Ensayo de descargas parciales	
	MST14 – Ensayo de impulsos de tensión		MST33 – Ensayo de doblado de conductos	
	MST16 – Ensayo de rigidez dieléctrica		MST44 – Ensayo de las aperturas precortadas de la caja de conexiones	
	MST17 – Ensayo de corriente de fugas en mojado			
	MST42 – Ensayo de robustez de terminales			



5. MÓDULOS FV-Guía de re-ensayos

- Los procedimientos de **calificación** se realizan para unos **materiales** y **procesos** de fabricación **concretos**.
- Cualquier **cambio** en dichos elementos deben ser **evaluados** por la entidad certificadora y establecer los ensayos a realizar.
- La IECEE ha elaborado unos documentos que sirve de referencia para evaluar dichos cambios (Guía de reensayos).
 - “Product or Process Modifications Requiring Limited CBTL Retesting to Maintain Certification” - IEC61215 or IEC61646
 - “Product or Process Modifications Requiring Limited CBTL Retesting to Maintain Safety Certification” – IEC 61730
- En la **actualidad** también se está trabajando en una **nueva guía** de reensayos.
 - El futuro documento está identificado como: IEC TS 62915 (ahora está en borrador)
 - Solo un único documento para ambas normas (IEC 61215 e IEC 61730)
 - Estaba en discusión sobre que versión de la norma debía realizarse el documento



5. MÓDULOS FV-Guía de re-ensayos

Los cambios que se evalúan son los siguientes:

- Cambio en tecnología de célula
- Modificación del substrato
- Cambio en el circuito eléctrico con idéntico “empaquetamiento”
- Modificación del superestrato
- Modificación de la caja de conexiones
- Cualificación de un módulo sin marco después de que el módulo con marco haya sido certificado
- Modificación del sistema de encapsulado
- Modificación del marco y/o estructura de montaje
- Mayor o menor potencia de salida (>10%) con idéntico “empaquetamiento” incluyendo tamaño y usando idéntico proceso de células
- Aumento del tamaño de módulo
- Cambio en los materiales o técnica de interconexión de células



5. MÓDULOS- SEVERIDAD IEC 61215 INCREMENTADA

- Las normas IEC de cualificación de módulos **no garantizan** el funcionamiento a largo plazo (**fiabilidad**) ni predicen tiempos de vida (**durabilidad**).
- La tendencia actual es la de **incrementar las severidades** especificadas en la norma IEC 61215 de la siguiente manera:
 - **Aumentar** el número de **ciclos y duración** de la prueba, típicamente por un factor de aproximadamente 2 X
 - El **aumento** de los límites **de temperatura superior** (por ejemplo, 90°C en lugar de 85°C en ciclos térmicos)
 - Someter a los mismos módulos a **varios ensayos climáticos** que en la norma original irían en distintas secuencias.
 - **Aplicar corriente** en ensayos para representar las condiciones reales de operación, (calor húmedo con corriente)
 - **Añadir cargas** dinámicas y estáticas para simular la acción del viento y la nieve
 - **Incrementar** el número y tipo de evaluaciones y **diagnósticos intermedios** (EL, aislamientos, curvas de oscuridad.....etc.)



5. MÓDULOS- SEVERIDAD IEC 61215 INCREMENTADA

- ☺ Muy útiles para establecer **comparativas** entre distintos **diseños** de módulos
- ☺ **Reproducen** de manera fiable **algunos mecanismos de degradación** como PID y desgaste termomecánico (ciclos térmicos).

Pero...

- ☹ **No** aplican **acciones simultáneas de degradación** que pueden provocar modos de fallo específicos en condiciones reales de operación.
- ☹ Sólo se simulan degradaciones en un **tiempo limitado**
- ☹ **No** proporcionan un **modelo para simular la pérdida de potencia** y no establecen **factor de correlación** entre las pruebas de ensayo acelerado y las condiciones reales de operación.
- ☹ Estos ensayos más allá de la cualificación **no están particularizados** en función de **los climas**
- ☹ Las **efectos de la radiación** (especialmente UV) pueden estar **subestimados**. La mayoría de los ensayos se realizan en condiciones de oscuridad o aplicando corrientes de polarización que no tienen porqué reproducir las condiciones de operación de los módulos FV bajo la radiación solar real.



5. MÓDULOS- Nuevo proyecto de norma IEC 62892

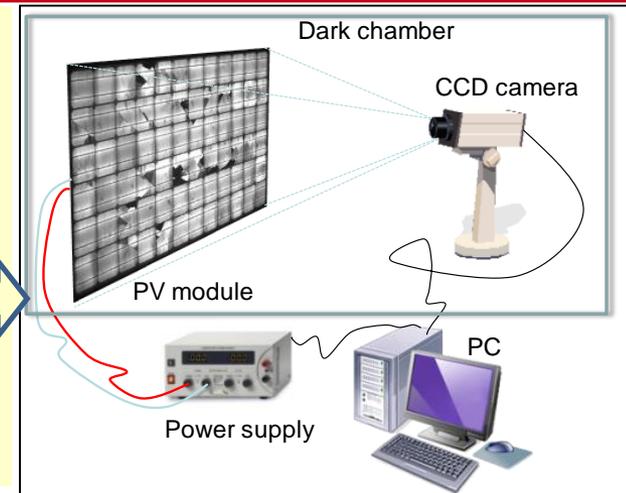
IEC 62892 Comparative testing of PV modules to differentiate performance in multiple climates and applications

- Iniciativa de normalización que pretende facilitar al usuario final la selección de los módulos FV de su instalación en función del clima donde operará y el tipo de montaje (sobre suelo o en tejado)
- Las zonas climáticas se describen en *IEC 60721-2-1 Ed.1 Clasificación de condiciones ambientales - Parte 2-1: Condiciones ambientales que aparecen en naturaleza - Temperatura y humedad*
 - Clima templado: (frío templado, cálido templado y seco)
 - Extremadamente cálido y seco: los valores medios extremos oscilan entre +8°C and +43 °C y la máxima humedad absoluta es 24 g/m³.
 - Cálido y húmedo: los valores medios extremos oscilan entre +17°C and +33 °C la máxima humedad absoluta of 30 g/m³.

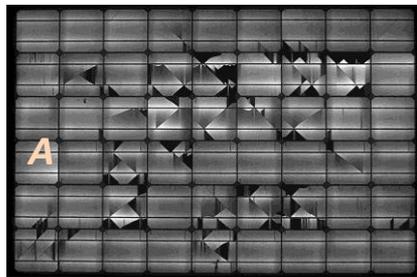


5. MÓDULOS FV - ELECTROLUMINISCENCIA

- La **electroluminiscencia (EL)** herramienta básica para garantizar la calidad de los módulos FV
- Futura **norma IEC/TS 60904-13 Ed.1.0** para estandarizar la metodología
- Los **ámbitos** de aplicación:
 - ✓ Proceso de fabricación de módulos y células: Control de producción
 - ✓ Aseguramiento de la calidad en **origen y en destino** de los módulos FV
 - ✓ **Control de las garantías de las instalaciones FV**
 - ✓ Caracterización módulos “pre” y “post” ensayos de envejecimiento
 - ✓ Centros de I+D+i

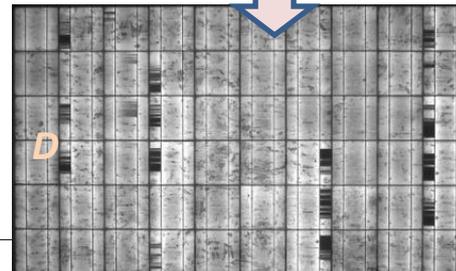
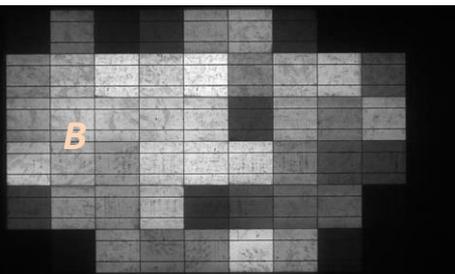


Set-up para ensayo de EL en lab.



- La técnica de EL se utiliza para la **detección** de distintos **tipos de defectos** que pueden estar presentes en los módulos FV:

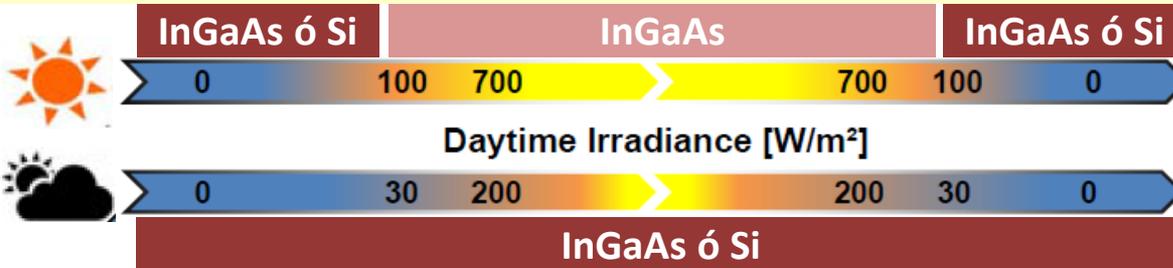
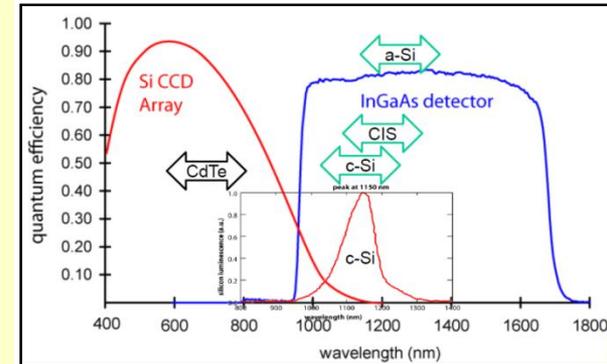
- ✓ Presencia de distintos tipos de grietas (**A**)
- ✓ Interrupción fingers metalización (**D**)
- ✓ Patrones de degradación por PID (**B**)
- ✓ Discontinuidad en los tabbings (**E**)
- ✓ Corrosión metalización por humedad (**C**)
- ✓ Mala resistencia de contacto, ...



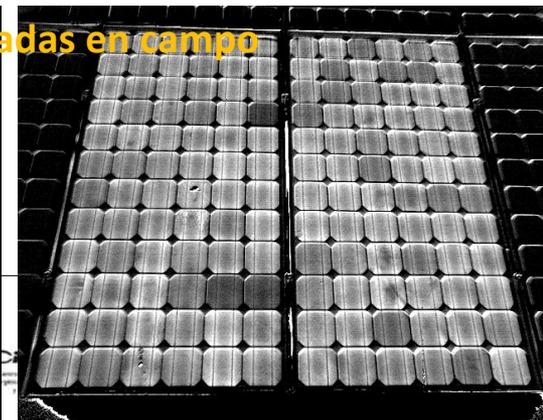
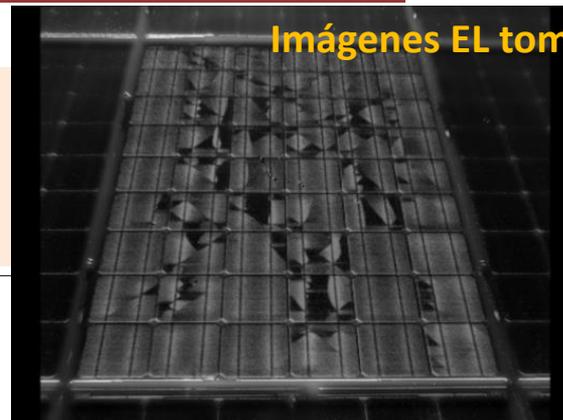
5. MÓDULOS FV – ELECTROLUMINISCENCIA EN CAMPO

Medida de EL de módulos en campo

- **Medidas precisas de EL** directamente sobre **la instalación** del cliente y sin desmontar los módulos de la estructura
- Sistema CENER para EL en campo con software propio que integra distintos filtros analógicos y digitales que permite la **medida** durante las **24 horas del día**, independientemente del nivel de irradiancia.
- El sistema admite **distintas cámaras**:
 - ✓ Cámara de **Silicio** (CMOS): 2048 pixeles * 2048 pixeles
 - ✓ Cámara de **InGaAs**: 640 pixeles * 512 pixeles (menor resolución espacial pero mejor respuesta en la longitud de onda de la EL)



- La fuente de alimentación permite polarizar **varios módulos a la vez**, por lo que se pueden medir más de un módulo en una misma imagen de EL



CENER
ADitech

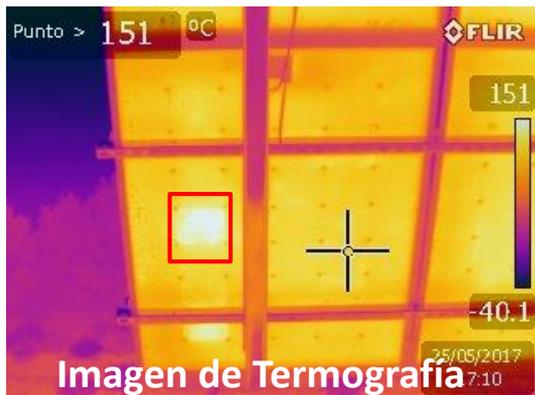
CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES
FUNDACIÓN CENER-CIEMAT

5. MÓDULOS FV – EL en campo

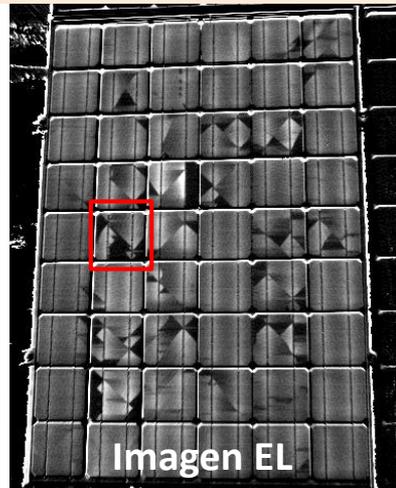
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8				
B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	A9				
B8	B9		C1	C2		C3	C4				
D6	D5	D4	D3	D2	D1	C10	C9	C8	C7	C6	C5
D7	D8	D9	D10	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
F10	F9	F8	F7	F6	F5	F4	F3	F2	F1	E10	E9

✓ El sistema diseñado por CENER ha sido utilizado con éxito en la detección de distintos defectos en módulos de varias plantas FV

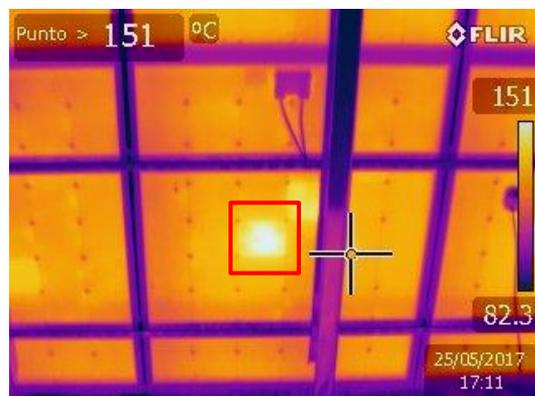
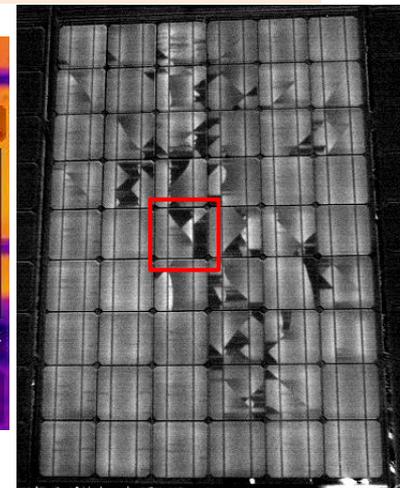
Estos ejemplos de EL muestran la presencia importante de grietas en varios de los módulos medidos



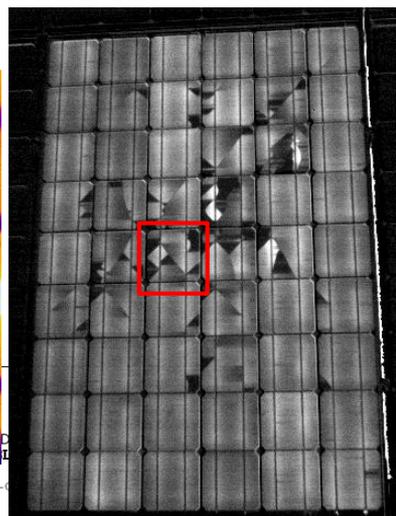
Módulo F10



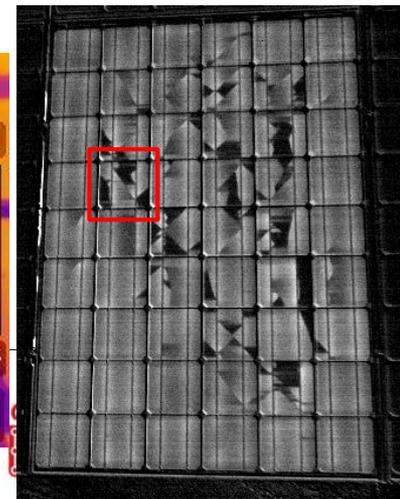
Módulo F7



Módulo F8



Módulo F5



6. ENSAYOS DE SEGUIDORES FV



CENTRO
NACIONAL
DE ENERGÍAS
RENOVABLES

FUNDACIÓN
CENER CIEMAT



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO DE
INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD

Ciemat
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas



**Gobierno
de Navarra**

6. SEGUIDORES SOLARES FV- INTRODUCCIÓN

Seguidores FV módulo plano



Seguidor horizontal eje Norte-Sur



Seguidor polar eje Norte-Sur



Seguidor polar



Seguidor azimutal



Seguidor 2 ejes



Seguidor 2 ejes



CENER
ADitech

CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES
FUNDACIÓN CENER-CIEMAT



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO DE
INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD

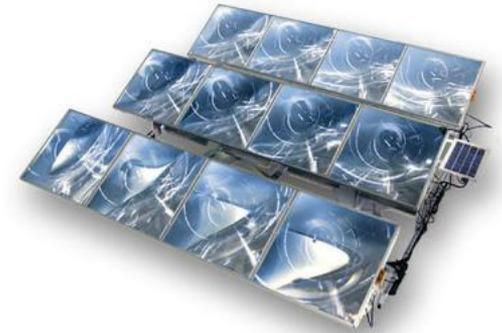
Ciemat
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas



**Gobierno
de Navarra**

6. SEGUIDORES SOLARES FV- INTRODUCCIÓN

Seguidores CPV



CENER
ADitech

CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES
FUNDACIÓN CENER-CIEMAT



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO DE
INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD

Ciemat
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas



**Gobierno
de Navarra**

6. SEGUIDORES SOLARES FV- NORMA IEC 62817

- **IEC 62817** “Cualificación del diseño de los seguidores solares” se aprueba en Agosto 2014.
- **Objeto:** cualificación del diseño aplicable a los seguidores solares para sistemas FV, pero se puede usar para seguidores en otras aplicaciones solares.
- **Tipos de muestras de ensayo:**
 - Seguidor solar FV completo (1 unidad)
 - Sistema de accionamiento (1 unidad)
 - Componente electrónico de control (3 unidades)
- **Clasificación de los ensayos:**
 - Ensayos funcionales: se verifican las diferentes prestaciones del seguidor.
 - Ensayos mecánicos: se aplican cargas mecánicas al seguidor.
 - Ensayos climáticos: se somete a la muestra de ensayo a diferentes condiciones ambientales.
 - Ensayos específicos para el Componente Electrónico de Control.

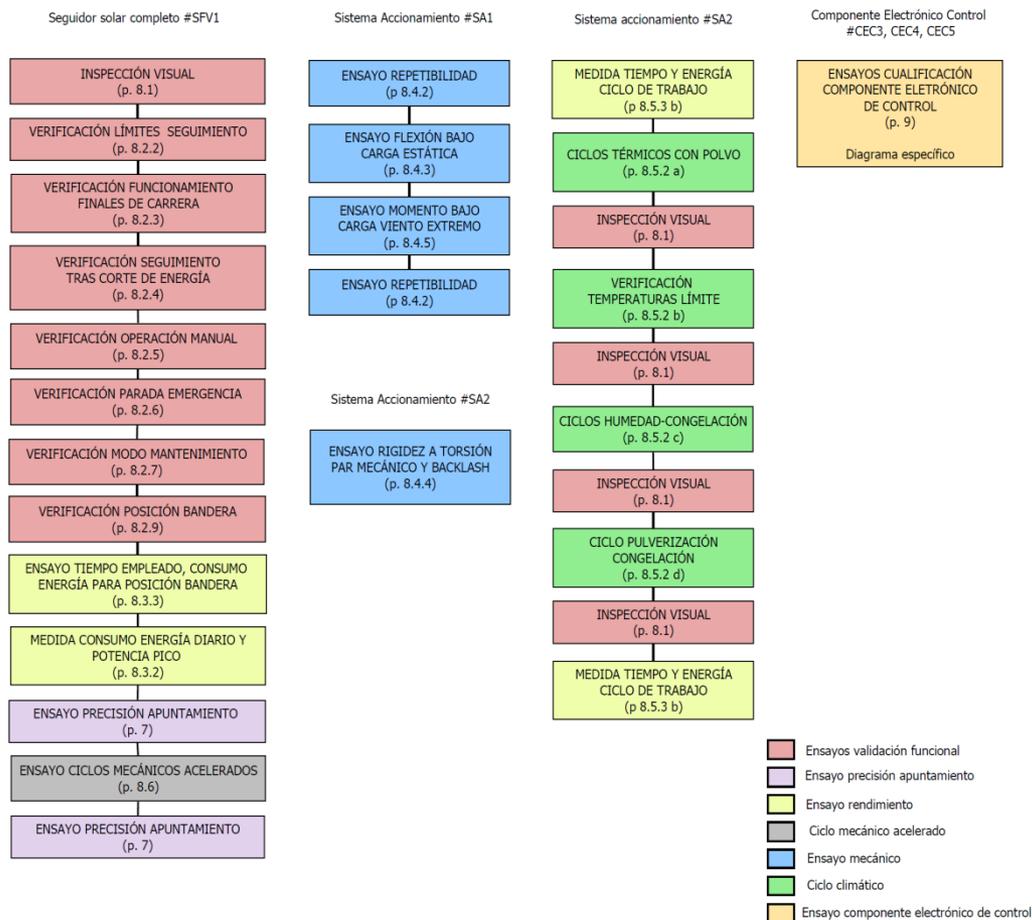


6. SEGUIDORES SOLARES FV- NORMA IEC 62817



Metodología CENER

DIAGRAMA DE ENSAYOS BASADOS EN IEC 62817:2014 Ed1.0



6. SEGUIDORES SOLARES FV- NORMA IEC 62817

Ejemplos de ensayos a seguidor solar

Ensayo funcional



Ensayo mecánico



Ensayo climático



Ensayo componente electrónico de control



CENER
ADitech

CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES
FUNDACIÓN CENER-CIEMAT



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO DE
INDUSTRIA, ENERGÍA
Y TURISMO

MINISTERIO DE
ECONOMÍA Y
COMPETITIVIDAD

Ciemat
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas



**Gobierno
de Navarra**

7. ENSAYOS DE ACONDICIONADORES DE POTENCIA FV



CENTRO
NACIONAL
DE ENERGÍAS
RENOVABLES

FUNDACIÓN
CENER CIEMAT



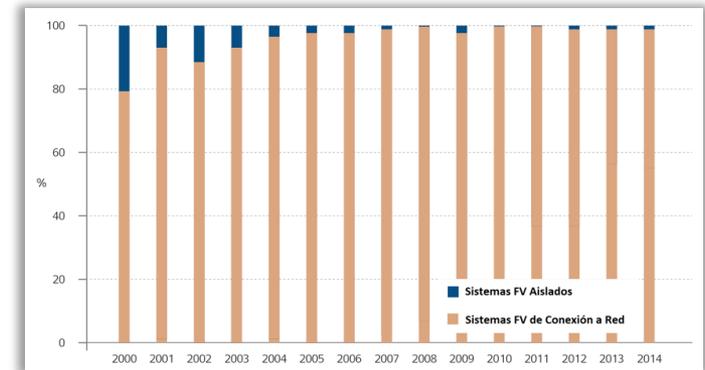
Ciemat
Centro de Investigaciones
Energéticas, Mecánicas
y Tecnológicas



7. INVERSORES FV

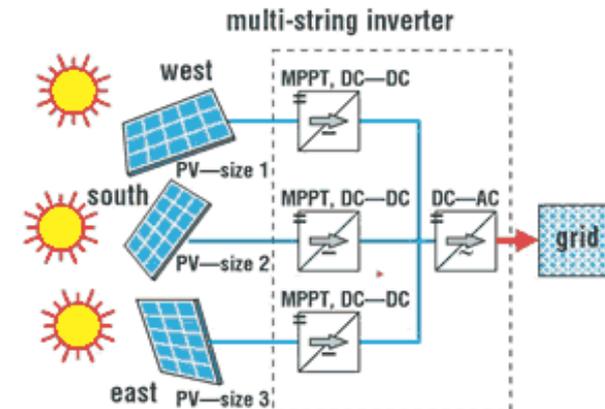
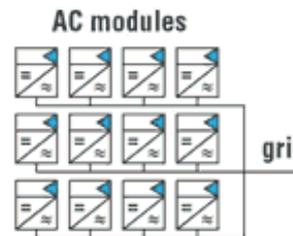
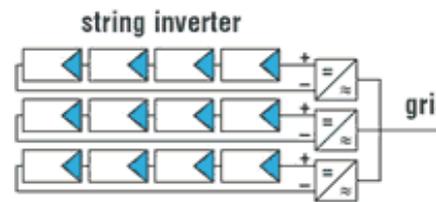
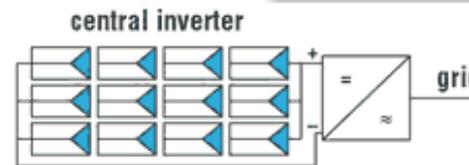
INVERSOR FV DE CONEXIÓN A RED

- Tipo de inversor más importante debido al gran número de instalaciones FV de conexión a red frente al de instalaciones aisladas.
- Integran todos los sistemas desarrollados para el control de la parte DC y AC.



CLASIFICACIÓN DE LOS INVERSORES DE CONEXIÓN A RED:

- Inversores CENTRALES
- Inversores Modulares o STRING INVERTERS
- Inversores MULTI-STRING
- Módulo AC o MICROINVERSOR



7. INVERSORES FV



INVERSORES CENTRALES



INVERSORES MULTI-STRING



MICROINVERSORES



CENER
ADitech

CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES
FUNDACIÓN CENER-CIEMAT



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO

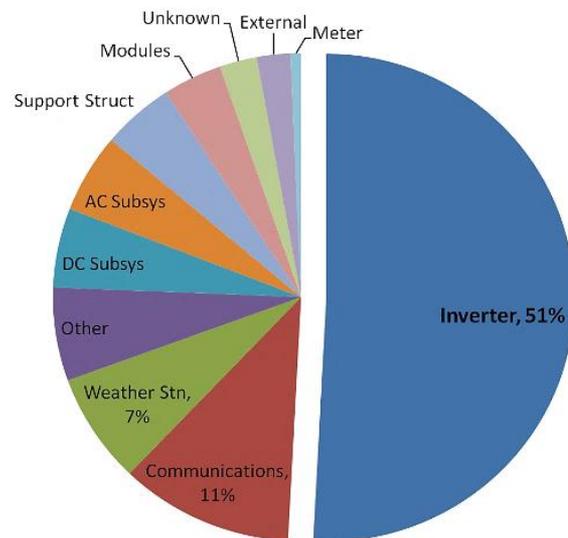
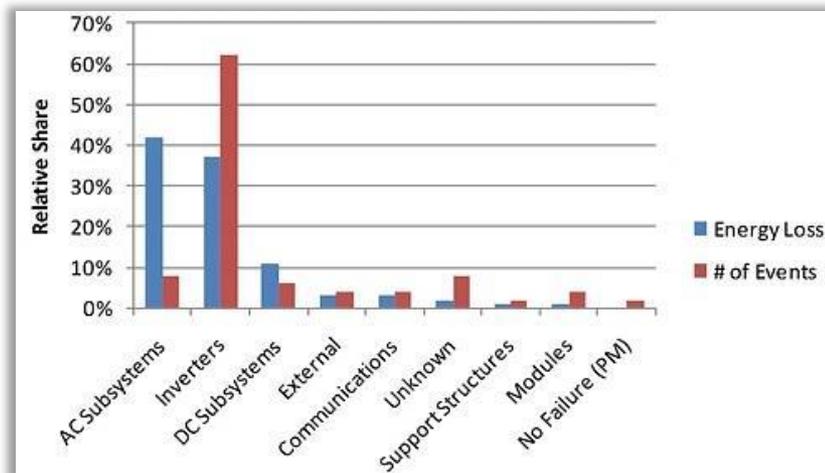
MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD



Gobierno de Navarra

INVERSOR FV - Problemática

- El inversor fotovoltaico es susceptible a numerosos tipos de fallos, convirtiéndose en el elemento de la instalación FV que más eventos de fallos sufre.
- Clasificación de eventos de fallo:
 - **Relacionado con su funcionamiento interno:** Fallos de elementos de conmutación, fallos aislamiento, elementos protección, software, etc.
 - **Relacionado con la parte DC:** Fallo del sistema MPPT, detección errónea de deriva tierra, desajustes niveles tensión/corriente del campo FV, etc.
 - **Relacionado con la parte AC:** EMIs, THD, inyección de I_{DC} , efecto isla, perturbaciones de red (huecos, sobretensiones, etc.)



7. INVERSORES FV

INVERSOR FV – Principales normas

- Las normas existentes aplicables a inversores FV cubren principalmente los objetivos de asegurar la calidad de onda, el rendimiento, la seguridad eléctrica y la compatibilidad con los requisitos de red y del operador del sistema. Las principales normas internacionales son:
 - **IEC 61683:2000** *Photovoltaic systems - Power conditioners - Procedure for measuring efficiency*. Establece el procedimiento de medición, las condiciones de ensayo y el método de cálculo del rendimiento de un inversor fotovoltaico (tanto aislado como de conexión a red).
 - **EN 50530:2000** *Overall efficiency of grid connected photovoltaic inverters. Test methods for measuring static and dynamic efficiency of PV inverters*. Basada en la norma IEC 61683, se añaden nuevas condiciones de ensayo y se redefine el concepto de rendimiento del inversor incluyendo el sistema MPPT como factor a considerar.
 - **IEC 61727:2004**, *Characteristics of Utility Interface* se aplica a sistemas FV interconectados a una red de distribución eléctrica y operando en paralelo con ella. En dichos sistemas se define el uso de inversores de estado sólido con sistemas anti-isla y diversos requisitos de interconexión de los sistemas FV a la red.
 - **EN 50524** - *Data sheet and name plate for photovoltaic inverters*. Define la placa de características que debe tener un inversor FV y la información contenida en ella.
 - **IEC 62109**: *Safety of power converters for use in photovoltaic power systems* tiene como objeto asegurar que el diseño y los métodos de construcción utilizados son seguros para el operador y el área que los rodea.



www.cener.com



CENER
ADItch

CENTRO NACIONAL DE
ENERGÍAS RENOVABLES

FUNDACIÓN CENER-CIEMAT