



pvlabweb

Versión 1.1.0

pvlabweb Development Team

21 de febrero de 2022

Tabla de Contenido

1. Licencia	1
1.1. Creative Commons CC - BY - NC - ND	1
2. Léame	3
3. Histórico de Versiones	5
3.1. Versión 1.1.0	5
3.2. Versión 1.0.0	6
4. Inicio	9
5. PVLab	11
5.1. El Laboratorio	11
5.2. Quienes Somos	13
5.3. Un poco de Historia	14
6. Servicios de Calibración Acreditados	17
7. Política de Calidad	21
7.1. Entorno Acreditado	21
7.2. Gestión de la Calidad	22
8. Actividad	25
8.1. Participación en Comités	25
8.2. Proyectos I+D	25
9. Divulgación	27
9.1. Eventos	27
9.2. Publicaciones	28
10. Documentos	33
10.1. Acreditación ENAC	33
10.2. Anexo Técnico N° 272/LC10.237	35
11. Contacto	39

Copyright© 2021, J.P. Silva — Ciemat.

1.1 Creative Commons CC - BY - NC - ND

Atribución/Reconocimiento - NoComercial - SinDerivados 4.0 Internacional.

Resumen de las especificaciones de la licencia:

Usted es libre de **compartir** — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato.

El licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia.

Bajo los siguientes términos:

1. **Atribución** — Usted debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo del licenciante.
2. **NoComercial** — Usted no puede hacer uso del material con propósitos comerciales.
3. **SinDerivadas** — Si remezcla, transforma o crea a partir del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Vea el documento completo con los [términos de la licencia](#) para más información.

Nota: Esta licencia es la otorgada a los documentos incorporados al repositorio institucional del Ciemat [Documenta](#).

CAPÍTULO 2

Léame

El presente proyecto documental **pvlabweb** está destinado a recabar los aspectos más destacados y reflejar la actividad del Laboratorio de Energía Solar Fotovoltaica del (PVLab), perteneciente a la Unidad de Energía Solar Fotovoltaica (División de Energías Renovables - Departamento de Energía) del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT).

Adicionalmente, el presente trabajo tiene por objeto ser enviado a la **Unidad de Desarrollo de Aplicaciones y Sistemas Informáticos del Ciemat**, para suministrar el contenido del [portal de grupo del PVLab](#).

PVLab Development Team: Silva J.P., Balenzategui J.L., Cuenca J., Fabero F., Mejuto E., Molero M.

Laboratorio de Energía Solar Fotovoltaica del Ciemat.

Madrid, a 18 de Febrero de 2022.

Histórico de Versiones

3.1 Versión 1.1.0

Características de la versión a implementar:

3.1.1 Nombre de la versión

Versión 1.1.0 (Febrero 2022)

3.1.2 Autores

Generación de contenido: José Pedro Silva - Unidad de Energía Solar Fotovoltaica - CIEMAT.

Implementación en el [portal de grupo PVLab](#): José Luis Piñán - Unidad de Desarrollo de Aplicaciones y Sistemas Informáticos - CIEMAT.

3.1.3 Descripción

Segunda versión del portal web del grupo **PVLab**. Contiene información y documentación añadida para dar a conocer en mayor profundidad las actividades del laboratorio.

3.1.4 Modificaciones respecto de la versión anterior

1. Disponer la información en un proyecto documental, en lugar de en un único documento, con el fin de facilitar el manejo, la usabilidad, la incorporación de nueva información, el desarrollo de nuevas versiones, la vigencia y facilidad de adaptación del proyecto ante eventuales cambios de plataforma, etc.
2. Adaptar el proyecto y archivos fuente a un esquema tipo FAIR (**F**indable, **A**ccessible, **I**nteroperable, **R**eusable).
3. Reflejar en su descripción y actividad los cambios producidos tras la obtención de la acreditación de parte de sus actividades.
4. Actualizar el apartado correspondiente a la descripción del PVLab, **El Laboratorio**.
5. Integrar el apartado **Inicio** en el proyecto documental.
6. Ampliar la información del apartado **Quienes Somos**, mostrando adicionalmente el organigrama del laboratorio.
7. Cambiar el título del apartado *Servicios de Calibración* por *Servicios de Calibración Acreditados*.
8. Añadir el epígrafe **Publicaciones** dentro del apartado **Divulgación**.
9. Anadir el apartado **Documentos**, para disponer del Certificado de Acreditación, el Anexo Técnico y, eventualmente, de otros documentos de interés que deseen publicarse en el portal web del PVLab.
10. Añadir el apartado **Contacto**, con el contacto directo al laboratorio.
11. Añadir imágenes del laboratorio (infraestructuras, equipos) en diversos apartados con el objeto de ilustrar el contenido.

3.1.5 Accesibilidad

1. Accesible desde el [link de grupo PVLab](#) en fecha [aún no establecida].
2. Habilitada la entrada desde del portal [Ciemat \(link de grupo pvlab\)](#) en fecha [aún no establecida].
3. Accesible desde el [portal de grupo pvlab](#) en fecha [aún no establecida].

3.2 Versión 1.0.0

Características de la versión a actualizar:

3.2.1 Nombre de la versión

Versión 1.0.0 (Junio 2021)

3.2.2 Autores

Generación de contenido: José Pedro Silva - Unidad de Energía Solar Fotovoltaica - CIEMAT.

Implementación en [portal de grupo PVLab](#): José Luis Piñán - Unidad de Desarrollo de Aplicaciones y Sistemas Informáticos - CIEMAT.

3.2.3 Descripción

Primera versión del portal web del grupo **pvlab**. Contiene la documentación básica para conocer las actividades del grupo.

3.2.4 Modificaciones respecto de la versión anterior

Primera versión.

3.2.5 Accesibilidad

1. Accesible desde el [link de grupo pvlab](#) en fecha 16/09/2021.
2. Habilitada la entrada desde del portal Ciemat ([link de grupo pvlab](#)) en fecha 14/09/2021.
3. Accesible desde el [portal de grupo pvlab](#) en fecha 22/06/2021.

Integrado en la Unidad de Energía Solar Fotovoltaica del Ciemat (División de Energías Renovables – Departamento de Energía), el **PVLab** realiza un importante conjunto de actividades en apoyo al sector fotovoltaico, contribuyendo con sus servicios y otros resultados de su actividad a la generación de conocimiento y al desarrollo tecnológico en la materia.

Sus tareas comprenden desde la **calibración y el ensayo de sensores y componentes** hasta la **investigación aplicada** en áreas como la metrología solar, magnitudes eléctricas y nuevas tecnologías, pasando por la participación y dirección de **comités de normalización y certificación**, el **desarrollo tecnológico** en técnicas de medida y tratamiento de datos, así como la **formación** de diversos actores implicados y la **divulgación** de sus resultados en el ámbito científico y tecnológico.

5.1 El Laboratorio

El Laboratorio de Energía Solar Fotovoltaica del Ciemat (**PVLab**) se encuentra integrado en la Unidad de Energía Solar Fotovoltaica (UESF) de la División de Energías Renovables, perteneciente al Departamento de Energía del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (**CIEMAT**). El PVLab agrupa un conjunto de actividades de ensayo y calibración, algunas de las cuales se desarrollan de conformidad con la Norma *UNE-EN ISO/IEC 17025: 2017: Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración*.

El PVLab se caracteriza por la realización de **Servicios Técnicos de Ensayo y Calibración** internos y externos, que, iniciados hace casi 30 años, ya se consideran emblemáticos en el sector. Se trata de una actividad central y fundamental del laboratorio en apoyo de fabricantes, usuarios, ingenierías y centros de investigación, con más de 5.000 informes técnicos realizados para más de 300 actores del mercado fotovoltaico. Entre dichas actividades, se encuentra la calibración de sensores de irradiancia solar, medidas y ensayos de células, módulos y componentes fotovoltaicos y evaluación de centrales FV.

Adicionalmente, el laboratorio lleva a cabo una tenaz contribución al **desarrollo normativo especializado**, dirigiendo y participando en diversos comités técnicos de normalización y certificación desde hace casi dos décadas.

Por otro lado, el laboratorio desarrolla sus funciones en el ámbito de la **investigación, el desarrollo y la utilización de la Energía Solar Fotovoltaica**, por lo que es también pro-activo en investigación aplicada, en campos de interés como la **radiometría solar**, situándose a la cabeza de los avances realizados en metrología de la radiación solar, la **medida de magnitudes eléctricas** en el ámbito de las aplicaciones fotovoltaicas o el desarrollo de **software científico-técnico** aplicado a la caracterización y modelización de dispositivos y sistemas. Globalmente, su actividad se plasma en un amplio conjunto de tareas que, sostenidas en el tiempo, conforman una larga trayectoria y una gran contribución al know-how existente.

Finalmente, la **formación impartida**, tanto para el propio personal interno como para profesionales del sector y estudiantes de ciencias e ingenierías, así como la **coordinación y participación en proyectos de investigación y desarrollo** en los ámbitos de actuación, completan la presencia del laboratorio en su entorno.



Figura 5.1: Vista de las instalaciones en exterior del PVLab.

5.2 Quienes Somos



Figura 5.2: Integrantes del PVLab.

Actualmente, el PVLab está compuesto por seis personas, entre doctores, licenciados/graduados e ingenieros:

José Lorenzo Balenzategui Manzanares (jl.balenzategui@ciemat.es) Responsable de las áreas de Calibración de Patrones y Calibración de Pirheliómetros.

José Cuenca Alba (jose.cuenca@ciemat.es) Responsable del área de Magnitudes Eléctricas.

Fernando Fabero Correas (fernando.fabero@ciemat.es) Jefe del PVLab.

Eduardo Mejuto Mendieta (eduardo.mejuto@ciemat.es) Responsable del área de Calibración de Pirheliómetros.

María Molero García (Maria.Molero@ciemat.es) Técnico de las áreas de Calibración de Patrones y Calibración de Pirheliómetros.

José Pedro Silva Montero (josepedro.silva@ciemat.es) Responsable de Calidad.

La ubicación y estructura interna del PVLab, a partir de la Dirección del Departamento de Energía, se muestra en la siguiente figura:

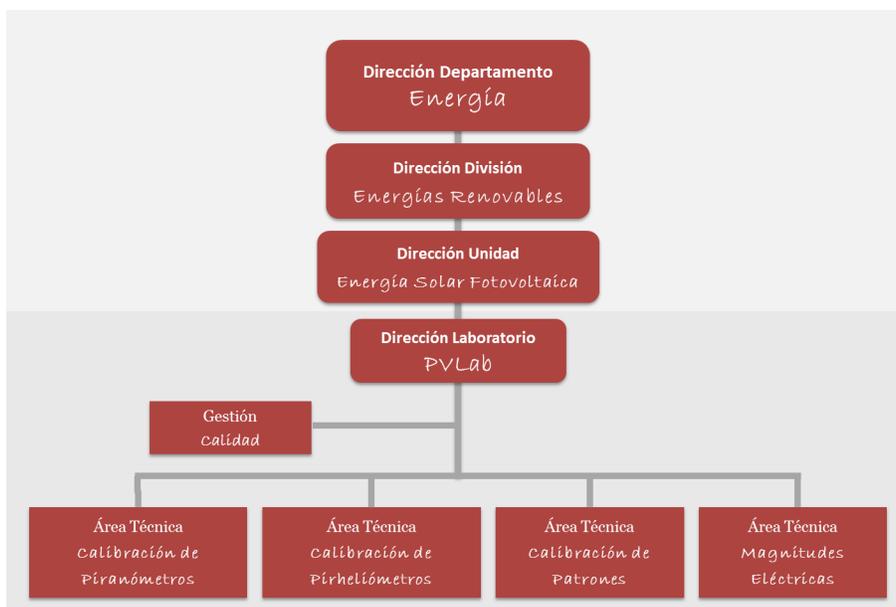


Figura 5.3: Ubicación jerárquica y organigrama interno del PVLab.

5.3 Un poco de Historia

La Unidad de Energía Solar Fotovoltaica del CIEMAT (UESF-CIEMAT) viene desarrollando su actividad en I+D en células, módulos, componentes y sistemas FV desde 1986. Sus principales áreas de actuación son la reducción de costes, el aumento de rendimiento y la fiabilidad de todos los componentes de los sistemas FV, la investigación en materiales para células FV, el desarrollo de nuevos conceptos para la generación de electricidad, utilizando el Sol como fuente de energía primaria, y el apoyo a los actores implicados en la implementación y mantenimiento de sistemas fotovoltaicos.

Dentro de la Unidad de Energía Solar Fotovoltaica, el Laboratorio de Componentes y Sistemas Fotovoltaicos (LabDER, y posteriormente PVLabDER) ha agrupado durante décadas tradicionalmente el testigo de los Servicios Técnicos realizados para entidades externas. Bajo esta organización común, constan en la Red de Laboratorios e Infraestructuras de la Comunidad de Madrid los laboratorios de calibración específicos:

1. **Laboratorio de Calibración de Instrumentos de Medida de la Radiación Solar (Nº 140)**, donde se realiza, bajo luz solar natural, la calibración de piranómetros y pirheliómetros según ISO 9847 e ISO 9059 (actualmente, formando parte de la actividad acreditada del PVLab), así como la calibración de la corriente de cortocircuito de células fotovoltaicas y fotodiodos.
2. **Laboratorio de Calibración de Módulos Fotovoltaicos (Nº 145)**, donde se calibran los parámetros eléctricos de módulos fotovoltaicos (I_{sc} , V_{oc} , P_{max} , FF) y los coeficientes de temperatura ($\alpha_{I_{sc}}$, $\beta_{V_{oc}}$, $\gamma_{P_{max}}$) mediante la medida de su curva característica Intensidad – Tensión, tanto en Condiciones Estándar de Medida (STC) como en diferentes rangos de irradiancia y temperatura de célula.
3. **Laboratorio de Calibración de Células Solares Fotovoltaicas (Nº 261)**, donde se realiza la calibración de células solares fotovoltaicas (curva característica intensidad-tensión, coeficientes de temperatura, respuesta espectral), así como otro tipo de ensayos (termografía, electroluminiscencia, LBIC).

A finales del año 2015, la Unidad de Energía Solar Fotovoltaica del CIEMAT puso en marcha el **proceso de acreditación del PVLab**. Actualmente, el PVLab integra diversas actividades de calibración del laboratorio en un Sistema Unificado de Gestión de la Calidad (SGC), operando bajo las prescripciones de la norma UNE-EN ISO/IEC 17025, por lo que se encuentran ya preparadas para trabajar en un entorno acreditado.

En mayo de 2021, el PVLab se sometió a una auditoría externa inicial bajo el auspicio de ENAC, donde se evaluó tanto la eficacia de su Sistema de Gestión de la Calidad como su competencia técnica en las áreas de Radiometría y de

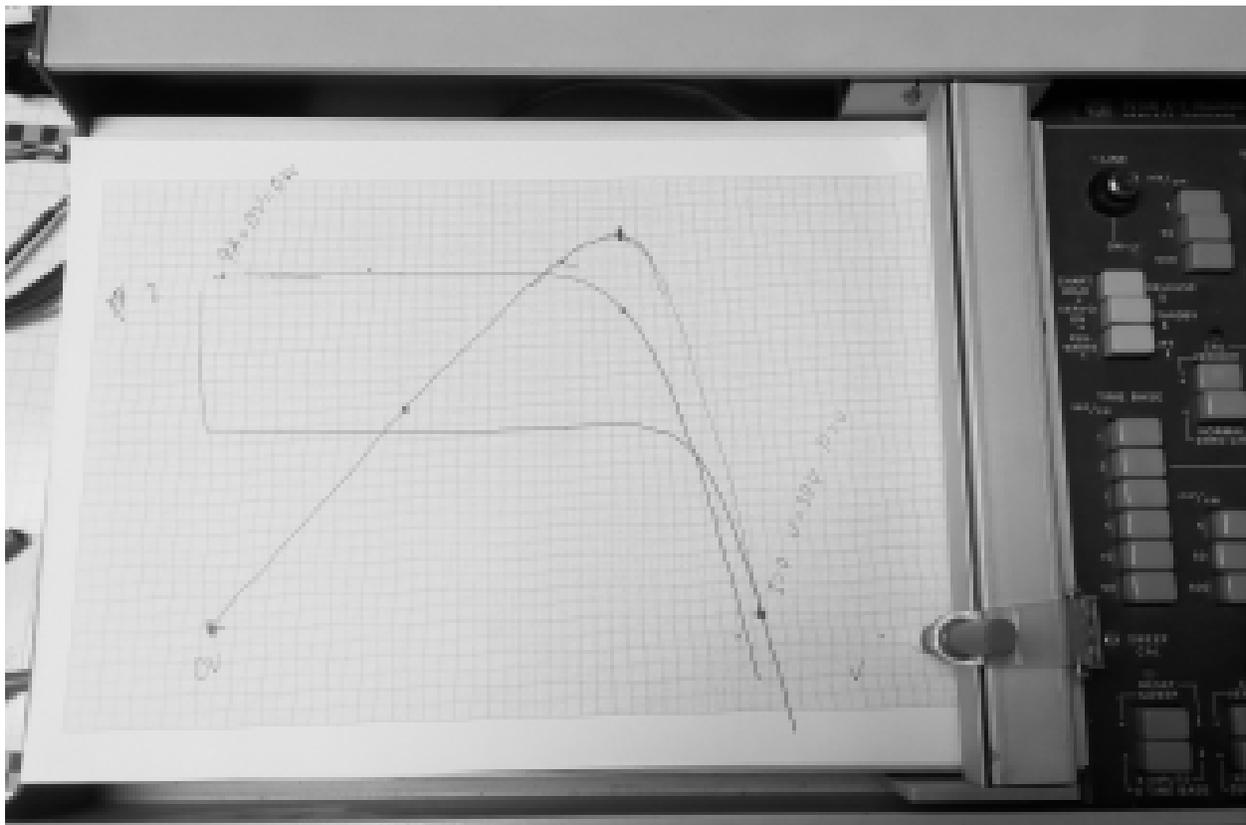


Figura 5.4: Antiguo trazador de curvas características intensidad-tensión de módulos fotovoltaicos.

Magnitudes Eléctricas.

Finalmente, el PVLab obtuvo su condición de **Laboratorio Acreditado por ENAC**, por resolución de su Comisión de Acreditación de fecha 29 de octubre de 2021 (ENAC 272/LC10.237).

Servicios de Calibración Acreditados

Entre las actividades que realiza el laboratorio se encuentra proporcionar Servicios Técnicos de Calibración en diversas áreas técnicas, orientados a satisfacer necesidades tanto internas como externas.

Entre las primeras se encuadran las peticiones dentro de la misma unidad, como por ejemplo calibraciones internas de sensores y otros dispositivos para su uso prescrito en los Procedimientos Técnicos de Calibración, o bien para dar cumplimiento a los preceptivos ejercicios de intercomparación entre diferentes laboratorios, así como otras actividades de aseguramiento de la calidad. Por otro lado, diversas unidades científicas del centro requieren ocasionalmente de los servicios de calibración del laboratorio, principalmente para certificar la calidad de sus mediciones en el ámbito de proyectos I+D o bien asegurar la buena operación de sensores en instalaciones propias o pertenecientes a distintos consorcios y redes de medida.

No obstante lo anterior, los Servicios Externos ocupan el grueso de la actividad de calibración del laboratorio. De este modo, a través de ellos se certifican sensores y dispositivos para que fabricantes, usuarios finales, ingenierías y consultorías, operadores de plantas generadoras, departamentos de múltiples universidades, grupos especializados de centros de investigación, etc., todos ellos relacionados directa o indirectamente con la Energía Solar y con el sector fotovoltaico, puedan asegurar la correcta trazabilidad de sus medidas.

De este modo, el PVLab mantiene una actividad sostenida y creciente desde hace años, habiendo generado durante el año 2021, como ejemplo, un total de 507 certificados e informes de medida y calibración. A este respecto, la Oficina de Transferencia de Tecnología del Ciemat trabaja junto con los laboratorios centralizando la gestión de solicitudes, ofertas y pedidos, según un procedimiento general para todo el centro. Las comunicaciones y los registros de cada servicio se almacenan y transmiten internamente por medio de un Sistema Integrado para la Gestión de Servicios (SIGS).

Actualmente, el PVLab presta Servicios de Calibración en las siguientes áreas, bajo el amparo de la acreditación ENAC:

1. **Calibración de piranómetros** (Procedimiento Técnico PT-PVLab-02, basado en ISO 9847).
2. **Calibración de pirheliómetros** (Procedimiento Técnico PT-PVLab-03, basado en ISO 9059).
3. **Calibración de patrones** (Procedimiento Técnico PT-PVLab-07, basado en ISO 9059).
4. **Calibración de Magnitudes Eléctricas** (Procedimientos Técnicos PT-PVLab-04 y PT-PVLab-09, basados en CEM EL-006).



Figura 6.1: Pirheliómetros para la medida de la irradiancia solar directa.

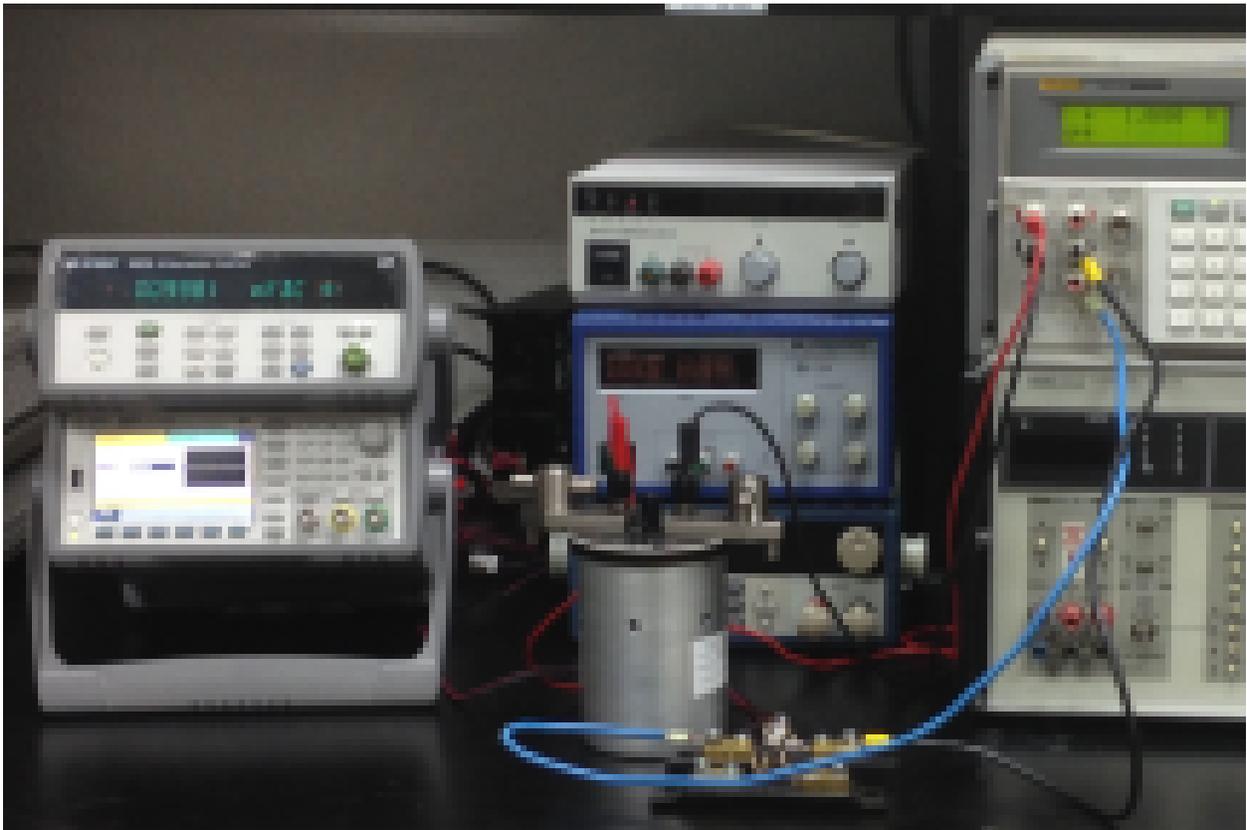


Figura 6.2: Montaje para la calibración de shunts de medida de corriente continua.



Figura 6.3: Piranómetros para la medida de la irradiancia solar global.

7.1 Entorno Acreditado

El PVLab ha obtenido la acreditación por parte de ENAC en varias actividades de calibración en el **área de metrología solar**, en particular la calibración de diferentes sensores de radiación solar como **pirheliómetros**, utilizados para la medida de la radiación solar directa, y **piranómetros**, utilizados en la medida de la radiación solar global y difusa. En este área, el PVLab dispone de la experiencia, conocimientos y recursos que lo sitúan entre los laboratorios mejor reconocidos a nivel mundial en su campo, y participa de modo regular en las intercomparaciones al más alto nivel metrológico, como la **International Pyrheliometer Comparison (IPC)**, en el **PMOD-WRC** en Davos (Suiza) donde se comparan sus equipos con los del *World Standard Group* o *WSG*, que constituyen la Referencia Radiométrica Mundial (*WRR*), obteniendo así la trazabilidad primaria a dicha escala, así como al Sistema Internacional de Unidades (*SI*).

Adicionalmente, el PVLab ha logrado la acreditación de parte de su tradicional actividad en el **área de magnitudes eléctricas**, en particular la calibración de diferentes **resistencias de precisión (shunts)** de corriente continua en diversos rangos. Éstas, en el ámbito de los ensayos y calibraciones de dispositivos y componentes fotovoltaicos, son utilizadas principalmente en la actividad de medida de la radiación solar, tanto en sensores calorimétricos (resistencias para la medida de lazos de corriente) como en dispositivos fotovoltaicos (resistencias acopladas a células y módulos fotovoltaicos) diseñados y/o calibrados para la medida de la irradiancia solar.

Por otro lado, la existencia de Acuerdos Multilaterales de Reconocimiento (MRA) que ENAC ha firmado en el seno de las organizaciones internacionales EA (European Cooperation for Accreditation) e ILAC (International Cooperation for Accreditation), facilitan el reconocimiento internacional de los certificados emitidos por entidades acreditadas por ENAC. A este efecto, el uso de la marca internacional ILAC-MRA es utilizada en combinación con la marca del organismo nacional de acreditación.

El PVLab tiene la expectativa de incorporar progresivamente nuevos Procedimientos Técnicos, dentro de su campo de actuación, en los que ya cuenta con una gran experiencia, ampliando su oferta de actividades acreditadas, como por ejemplo la calibración de células y módulos fotovoltaicos, o bien la de otros sensores y sondas de uso en el sector.



Figura 7.1: Marca internacional combinada ENAC/ILAC-MRA y número de laboratorio acreditado.

7.2 Gestión de la Calidad

El PVLab ha asumido el compromiso de calidad del centro, por lo que ha implementado un Sistema de Gestión de la Calidad conforme a los requisitos de la norma **UNE-EN ISO/IEC 17025: 2017**, creando así un marco de calidad reconocido nacional e internacionalmente. Dicho sistema tiene como objetivo garantizar la existencia de sistemáticas para un correcto funcionamiento, así como una implementación eficaz de las mismas. De este modo, se han implementado procesos operativos, estratégicos y de apoyo, mediante los cuales el laboratorio logra acreditar su competencia técnica y desarrollar todas sus actividades en un entorno activo de gestión y mejora permanente de la calidad.

Entre dichas sistemáticas dirigidas a garantizar la coherencia interna y la mejora continua se encuentran:

1. La definición de la estructura, el entorno, los puestos y las responsabilidades en el laboratorio, para cada una de las sistemáticas declaradas, así como su **política de calidad**. La acreditación de la capacitación de su personal y su autorización para las funciones que realiza, así como su compromiso con la confidencialidad.
2. Planes de formación inicial y de formación continua.
3. Las **sistemática de los trabajos de calibración** recogidas en los correspondientes Procedimientos Técnicos de Calibración, Procedimientos Específicos, Anexos, registros, manuales, etc., así como los programas de intercomparaciones y de actividades de aseguramiento de la calidad. La gestión de los equipos propios del SGC, planes de calibración, verificación y mantenimiento, así como la gestión y custodia de los ítems a calibrar,
4. La descripción y relación entre sí de los **procesos** en base a los cuales se estructura y organiza el laboratorio, la gestión de la documentación interna y externa, la sistemática de comunicación interna, así como la declaración, revisión y seguimiento de objetivos anuales e inter-anuales,
5. El **análisis y la gestión de los riesgos** que afectan a la planificación, gestión técnica o gestión económica del laboratorio; análisis de las debilidades y amenazas que condicionan el entorno del laboratorio, así como de sus fortalezas y oportunidades (diagrama DAFO), la gestión de no conformidades, trabajos de calibración no conformes, acciones correctivas, acciones preventivas y acciones de mejora, así como la gestión del cambio,
6. La **gestión de ofertas, servicios y contratos** a realizar por el laboratorio, la comunicación con el cliente y la gestión de la información de retorno, quejas, sugerencias, etc. Por otro lado, la gestión de compras, recepción cuantitativa y cualitativa de equipos, así como el análisis de los proveedores y de sus sistemas de calidad reconocidos,

Además de ello, el laboratorio se somete a los preceptivos procesos de **auditorías internas y externas**, así como las revisiones anuales por la dirección del centro.

De acuerdo con todo ello, el laboratorio establece como compromiso básico de su Política de Calidad ofrecer un servicio técnico acorde con las buenas prácticas profesionales y orientado hacia el cumplimiento de los requisitos de sus clientes, para lo cual declara su **firme compromiso con la imparcialidad y la confidencialidad**.



Figura 7.2: Diagrama simplificado de procesos.

8.1 Participación en Comités

El PVLab participa activamente en los siguientes Comités de Normalización:

1. **CTN220**: Sistemas de Energía Solar Fotovoltaica. Constituye el Comité Nacional espejo de los comités IEC/TC 82 y CLC/TC 82 - Sistemas de conversión fotovoltaica de la energía solar. Ejerce la presidencia y varias vocalías, contribuyendo activamente en las actividades de normalización en el sector fotovoltaico, así como a la edición de normas UNE, y participando en los grupos de trabajo internacionales **IEC/TC82/WG2** y **CLC/TC82/WG1**.
2. **CTN094**: Energía Solar Térmica. Constituye el Comité Nacional espejo del ISO/TC180 Energía Solar, donde el PVLab se encuentra implicado en la elaboración y revisión de normas referentes a la metrología solar, así como sensores de radiación solar y su calibración.

Adicionalmente, el PVLab participa como laboratorio de ensayo en el *IEC System for Certification to Standards relating to Equipment for use in Renewable Energy Applications* (**IECRE**).

8.2 Proyectos I+D

Asimismo, sus miembros participan en proyectos I+D (actualmente el proyecto DEPRISACR, Desarrollo de Patrones Primarios de Irradiancia Solar basados en Radiómetros de Cavidad, que finaliza en el mes de octubre de 2021), habiéndose solicitado un nuevo proyecto del PN I+D como continuación de la actividad, relacionados con la medida de la irradiancia solar.

El proyecto DEPRISACR trata sobre la medida de la radiación solar con alta precisión y baja incertidumbre. Esta medida es fundamental en el contexto energético, climatológico y medioambiental actual y, precisamente por ello, este proyecto trata de investigar y profundizar en los aspectos metrológicos para su estimación correcta y fiable.

El instrumento que se utiliza como referencia con el máximo nivel metrológico para medir la radiación solar es el **radiómetro absoluto de cavidad (ACR)**, que trabaja bajo el principio de sustitución eléctrica. Su trazabilidad actual al SI se obtiene por comparación contra la referencia mundial WRR (del inglés «*World Radiometric Reference*»), realizada por un grupo de patrones, el *Word Standard Group* o WSG, mantenido por el **PMOD-WRC** (Davos, Suiza).

A partir de este tipo de instrumentos primarios, se disemina la escala de irradiancia a patrones y sensores de uso en todo tipo de instalaciones solares, en laboratorios y fabricantes.

El proyecto tiene dos objetivos principales:

1. Caracterizar un ACR ya disponible por calibración de todos sus componentes, obteniendo su incertidumbre de medida propia y estableciendo una escala (dual) para la calibración de pirheliómetros y piranómetros con trazabilidad al SI.
2. Investigar en formas de reducir la incertidumbre de medida de los ACR mediante el ensayo y simulación en diversos fenómenos en que se basa su funcionamiento (incorporando un cuerpo negro a la entrada del ACR, probando distintas configuraciones del sistema óptico de entrada, realizando simulaciones de distintas configuraciones de la cavidad y los elementos calefactores, probando y diseñando nuevos circuitos electrónicos de control y medida, y probando sistemas de refrigeración activos que permitan tener un punto de referencia con temperatura estable).

El proyecto apuesta por tanto por una doble vertiente: por un lado, la diseminación de la escala de irradiancia en todo el tejido científico, técnico e industrial a nivel nacional en el ámbito de la energía solar basándose en radiómetros de cavidad comerciales; por otro, en el desarrollo de nuevos instrumentos que permitan mejorar su precisión y fiabilidad para afrontar los retos que en materia de evaluación y producción energética, de cambio climático y preservación del medio ambiente se exigen progresivamente desde diversos ámbitos.

9.1 Eventos

Próximos eventos:

9.1.1 XVIII Congreso Ibérico (XIV Iberoamericano) de Energía Solar

Del 20 al 23 de Junio de 2022 se celebrará el XVIII Congreso Ibérico y XIV Congreso Iberoamericano de Energía Solar, CIES 2022, donde se celebra el 40 aniversario del primer Congreso Ibérico de Energía Solar. El plazo para la presentación de los Resúmenes para el Congreso es desde el 16 de febrero hasta el 3 de abril de 2022.

Link: <http://www.cies-congreso.org/67569/detail/xviii-congresso-iberico-e-o-xiv-congresso-ibero-americano-de-energia-solar.html>

Fecha aproximada de publicación del evento: febrero 2022.

9.1.2 VII Congreso Español de Metrología

Durante los días 27, 28 y 29 de septiembre de 2022 se celebrará en el Centro de Congresos y Exposiciones «Lienzo Norte» de Ávila el séptimo Congreso Español de Metrología, organizado por el Centro Español de Metrología (CEM). El PVLab participará en el mismo con varias comunicaciones, dando cuenta de sus avances en el ámbito de la metrología en irradiancia solar.

Link: <https://www.congresodemetrologia.cem.es>

Fecha de aproximada de publicación del evento: octubre 2021

Eventos pasados:

9.1.3 13th WMO International Pyrheliometer Comparisons IPC-XIII

El PVLab – CIEMAT participó en la última Comparación Internacional de Pirheliómetros (IPC-XIII) que tuvo lugar entre el 27 de septiembre y el 15 de octubre de 2021 en el Physikalisch-Meteorologisches Observatorium Davos / World Radiation Center (PMOD-WRC) en Davos Dorf, Suiza. Dicha edición de este importante evento de periodicidad quinquenal, inicialmente prevista en 2020, tuvo que ser aplazada a causa de la situación de pandemia. El este evento, el Dr. José Lorenzo Balanzategui presentó la comunicación titulada «*On the characterization of an AHF cavity radiometer and its traceability to WRR/SI*» (ver publicaciones).

La *International Pyrheliometer Comparison* es un evento de la máxima importancia para el laboratorio, puesto que, a partir de las medidas de la irradiancia solar allí realizadas con los Radiómetros de Cavidad Absoluta del PVLab, se obtiene el factor de corrección de cada equipo a la Referencia Radiométrica Mundial o *World Radiometric Reference* (WRR), esto es, la trazabilidad directa a la WRR, que el PVLab se encarga de preservar, mantener y disseminar en sus calibraciones.

Es preciso anotar que la WRR ha sido durante décadas y sigue siendo, a fecha actual, la escala primaria mayormente aceptada y por tanto la de uso generalizado. Actualmente existe un esfuerzo internacional que procura su confluencia con el Sistema Internacional (SI), siendo la diferencia detectada de aproximadamente 0,3 %.

Fecha de publicación del evento: Abril de 2021.

Link: <https://www.pmodwrc.ch/en/IPC-XIII/>

9.1.4 Intercomparación ENAC organizada por el SPI – INTA

El PVLab – CIEMAT participó en la Intercomparación ENAC 2019/02EL de la magnitud Resistencia Eléctrica, organizada por el *Servicio Proveedor de Intercomparaciones del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial* (SPI-INTA) a través del Laboratorio de Electricidad del Centro de Metrología y Calibración del INTA. El presente evento, aunque acumulando varios retrasos a causa de la situación creada por la pandemia, se desarrolló progresivamente, y los “Patrones viajeros” llegaron al PVLab- CIEMAT durante el mes de octubre de 2021.

Fecha de publicación del evento: Junio de 2019.

Link: <https://inta.es/METROLOGIA/es/actividades/proveedor-de-intercomparaciones/ano-2019/>

9.2 Publicaciones

2021

N.Riedel-Lyngskær, A.A. Santamaría Lancia, F.Plug, I.Kröger, M.R. Vogt, C. Schinke, R.S. Davidsen, M. Amdemeskel, M.J. Jansen, P. Manshanden, L.H. Slooff, A.J. Carr, M. Bliss, T. Betts, M.E. Mayo, I.P. Jauregui, J.L. Balanzategui, R. Roldan, G. Bellenda, M. Caccivio, U. Kräling, F. Neuberger, D. Zirzow, J. Crimmins, C. Robinson, B. King, W. Teasdale, C. Kadir, J. Watts, R. Desharnais, P.B. Poulsen, M.L. Jakobsen, G.A. dos Reis Benatto. “Interlaboratory comparison of angular-dependent photovoltaic device measurements: Results and impact on energy rating”. *Progress in Photovoltaics – Research and Applications* (2021) Vol.29, pp.315–333.

Morales-Aragón, J.I.; Alonso-García, M.d.C.; Gallardo-Saavedra, S.; Alonso-Gómez, V.; Balanzategui, J.L.; Redondo-Plaza, A.; Hernández-Callejo, L. “Online Distributed Measurement of Dark I-V Curves in Photovoltaic Plants”. *Applied Sciences* 2021, Vol.11, 1924.

J.L. Balanzategui, J. De Lucas, J. Cuenca, M. Molero, M.C. Romero, J. Fabero, J.P. Silva, E. Mejuto, F.J. Ibañez. “On the characterization of an AHF cavity radiometer and its traceability to WRR/SI”. *IPC-XIII / FRC-V / IPgC-III Symposium* (Davos, octubre 2021). <http://documenta.ciemat.es/handle/123456789/1436>.

2020

J.L.Balanzategui; J. de Lucas; J. Cuenca; M. Molero; F. Fabero; E. Mejuto; J.P. Silva; A. González-Leitón; F. Conde; P. Hernández: “Caracterización de radiómetros absolutos de cavidad como patrones primarios de irradiancia solar”. XVII Congreso Ibérico y XIII Congreso Iberoamericano de Energía Solar. Laboratorio Nacional de Energía e Geología (LNEG) Portugal, 2020.Nov-2020.

J.L.Balanzategui; M. Molero; J. Cuenca; F. Fabero; E. Mejuto; J.P. Silva; J. de Lucas: “Efecto de la temperatura de operación en la calibración de pirheliómetros según ISO 9059”. XVII Congreso Ibérico y XIII Congreso Iberoamericano de Energía Solar. Laboratorio Nacional de Energía e Geología (LNEG) Portugal, 2020. Nov-2020.

Salis E, Gerber A, Andreasen JW, [...] Balanzategui JL (25/30) [...] Lauer mann I: “A European proficiency test on thin-film tandem photovoltaic devices”. Prog. Photov. Res. Appl. 2020; 28: 1258–1276.

2019

J.L.Balanzategui, F.Fabero, J.P.Silva, 2019, “Solar Radiation Measurement and Solar Radiometers”, in J. Polo et al. (eds.), “Solar Resources Mapping” (Springer) 15-69, ISBN: 978-3-319-97484-2 [DOI: 10.1007/978-3-319-97484-2_2].

J.P.Silva, J.L. Balanzategui, L. Martín-Pomares, S. Wilbert, J. Polo-Martínez: “Quality Assurance in Solar Radiation Measurements”, in Solar Resources Mapping – Fundamentals and Applications. ISBN/ISSN: 978-3-319-97483-5. DOI: 10.1007/978-3-319-97484-2. Springer Nature Switzerland, 2019.

J.Polo, L.Martín-Pomares, C.A. Gueymard, J.L. Balanzategui, F. Fabero, J.P. Silva, 2019, “Fundamentals: Quantities, Definitions, and Units”, in J. Polo et al. (eds.), “Solar Resources Mapping” (Springer) ISBN: 978-3-319-97484-2 [DOI: 10.1007/978-3-319-97484-2_1].

J.L. Balanzategui, J. De Lucas, A.M. Glez-Leiton, J.P. Silva, J. Cuenca, E. Mejuto, P. Hernández, T. Vicente: “Development of Solar Irradiance Primary Standards based on Absolute Cavity Radiometers”. Tempmeko & TempBeijing & MMC 2019.

J.P.Silva: “Temperatura de Operación de Módulos Fotovoltaicos”. Colección Documentos Ciemat. Madrid, (España): CIEMAT, 2019. Disponible en Internet en: <<https://cpage.mpr.gob.es/>>. ISBN 978-84-7834-826-8. Depósito legal: M-39913-2019.

Ernesto Miguel Solís Alemán; Juan de la Casa Higuera; J.P. Silva; Irene Romero Fiances; Gustavo Nofuentes Garrido: “A study on the degradation rates and the linearity of the performance decline of various thin film technologies”. Solar Energy. 188, pp. 813 - 824. Elsevier, 29/06/2019. DOI: 10.1016/j.solener.2019.06.067.

2018

E.Mejuto; M. Alonso; J. Cuenca; J.P. Silva; J.L. Balanzategui; F. Fabero; F. Chenlo: “Validación de calibración de piranómetros en interior conforme a ISO 9847 para monitorización de centrales fotovoltaicas. Comparación experimental en interior con exterior”. Actas del XVI Congreso Ibérico y XII Congreso Iberoamericano de Energía Solar. –, pp. 875 - 882. España. Asociación Española de Energía Solar, 2018.

N.Martín-Chivelet, J. C. Gutiérrez, M.A. Abella, F. Chenlo, J. Cuenca: “Building Retrofit with Photovoltaics: Construction and Performance of a BIPV Ventilated Façade”. Energies. <https://doi.org/10.3390/en11071719>. Julio 2018.

2017

J.Polo, M.Alonso-Abella, J.A.Ruiz-Arias, J.L.Balanzategui, 2017, “Worldwide analysis of spectral factors for seven photovoltaic technologies”. Solar Energy, Vol. 142: 194-203.

2016

J.Polo; M.C. Alonso; J.P. Silva; M. Alonso Abella: “Modelling the performance of rooftop photovoltaic systems under urban mediterranean outdoor conditions”. Journal of Renewable and Sustainable Energy. 8 - 013502 (2016), pp. 1 - 10. AIP Publishing LLC, 25/02/2016.

S.Pinilla, J.L.Balanzategui, E.Elizalde, C.Morant, 2016, “Carbon nanotube net as a conductive and transparent film for solar energy conversion”. International Journal of Nanotechnology, Vol.13: 189-199.

2015

Eduardo Forniés; J.P. Silva: “Cell-to-module losses in standard crystalline PV modules – An Industrial Approach”. *Photovoltaics International*. 29 - 1, pp. 91 - 100. 09/2015.

2014

M.Alonso; F. Chenlo; F. Fabero; M.A. Ariza; E. Mejuto: “Measurement of Irradiance Sensors for “PR” Calculation in PV Plants”. 29th Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition. –, pp. 3452 - 3455. Europa.WIP Renewable Energies, 2014.

J.P.Silva; B. Asenjo Zamorano; N. Vela: “Proyecto Inndisol. Caracterización de módulos fotovoltaicos de diversas tecnologías”. *Era Solar*. 182 - 1, pp.42 - 47. 09/2014.

E.Forniés, J.L.Balenzategui, M.C.Alonso-García, J.P.Silva, 2014, “Method for Rsh determination and comparison with standard methods”. *Solar Energy*, Vol. 109: 189-199.

Miguel Torres Ramírez; Gustavo Nofuentes Garrido; J.P. Silva: “Study on analytical modelling approaches to the performance of thin film PV modules in sunny inland climates”. *Energy*. 73 (2014) - 1, pp. 731 - 740. Elsevier, 14/08/2014.

M.A.Munoz-Garcia, A.Melado-Herreros, J.L.Balenzategui, et al., 2014, “Low-cost irradiance sensors for irradiation assessments inside tree canopies”, *Solar Energy*, Vol. 103:143-153.

M.Pravettoni; R. Galleano; G. Jungst; J.L. Balenzategui; S. Bartocci; J.A. Bogeat Sanchez-Piqueras; F. Fabero; R. Fucci; J. Gadermaier; T. Gomez Rodriguez; K. Hoogendijk; C. Lanconelli; M. Marzoli; A. Minuto; M Rennhofer; A. Serrano-Pérez; W. Zaaïman. “Results of the Fourth International Spectral Measurement Intercomparison of a Steady-state AM0 Solar Simulator”. 6th World Conference on Photovoltaic Energy Conversion. 2014

2013

J.Cuenca, M.C. Alonso, F. Chenlo. “Comportamiento de las células de los módulos fotovoltaicos en operación inversa”. *Revista Era Solar*, Volumen 175, pp. 32-37. Julio 2013.

2012

J.L.Balenzategui, J.Cuenca, I.Rodríguez-Outón, F.Chenlo, 2012, “Intercomparison and Validation of Solar Cell I-V Characteristic Measurement Procedures” *Proceedings of the 27th European Photovoltaic Solar Energy Conference & Exhibition (Frankfurt, Germany)* pp.1471-1476.

P.Arce, J.L. Balenzategui, J.M.Barcala, et al., 2012, “Effects of prolonged illumination with white light on the photo-response of carbon-doped hydrogenated amorphous silicon photo-detectors”, *Nuclear Instruments & Methods in Physics Research A* , Vol. 693: 253-260.

J.D.Santos, J.L.Balenzategui, J. Cárabe, JJ. Gandía, 2012, “Analysis of the effect of the p-i interface quality on the performance of a-Si:H solar cells by using variable intensity monochromatic light”, *Proceedings of the 27th European Photovoltaic Solar Energy Conference & Exhibition (Frankfurt, Germany)* pp. 2738-3742.

M.C.Alonso García; J.P. Silva; L. Pérez; F. Chenlo;P.J. Débora; E. Maderuelo; E. Mejuto; M. Angulo; J. Martín; V.Salas. “A comparative Analysis of PV modules efficiency from five different cell technology arrays: Experimental Results within the Calener Project”. 27th EU-PVSEC Conference and Exhibition (Frankfurt, Alemania). Sept-2012. ISBN 3-936338-28-0. DOI: 10.4229/27thEUPVSEC2012-4BV.2.19.

J.P.Silva; M.C. Alonso García; F. Chenlo; E. Maderuelo; E. Mejuto. “Temperature-Dependence of Small Grid Connected Inverters: a Simplified Model for Dynamic Environments”. 27th EU-PVSEC Conference and Exhibition (Frankfurt, Alemania). Sept-2012. ISBN 3-936338-28-0. DOI: 10.4229/27thEUPVSEC2012-4BV.4.33

J.Cuenca; M. C. Alonso-García; F. Chenlo; B. Asenjo: “Caracterización de curvas I-V de asociaciones de células fotovoltaicas en operación Inversa”. XV Congreso Ibérico y X Congreso Iberoamericano de Energía Solar (Vigo, Galicia, España). Junio-2012.

J.P.Silva; B. Asenjo; N. Vela; F. Chenlo: “Caracterización de módulos Fotovoltaicos de diversas tecnologías en el marco del proyecto Inndisol”. XV Congreso Ibérico y X Congreso Iberoamericano de Energía Solar (Vigo, Galicia, España). Junio – 2012.

I.Rodríguez-Outón; J.L.Balenzategui; F.Fabero; F.Chenlo: “Development of Optical Collimators for Accurate Calibration of Reference Solar Cells”. 27th Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition. –, pp. 3700 - 3704. Europa.WIP Renewable Energies, 2012.

N.Martín Chivelet; F. Chenlo; E. Mejuto: “Validating an angular of incidence losses model with different PV technologies and soiling conditions”. Proceedings of the 26th European Photovoltaic Solar Energy Conference (Frankfort, Alemania). Septiembre 2012. Pp. 3436-3438. ISBN 3-936338-28-0.

2011

N.Vela; M.C. Alonso-García; F. Fabero; N. Martín; F. Chenlo: “Issues when Comparing Indoors and Outdoors I-V Curve Measurements of New Technology Photovoltaic (PV) Modules”. 26th Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition. –, pp. 3434 - 3437. Europa.WIP Renewable Energies, 2011.

V.Salas; P.J. Débora; F. Fabero; M. Alonso-Abella; E. Olías; F. Chenlo; N. Vela: “Long-Term Performance Degradation of Various Technology of Photovoltaic Modules”. 26th Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition. –, pp. 3529 - 3532. Europa.WIP Renewable Energies, 2011

J.Cuenca, F. Chenlo: “Utilización de supercondensadores en aplicaciones fotovoltaicas”. Revista Era Solar, Volumen 164, pp. 48-52. Septiembre / octubre 2011.

N.Martín-Chivelet, F. Chenlo, M.C. Alonso, M.A. Ariza, E. Mejuto, A. Nositschka, D. Neumann, M.O. Prast, P. Mazón: “Surface soiling measurement in PV modules under real operation”. Proceedings of the 26th European PVSEC. Pp. 3597-3599. ISBN 3-936338-27-2.

2010

J.P.Silva; G. Nofuentes; J.V. Muñoz. “Spectral Reflectance Patterns of Photovoltaic Modules and Their Thermal Effects”. Journal of Solar Energy Engineering. 132 (2010) - 041016, pp. 1- 13. ASME, 14/10/2010.

I.Rodríguez-Outón; J.L. Balenzategui; F. Fabero; F. Chenlo: “Characterization of Light Sources with Absolute Cavity Radiometers for Indoor Reference Solar Cells Calibration Methods”. 25th Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition. –, pp. 549 - 553. Europa.WIP Renewable Energies, 2010.

D.Stellbogen; H.-D. Mohring; A. Jagomägi; E. Möttus; G. Friesen; D. Dominé; F. Fabero; T. Betts; R. Gottschalg; T. Zdanowicz; M. Prorok; W. Herrmann; J.L. Martin; A.G. de Montgareuil; J. Mertens; D. Faiman. “Comparative Outdoor Characterisation of PV Modules Across Europe”. 25th Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition. –, pp. 3774 - 3778. Europa.WIP Renewable Energies, 2010.

H.-D.Mohring; D. Stellbogen; A. Jagomägi; E. Möttus; T. Betts; R. Gottschalg; T. Zdanowicz; M. Prorok; G. Friesen; D. Dominé; A. Guérin de Montgareuil; F. Fabero; D. Faiman; W. Herrmann. “Energy Delivery of PV Devices – Implementation of Best Practices for Outdoor Characterisation and Testing”. 25th Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition. pp. 4322 - 4325. WIP Renewable Energies, 2010.

W.Herrmann; S. Zamini; F. Fabero; T. Betts; N. Van Der Borg; K. Kiefer; G. Friesen; H. Müllejans; H.-D. Mohring; M.A. Vázquez; D. Fraile Montoro: “PV Module Output Power Characterisation in Test Laboratories and in the PV Industry - Results of the European PERFORMANCE Project”. 25th Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition. pp. 3879 - 3883. WIP Renewable Energies, 2010.

S.Dittmann; G. Friesen; S. Williams; T. Betts; R. Gottschalg; H.G. Beyer; A. Guérin de Montgareuil; N. Van Der Borg; A.R. Burgers; T. Huld; B. Müller; C. Reise; J. Kurnik; M. Topic; T. Zdanowicz; F. Fabero: “Results of the 3rd Modelling Round Robin within the European Project “PERFORMANCE” – Comparison of Module Energy Rating Methods”. 25th Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition. –, pp. 4333 - 4338. Europa.WIP Renewable Energies, 2010.

D.Dominé; A. Jagomägi; A. Guérin de Montgareuil; G. Friesen; E. Möttus; H.-D. Mohring; D. Stellbogen; T. Betts; R. Gottschalg; T. Zdanowicz; M. Prorok; F. Fabero; D. Faiman; W. Herrmann. “Uncertainties of PV Module - Long-Term Outdoor Testing”. 25th Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition. pp. 4172 - 4178. WIP Renewable Energies, 2010.

CAPÍTULO 10

Documentos

10.1 Acreditación ENAC

Certificado de Acreditación.

Acreditación



Otorga la presente / Grants this

ACREDITACIÓN
272/LC10.237

a

**CENTRO DE INVESTIGACIONES
ENERGÉTICAS, MEDIOAMBIENTALES Y
TECNOLÓGICAS (CIEMAT)**
Unidad de Energía Solar Fotovoltaica.
División de Energías Renovables.
Departamento de Energía

Según criterios recogidos en la norma UNE-EN ISO/IEC 17025, para las actividades de CALIBRACIÓN definidas en el ANEXO TÉCNICO nº 272/LC10.237.

According to the criteria in the standard UNE-EN ISO/IEC 17025 for the Calibrations activities defined in the Technical Annex No 272/LC10.237.

Fecha de entrada en vigor / coming into effect: 29/10/2021



D. José Manuel Prieto Barrio
Presidente

La acreditación mantiene su vigencia hasta notificación en contra. Este documento no tiene validez sin su correspondiente anexo técnico. La presente acreditación y su anexo técnico están sujetos a modificaciones, suspensiones temporales y retirada. Su vigencia puede confirmarse en www.enac.es.

The accreditation maintains its validity unless otherwise stated. The present accreditation is not valid without its corresponding technical annex. This accreditation and its technical annex could be reduced, temporarily suspended and withdrawn. The state of validity of it can be confirmed at www.enac.es.

ENAC es firmante de los Acuerdos de Reconocimiento Mutuo establecidos en el seno de la European co-operation for Accreditation (EA) y de las organizaciones internacionales de organismos de acreditación, ILAC e IAF (www.enac.es)

ENAC is signatory of the Multilateral Recognition Agreements established by the European co-operation for Accreditation (EA) and the International organizations of accreditation bodies, ILAC and IAF (www.enac.es)

Ref.: CLC/13178 Fecha de emisión 29/10/2021

Código Validación Electrónica: U2y7n74434u9R7C47h

La vigencia de la acreditación y del presente certificado puede confirmarse en <https://www.enac.es/web/enac/validacion-electronica> o haciendo clic aquí

10.2 Anexo Técnico N° 272/LC10.237

Anexo Técnico.



**CENTRO DE INVESTIGACIONES ENERGÉTICAS, MEDIOAMBIENTALES Y
 TECNOLÓGICAS (CIEMAT)
 Unidad de Energía Solar Fotovoltaica. División de Energías Renovables.
 Departamento de Energía**

Dirección/Address: Avda. Complutense, 40; 28040 Madrid
 Norma de referencia/Reference Standard: UNE-EN ISO/IEC 17025:2017
 Acreditación/Accreditation nº: 272/LC10.237
 Actividad/Activity: Calibraciones / Calibrations
 Fecha de entrada en vigor/Coming into effect: 29/10/2021

**ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN
 SCHEDULE OF ACCREDITATION
 (Rev./ Ed. 1 fecha / date 29/10/2021)**

Instalaciones donde se llevan a cabo las actividades cubiertas por esta acreditación/ Facilities where the activities covered by this accreditation are carried out:

	Código / Code
Laboratorio permanente: Avda. Complutense, 40; 28040 Madrid	A

Calibraciones en las siguientes áreas/Calibrations in the following areas:

Electricidad CC y Baja Frecuencia (DC and Low Frequency Electricity)	1
Óptica (Optics)	1

ENAC is signatory of the Multilateral Recognition Agreements established by the European and International organizations of Accreditation. For more information www.enac.es

Accreditation will remain valid until notification to the contrary. This accreditation is subject to modifications, temporary suspensions and withdrawal. Its validity can be confirmed at www.enac.es

ENAC es firmante de los Acuerdos de Reconocimiento Mutuo establecidos en el seno de la European co-operation for Accreditation (EA) y de las organizaciones internacionales de organismos de acreditación, ILAC e IAF (www.enac.es)

Código Validación Electrónica: 5d3ZUJ1951127J334a

La acreditación mantiene su vigencia hasta notificación en contra. La presente acreditación está sujeta a modificaciones, suspensiones temporales y retirada.

Su vigencia puede confirmarse en <https://www.enac.es/web/enac/validacion-electronica> o haciendo clic aquí



Electricidad CC y Baja Frecuencia (DC and Low Frequency Electricity)

CAMPO DE MEDIDA <i>Range</i>	INCERTIDUMBRE (*) <i>Uncertainty (*)</i>	NORMA/ PROCEDIMIENTO <i>Standard/ Procedure</i>	INSTRUMENTOS A CALIBRAR <i>Instruments</i>	CÓDIGO <i>Code</i>
Resistencia C.C. <i>DC Resistance</i>				
1 mΩ ≤ R ≤ 50 mΩ 0,5 Ω ≤ R ≤ 500 Ω	1,0 · 10 ⁻³ · R 1,0 · 10 ⁻³ · R	Procedimientos internos PT-PVLab-04 y PT-PVLab-09 basados en CEM EL-006	Shunts de intensidad continua Resistencias	A

Óptica (Optics)

CAMPO DE MEDIDA <i>Range</i>	INCERTIDUMBRE (*) <i>Uncertainty (*)</i>	NORMA/ PROCEDIMIENTO <i>Standard/ Procedure</i>	INSTRUMENTOS A CALIBRAR <i>Instruments</i>	CÓDIGO <i>Code</i>
IRRADIANCIA SOLAR GLOBAL: RESPONSABILIDAD (R) <i>Global solar irradiance: Responsivity (R)</i>				
Irradiancia/ <i>Irradiance</i> 0 W/m ² a 1400 W/m ² Radiación espectral/ <i>Spectral radiation</i> 300 nm a 3000 nm	1,5 · 10 ⁻² · R (μV/W·m ⁻²)	Procedimiento interno PT-PVLab-02 Basado en la Norma: ISO 9847, excepto apartados 5.2.2.2, 5.2.2.3, 5.2.43, 5.3 y 5.4.3	Piranómetros	A
IRRADIANCIA SOLAR DIRECTA: RESPONSABILIDAD (R) <i>Direct Solar Irradiance: Responsivity (R)</i>				
Irradiancia/ <i>Irradiance</i> 700 W/m ² a 1100 W/m ² Radiación espectral/ <i>Spectral radiation</i> 300 nm a 3000 nm	1,0 · 10 ⁻² · R (μV/W·m ⁻²)	Procedimiento interno PT-PVLab-03 Basado en la Norma: ISO 9059	Pirheliómetros	A
Irradiancia/ <i>Irradiance</i> 700 W/m ² a 1100 W/m ² Radiación espectral/ <i>Spectral radiation</i> 300 nm a 3000 nm	0,38 · 10 ⁻² · R (μV/W·m ⁻²)	Procedimiento interno PT-PVLab-07 Basado en la Norma: ISO 9059	Pirheliómetros Clase A	A

R: Responsividad (en algunos campos se conoce como Sensibilidad)

(*) Menor incertidumbre de medida que el laboratorio puede proporcionar a sus clientes, expresada como incertidumbre expandida para un nivel de confianza de aproximadamente el 95%.

(*) *The smallest uncertainty of measurement the laboratory can provide to its customers, expressed as the expanded uncertainty having a coverage probability of approximately 95%.*

También puede consultarse la versión vigente en el siguiente enlace al portal de ENAC: [Anexo Técnico](#).

CAPÍTULO 11

Contacto

Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)
Laboratorio de Energía Solar Fotovoltaica del Ciemat (PVLab - Ciemat) - Edificio 42.
Avd. Complutense, 40. 28040, Madrid (España)
Fernando Fabero Correas (Jefe del PVLab):
E-mail: fernando.fabero@ciemat.es
Teléfono: (+34) 91 346 67 45