



Figura 2. Torre CESA-1 en la Plataforma Solar de Almería

Desarrollo de técnicas innovadoras para incrementar el funcionamiento de los sistemas de receptor central: El proyecto LEIA

La Unión Europea (UE) ha establecido objetivos ambiciosos para lograr una transición hacia un sistema energético sostenible en Europa, entre ellos que el suministro de electricidad de la UE logre esencialmente cero emisiones de gases de efecto invernadero para el año 2050. La energía solar termoeléctrica está llamada a desempeñar un papel importante en el futuro mix de generación mundial, siendo una de las tecnologías clave para contribuir al escenario de emisiones netas cero, y que se convertirá en una opción competitiva en costes, eficiente y gestionable, gracias a su capacidad para proporcionar un suministro de energía firme de carga base y/o en horas punta, gracias al almacenamiento térmico del que dispone, que otorga estabilidad a la red gracias a su potencia síncrona y estabilidad a la red. Además, esta tecnología puede facilitar la integración de otras energías renovables (EERR) variables, como la fotovoltaica o la eólica, contribuyendo así a la fiabilidad de la red de transporte. En este contexto, el proyecto LEIA “soLar field mEasurements to Increase performance” pretende contribuir al desarrollo de la próxima generación de centrales eléctricas de receptor central o plantas de torre.

Antonio L. Avila Marin¹, José Fernando Gallego², Marina Casanova²

¹ CIEMAT – Plataforma Solar de Almería (PSA), Tabernas-Almería

² ACCIONA Industrial



El proyecto LEIA se centra en la validación de soluciones de control del campo solar y de operación y mantenimiento (O&M) para sistemas de receptor central que utilicen sales fundidas, ya que se trata de una solución rentable, muy prometedora y con mayor potencial de penetración en el mercado. LEIA pretende innovar en los componentes básicos de esta tecnología y eliminar las barreras técnicas e industriales existentes. Además, al llevar estas innovaciones a escala comercial, se mejorará la competitividad y fiabilidad de la tecnología, así como la confianza en el mercado. Esto permitirá al mismo tiempo alcanzar dos objetivos estratégicos del SET (Plan Estratégico de Tecnologías Energéticas) Plan:

1. A corto plazo: Reducción de más del 40% de los costes energéticos para alcanzar un precio inferior a 0,10€/kWh.
2. A largo plazo: Desarrollo de la próxima generación de tecnologías de concentración solar.

La presencia de centrales termosolares y el interés por nuevas inversiones comerciales en esta tecnología de energía renovable gestionable sólo se verán impulsados por innovaciones como las que se persiguen en LEIA. El

objetivo de estas innovaciones es aumentar el rendimiento y la fiabilidad de las plantas.

Los principales objetivos del proyecto LEIA son la integración de soluciones innovadoras de control inteligente y operación y mantenimiento (O&M) a nivel pre-comercial para sistemas de receptor central o plantas de torre. Al eliminar las barreras tecnológicas e industriales, LEIA mejorará no sólo la competitividad y fiabilidad de la futura tecnología de receptor central, sino también su atractivo para los inversores, además de desarrollar soluciones que también podrían implantarse en las actuales plantas de torre comerciales.

Además, el proyecto LEIA centraliza el desarrollo, combinando e integrando de forma sólida y eficaz las innovaciones desarrolladas por los siete socios de dos países punteros de Europa: España y Alemania, lo que contribuirá a mantener el liderazgo tecnológico europeo, así como a mantener a la UE en la vanguardia del uso de EERR. Finalmente, el proyecto utilizará tres entornos de ensayo relevantes en España y en Chile:

1. Cerro Dominador (Chile): La primera central termosolar de torre comercial de Sudamérica. Esta tiene



Figura 1. Planta de receptor central Cerro Dominador en Chile

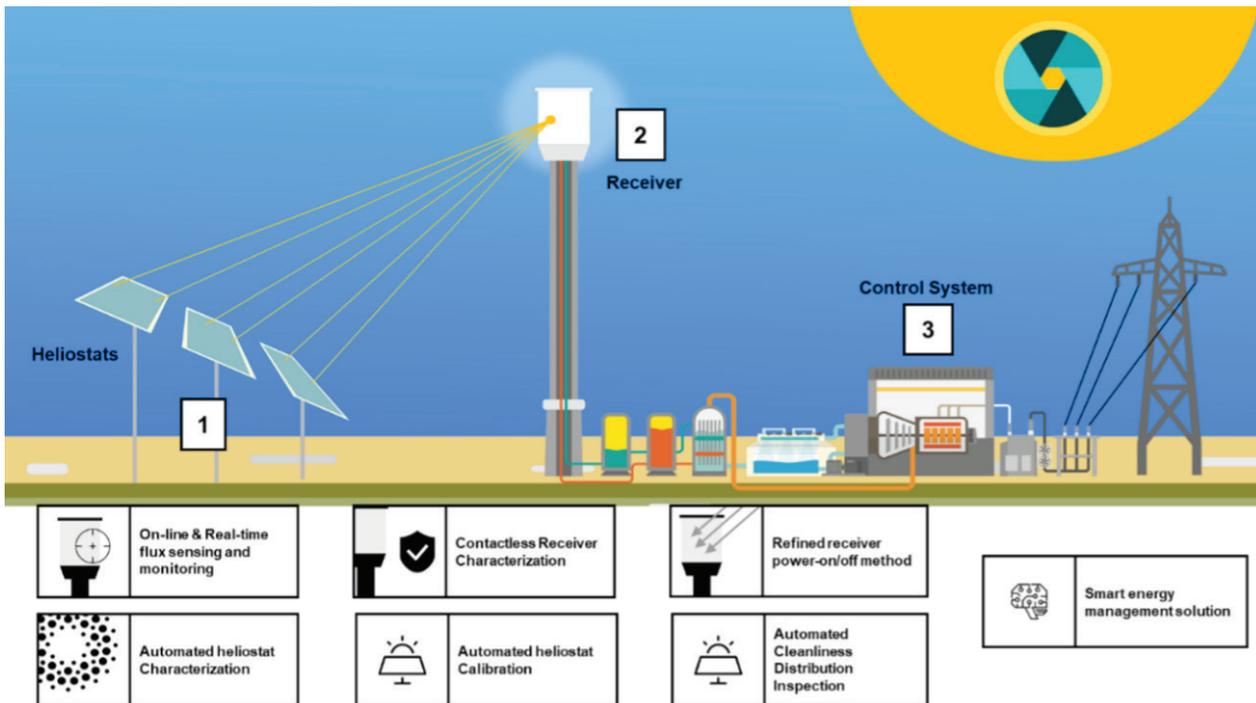


Figura 3. Soluciones innovativas del proyecto LEIA

una turbina de 100 MWe y 17,5 horas de almacenamiento térmico. La Figura 1 muestra una imagen de la planta en operación.

2. CIEMAT - PSA (España): El mayor centro de investigación, desarrollo y pruebas de tecnología solar por concentración del mundo, y es considerada como Gran Instalación Científica Europea. Las pruebas se realizarán en la emblemática torre CESA-I.
3. CENER - Tudela (España): La instalación de ensayos para probar heliostatos a las mayores distancias de la torre del mundo, hasta 1200 metros.

Un esquema de las principales innovaciones que se desarrollaran en LEIA se muestran en la figura 3 y a continuación. El proyecto cuenta con 4 pilares fundamentales de actuación:

1. Soluciones inteligentes para el control del campo solar

El objetivo específico es el de desarrollar procedimientos para caracterizar la calidad óptica del campo de heliostatos con el fin de: i) Reducir significativamente la mano de obra necesaria; ii) Minimizar el tiempo necesario para caracterizar el campo solar; iii) Operar la planta sin interferencias; iv) Supervisar, controlar, mejorar y optimizar la logística de la planta.

La calidad óptica está influenciada tanto por la deriva, como por la precisión de seguimiento, que cambian

con el tiempo y crean incertidumbre en la estrategia de apunte, o requieren un proceso de re-calibración muy costoso. Una caracterización automatizada permitiría: a) Un control y predicción fiables de la distribución del flujo de energía en el receptor solar en todo momento; b) Controlar la calidad óptica de los heliostatos según las condiciones atmosféricas estacionales; c) Medición continua de la degradación de la calidad óptica de los heliostatos con el tiempo.

Para conseguirlo, el proyecto propone tres soluciones punteras para caracterizar y controlar con precisión los heliostatos:

- I. Caracterización en línea del campo de heliostatos desarrollada por CIEMAT-PSA.
- II. Caracterización directa de heliostatos desarrollada por CENER.
- III. Calibración en tiempo real desarrollada por TEWER.

2. Soluciones inteligentes de control de receptores

Este pilar de actuación pretende mejorar la caracterización de receptores en tiempo real para permitir un control inteligente que no interfiera con las rutinas diarias de la planta. Los objetivos específicos son los siguientes: i) Mejorar las técnicas existentes para medir, en tiempo real, la distribución de la densidad de flujo en la superficie del receptor y, de este modo, optimizar la estrategia de apunte que permita aumentar la eficiencia de la planta

y conocer la eficiencia real de la misma; ii) Mejorar la medida de la temperatura y la emitancia de un receptor para aumentar su vida útil y su eficiencia; iii) Mejorar una metodología existente usada para medir la eficiencia del receptor, aumentando la información disponible sobre la potencia del campo y del receptor para reducir las incertidumbres.

El proyecto presenta tres acciones principales para controlar el rendimiento del receptor:

- I. Medida en línea y en tiempo real de la alta irradiancia solar desarrollado por CIEMAT-PSA, DLR, CSPS y TEWER.
- II. Caracterización del receptor sin contacto desarrollado por DLR y CSPS.
- III. Mejora del método de encendido y apagado desarrollado por DLR.

3. Control de las estrategias de operación y mantenimiento del campo solar

La operación y el mantenimiento de los campos solares es una tarea difícil debido a sus grandes dimensiones, al gran número de helióstatos, las diferencias en el haz reflejado, la calidad óptica y la calibración, y las duras condiciones ambientales de ambientes desérticos. Los objetivos principales son: i) Predecir de manera más eficiente la suciedad del campo solar, ya que disponer de información actualizada sobre la suciedad del campo solar puede mejorar su mantenimiento y su funcionamiento; ii) Utilizar la caracterización del campo solar y del receptor para mejorar la gestión energética, considerando tanto situaciones transitorias como estacionarias.

En este sentido, se proponen diferentes soluciones:

- I. Metodología de inspección automatizada de la suciedad desarrollado por DLR y CSOS.
- II. Sistema inteligente de gestión de la energía (SIGE) desarrollado por ACCIONA.

4. Diseño integrado del control de la planta y gestión de datos

Las centrales termosolares actuales utilizan un sistema de control distribuido (DCS) que integra los diferentes sistemas de control utilizados en los distintos sistemas de la planta, como el campo de helióstatos, el receptor, sistema de almacenamiento, bloque de potencia, etc. Sin embargo, no existen soluciones de sistemas de control para todas las áreas de la planta que funcionen en un bucle cerrado en el que cada sistema trabaje para iterar la estrategia de control en función del estado de la planta. El concepto de control sigue, en principio, la clásica pirámide de automatización en la que los sistemas indivi-

duales intercambian datos con el sistema supraordinado de supervisión y control de la planta. El intercambio de datos entre los sistemas individuales no suele producirse directamente, sino sólo a través de los sistemas supraordinados. De hecho, la cantidad de datos y el número de intercambios son limitados. El sistema de control de la próxima generación de centrales termosolares tendrá un aspecto diferente, ya que el mundo de los sistemas de control directo sigue evolucionando.

El objetivo principal es el de estudiar para cada solución propuesta en LEIA los datos necesarios así como los requisitos computacionales para su procesamiento en tiempo real. Posteriormente, se desarrollará un diseño conceptual de un nuevo sistema de control. En esta parte del proyecto se proponen dos hitos:

- I. Análisis de datos y computación en la nube: La implementación del algoritmo SIGE es muy exigente, especialmente cuando existe la necesidad de evaluar el rendimiento de una planta de forma continua. Esta tarea será desarrollada por ACCIONA y SIEMENS ENERGY.
- II. Nuevo sistema de control del campo solar: Se abordará el diseño de un nuevo sistema de control para la próxima generación de plantas de torre, basándose en una gestión inteligente de la energía. Esta tarea será realizada por SIEMENS ENERGY.

Aplicando las potenciales mejoras que los distintos sistemas y soluciones propuestas tendrían sobre un modelo de negocio aplicado a una central similar a la planta de Cerro Dominador (100MWe, 17,5h de almacenamiento y ciclo de vida de 25 años) dan como resultado los siguientes indicadores:

- Se incrementará en 180 horas equivalentes anuales de funcionamiento de la planta, y un 1,5% en la eficiencia del receptor.
- Se aumentará la producción eléctrica anual un 5% debido a las soluciones de caracterización y calibración del campo de helióstatos.
- Se producirá un aumento del CAPEX (gastos de capital) del 0,05% y una disminución del OPEX (gastos operativos) del 1,1% en el campo solar debido a los sistemas de seguimiento y medición.
- Se aumentará un 5,6% la generación anual de la planta como resultado de la mejora de las estrategias de control.
- Todo ello se traduce en una disminución del 5,5% en el LCOE (coste ponderado de la electricidad) para alcanzar un valor final de 72,8€/MWh. 