

METROLOGÍA PARA EL PACTO VERDE

10 Noviembre 2021

Necesidades Metrológicas en Plantas Comerciales Termoeléctricas de Concentración Solar

Dr. Jesús Ballestrín
Unidad Sistemas de Foco Puntual
E: jesus.ballestrin@psa.es



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN

Ciemat
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas



Índice



- **Sistemas de concentración solar. PSA**
- **Plantas solares termoeléctricas**
- **Medida de caudal y temperatura HTF**
- **Medida de alta temperatura-emisancia**
- **Medida de alta irradiancia**
- **Otros parámetros y magnitudes de interés**

PLATAFORMA SOLAR DE ALMERÍA



La PSA es la mayor y más completa instalación en el Mundo para el ensayo de aplicaciones de la radiación solar concentrada. ICTS nacional.

INSTALACIONES DE ENSAYO EN LA PSA



Plantas solares termo-eléctricas

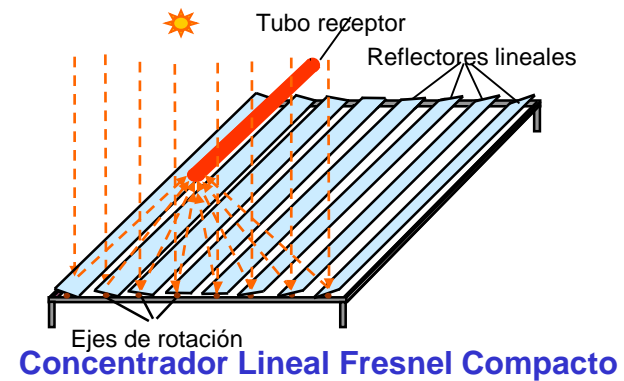
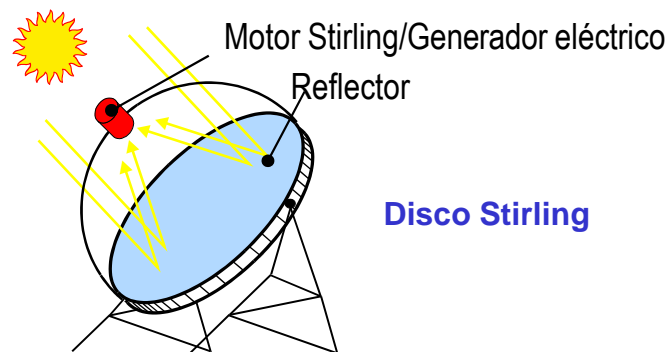
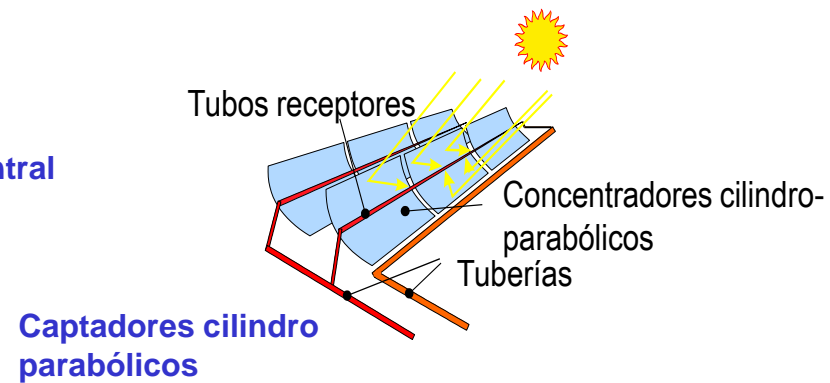
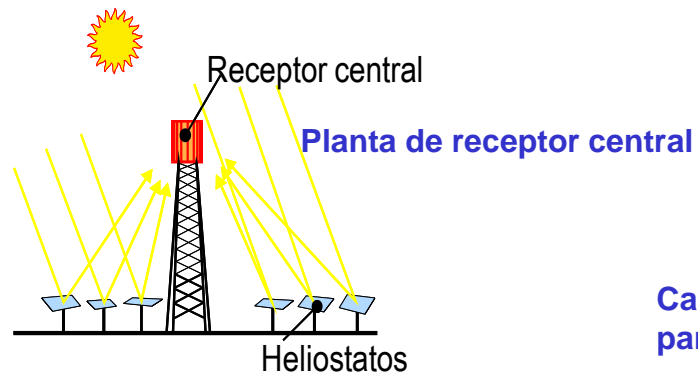
• ¿Qué son?: Sistemas que generan electricidad a partir de la radiación solar concentrada, convirtiéndola previamente en energía térmica que es después utilizada en un ciclo termodinámico para generar energía mecánica y electricidad.

• ¿Por qué resultan interesantes?:

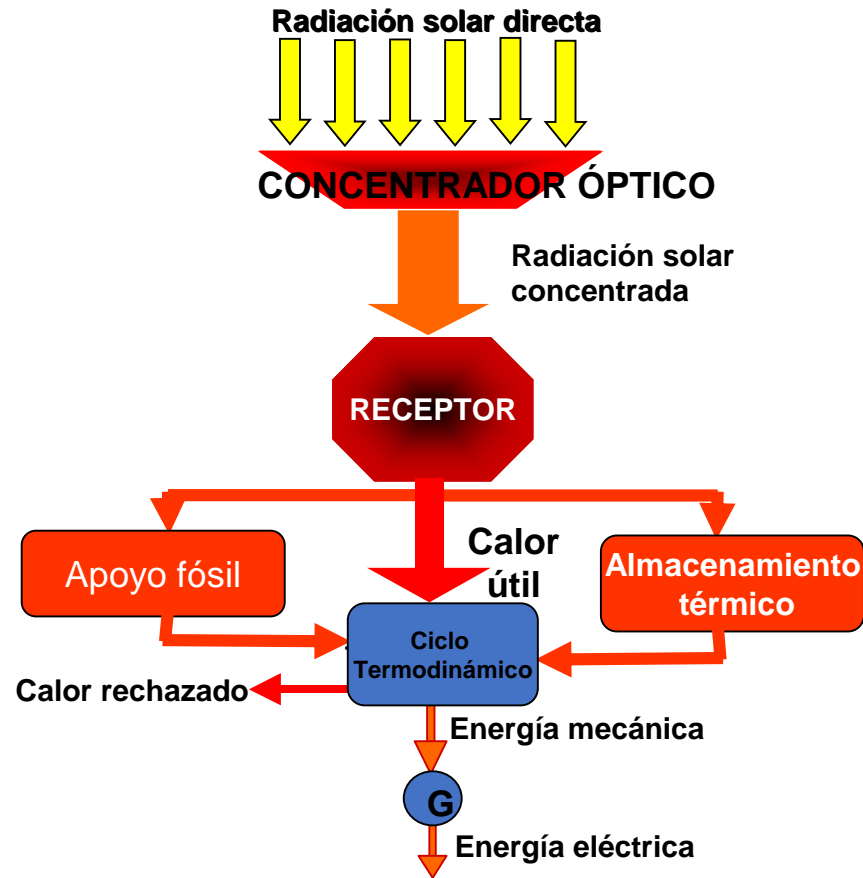
- ✓ Constituyen la forma más económica de producción de electricidad a gran escala a partir de la radiación solar
- ✓ Resultan rentables actualmente en algunos países
- ✓ Tienen un importante mercado potencial en todo el mundo
- ✓ Existen suficientes ubicaciones adecuadas
- ✓ Ya existe el conocimiento y la experiencia necesarias
- ✓ Generan empleo, tanto temporal como permanente
- ✓ Son sistemas que no contaminan y que reducen de forma apreciable las emisiones de CO_2 :
 - ahorran 2000 Toneladas de CO_2 por año y MW_e instalado
 - cada GWh de electricidad producida con energía solar evita la emisión a la atmósfera de 800 toneladas de CO_2



Tipos de plantas solares termo-eléctricas

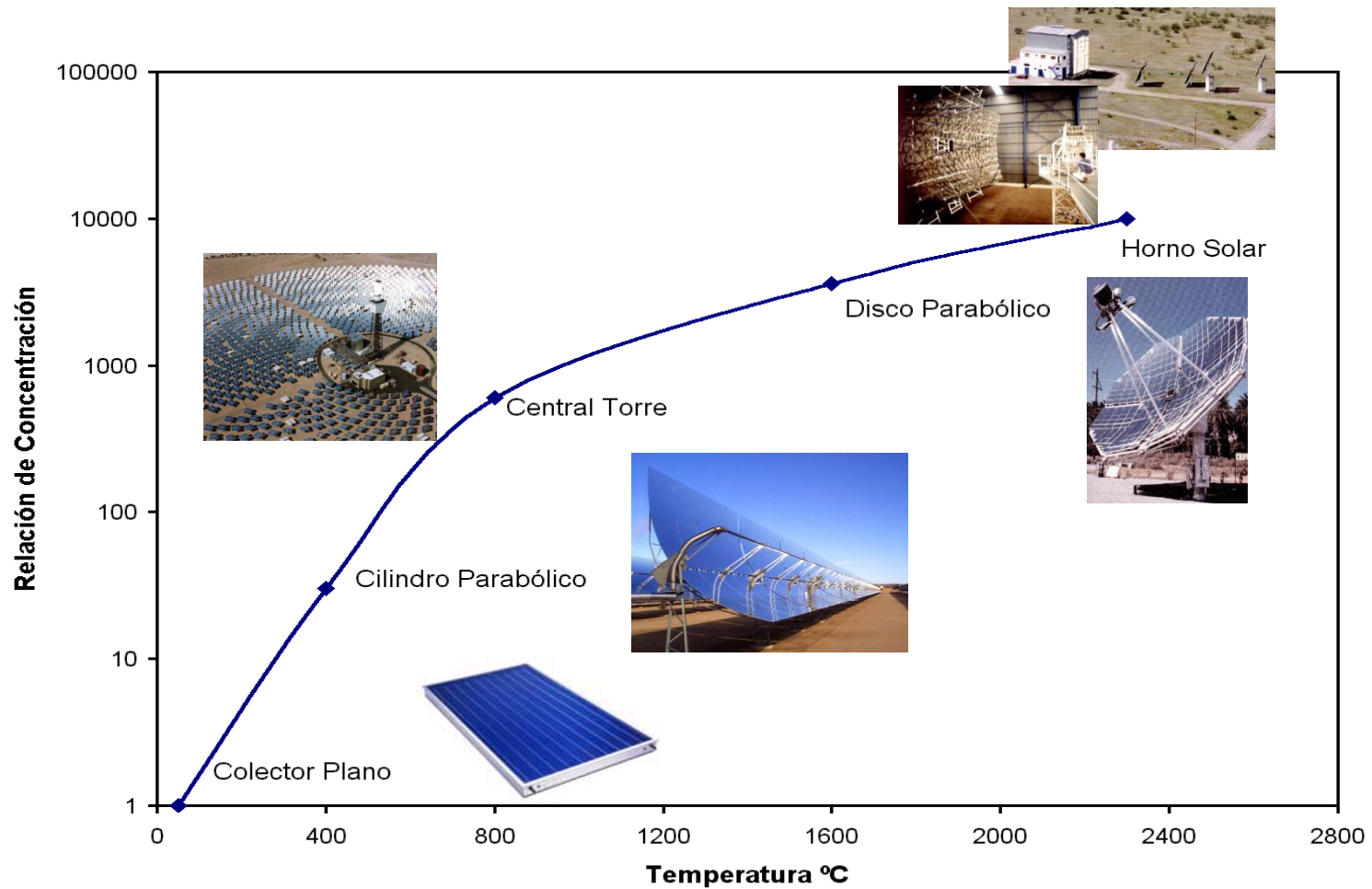


Sistema termosolar de concentración





Concentración y Temperatura

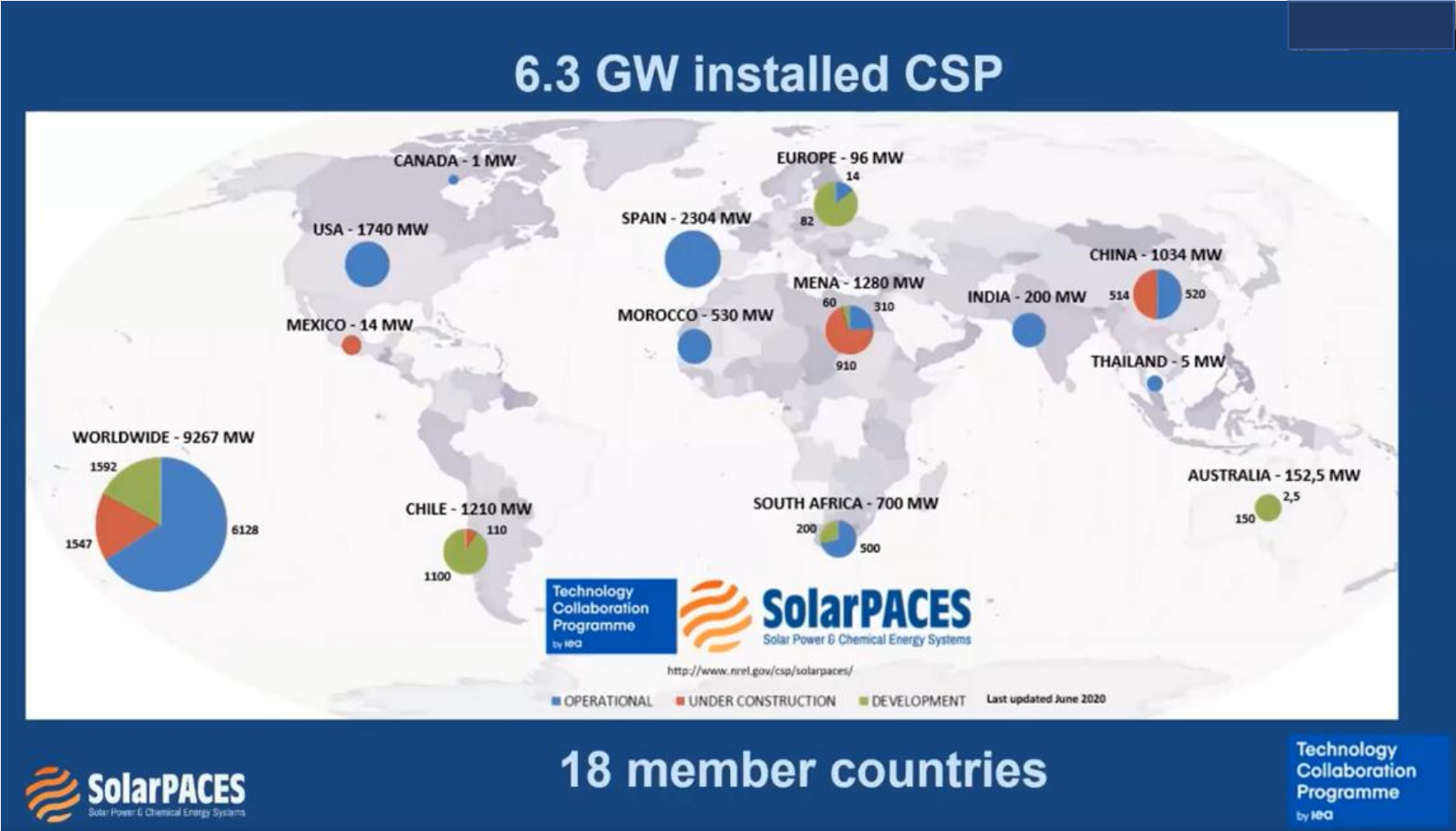


Plantas solares térmico-eléctricas

Comparativa de tecnologías

	CCP	Receptor Central	Discos Parabólicos	Fresnel
Potencia	15-200 MW	15-100 MW	3-25 kW	15-200 MW
Temperatura operación	390 °C	565 °C	750 °C	390°C
Eficiencia pico (solar-eléctrica)	20 %	23 %	30 %	18
Eficiencia Neta Anual	11-16 %	15-17 %	12-25 %	10
Estado comercial	Disponible	Disponible	Prototipos-demostración	Prototipos-demostración
Riesgo Tecnológico	Bajo	Medio	Medio-Alto	Medio
Almacenamiento disponible	Si	Sí	Si	Si
Diseños híbridos	Sí	Sí	Sí	Si
Coste W instalado (€/W)	6-9	6-9	10	6-9

Plantas solares térmico-eléctricas



Plantas solares térmico-eléctricas

Generation system in the Target Scenario (MW)				
Year	2015	2020*	2025*	2030*
Wind (onshore and offshore)	22,925	28,033	40,633	50,333
Solar photovoltaic	4,854	9,071	21,713	39,181
Solar thermal electric	2,300	2,303	4,803	7,303
Hydropower	14,104	14,109	14,359	14,609
Mixed Pumped	2,687	2,687	2,687	2,687
Pure Pumped	3,337	3,337	4,212	6,837
Biogas	223	211	241	241
Other renewables	0	0	40	80
Biomass	677	613	815	1,408
Coal	11,311	7,897	2,165	0
Combined cycle	26,612	26,612	26,612	26,612
Cogeneration	6,143	5,239	4,373	3,670
Fuel and Fuel/gas (non-peninsular territories)	3,708	3,708	2,781	1,854
Waste and other	893	610	470	341
Nuclear	7,399	7,399	7,399	3,181
Storage	0	0	500	2,500
Total	107,173	111,829	133,802	160,837

*The data for 2020, 2025 and 2030 are estimates of the Target Scenario of the INECP.

Source: Ministry for Ecological Transition and Demographic Challenge, 2019

Downloaded from: https://ec.europa.eu/energy/sites/default/files/documents/es_final_necp_main_en.pdf

Plantas solares térmico-eléctricas

AIE-SolarPACES

2021:

- 6-9 €/W y 0.14-0.20 €/kWh
- 18-20% rendimiento termosolar.
- 6.3 GWe en el mundo.
- España (2015): 2.3 GWe, líder mundial. 2% mix energético.
- 100 plantas CSP en el mundo, 50% en España.

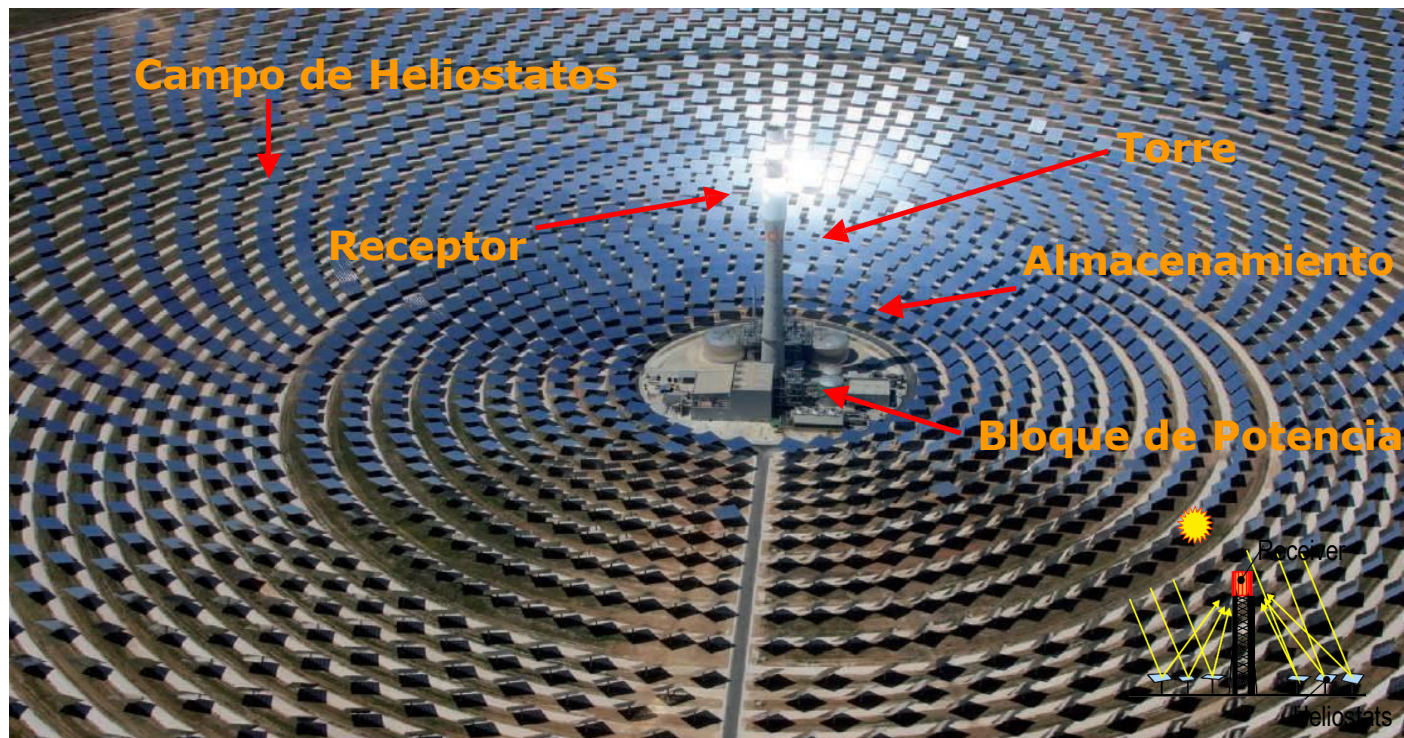
Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

2030:

- España 7.3 GWe. ¿6% mix energético)?.
- Inferior a 4 €/W y 0.10 €/kWh

- Coste tecnológico ↓
- Precio combustibles fósiles ↑
- Emisiones CO₂ ↑

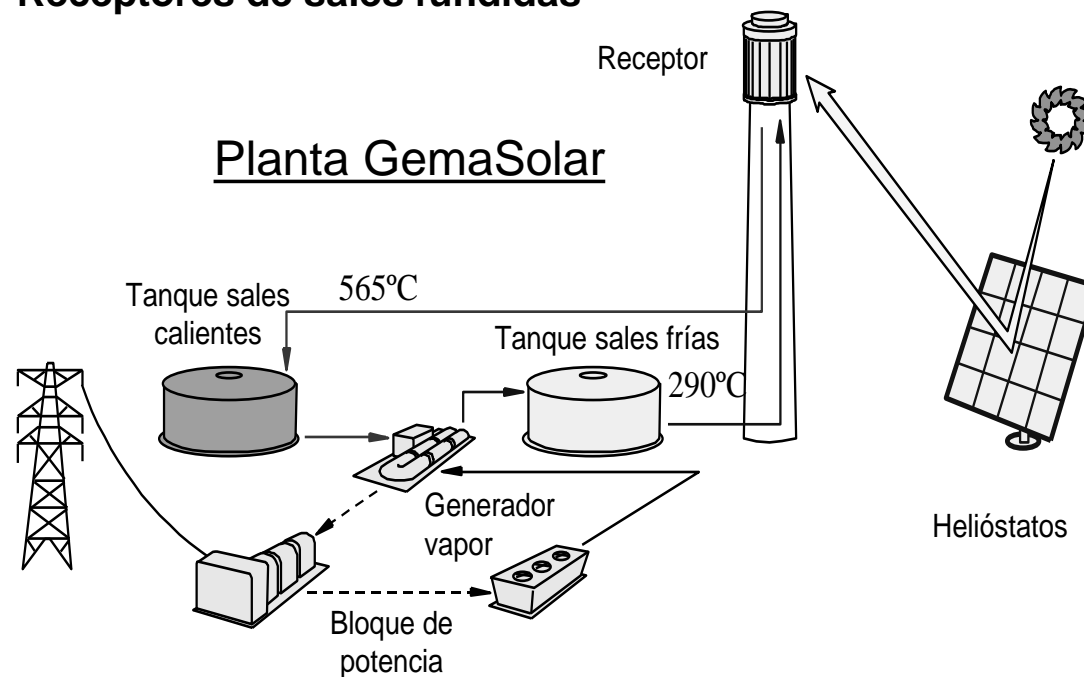
Plantas de Receptor Central (Torre)



Plantas de Receptor Central (Torre)

Según el fluido de trabajo

- Receptores de agua/vapor
- Receptores de sales fundidas



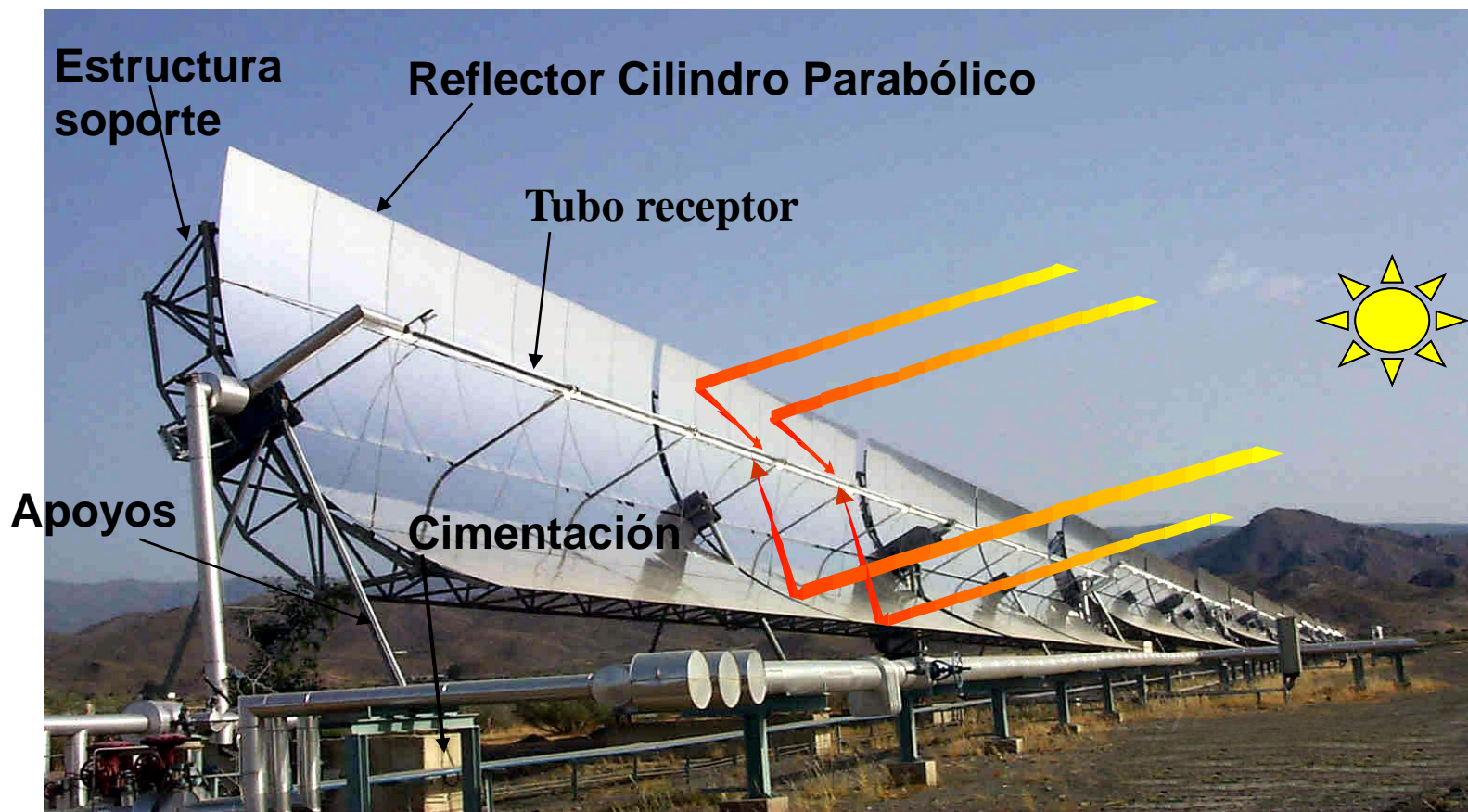
Plantas de torre central comerciales en operación

Gemasolar	Torresol Energy	Central receiver (power tower)	Operational	20.00 MW	Commercial	Spain
Coalinga	Chevron	Central receiver (power tower)	Operational	29.00 MW	Commercial	US
PS10	Abengoa Solar	Central receiver (power tower)	Operational	11.00 MW	Commercial	Spain
PS20	Abengoa Solar	Central receiver (power tower)	Operational	20.00 MW	Commercial	Spain
Ivanpah SEGS	BrightSource Energy, Google, NRG Energy	Central receiver (power tower)	Operational	377.00 MW	Commercial	US
Crescent Dunes	SolarReserve	Central receiver (power tower)	Operational	110.00 MW	Commercial	US
Planta Solar Cerro Dominador (Atacama 1)	Abengoa	Central receiver (power tower)	Operational	110.00 MW	Commercial	Chile
Khi Solar One	Abengoa, Industrial Development Corporation	Central receiver (power tower)	Operational	10.00 MW	Commercial	South Africa

<https://solarpaces.nrel.gov/by-technology/power-tower>

Plantas CCP

Captador Cilindroparabolico



Plantas CCP

Vista aérea de las centrales termosolares ANDASOL, instaladas en Guadix (Granada)



Plantas CCP

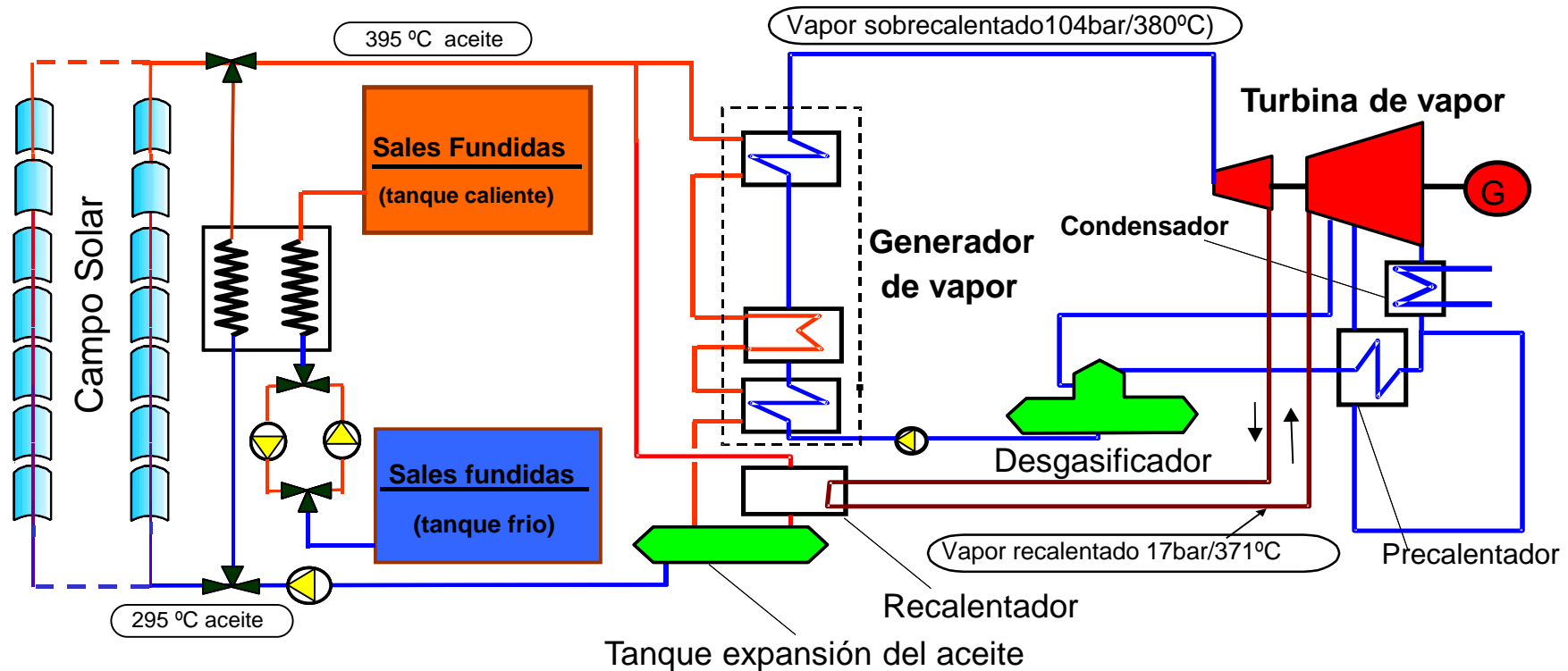
Vista aérea de una planta solar termo-eléctrica con CCPs



Generación de Electricidad con CCPs

Configuración típica de una central termosolar con CCPs

La tecnología que está demostrada comercialmente (>4000 MWe) es la llamada HTF (Heat Transfer Fluid)



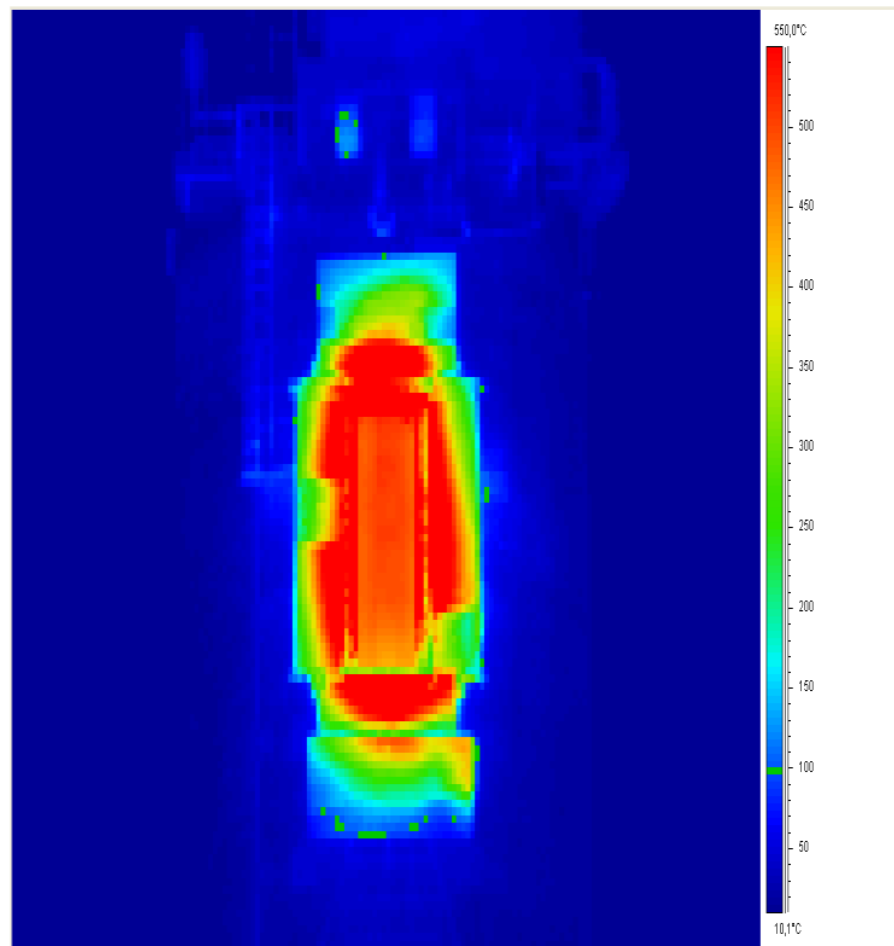


Medida de caudal y temperatura HTF

- Aleatoriedad de la energía solar.
- Variables de control de planta.
- Falta de trazabilidad de los caudalímetros.
- Medida de temperatura puntual con termopares. Termometría con fibra óptica.

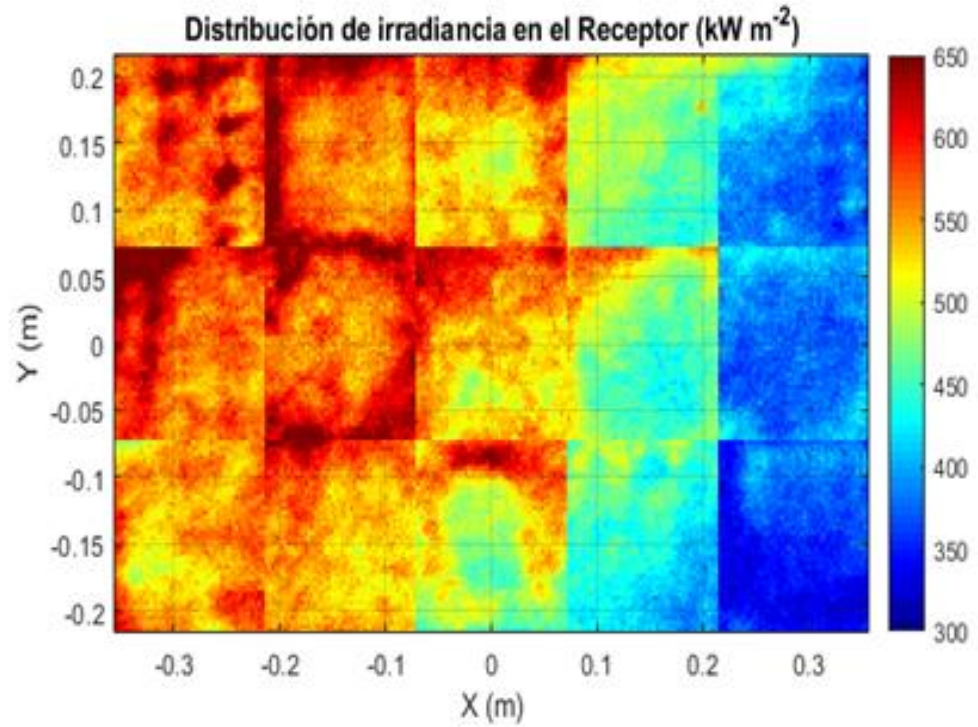


Medida de alta temperatura-emitancia



$$T = T(\varepsilon)$$
$$\varepsilon = \varepsilon(T)$$

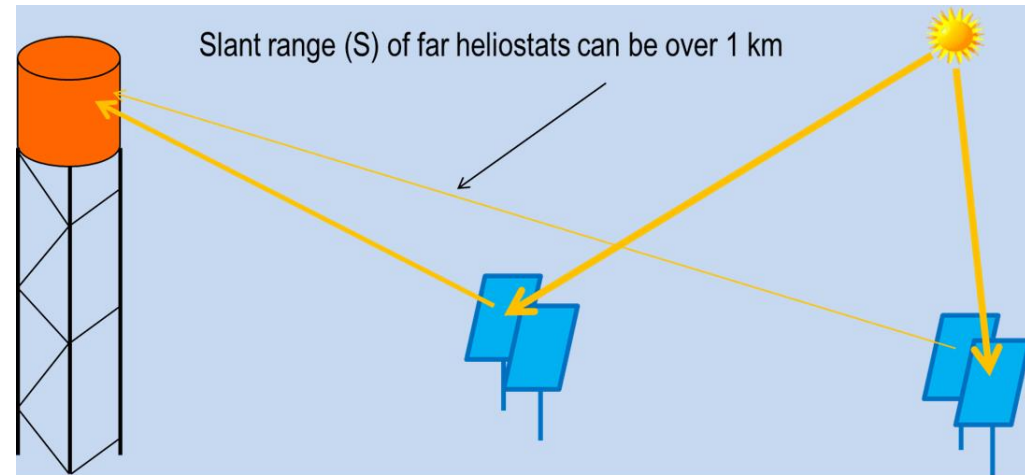
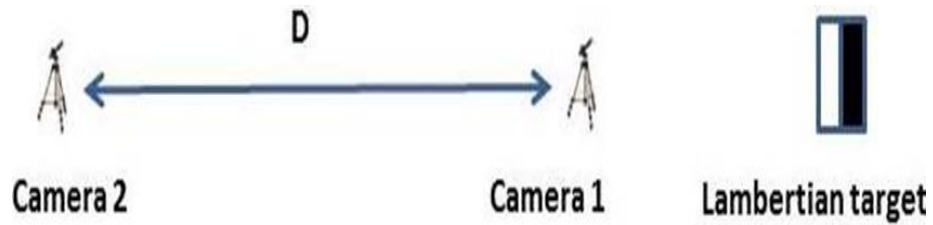
Medida de alta irradiancia





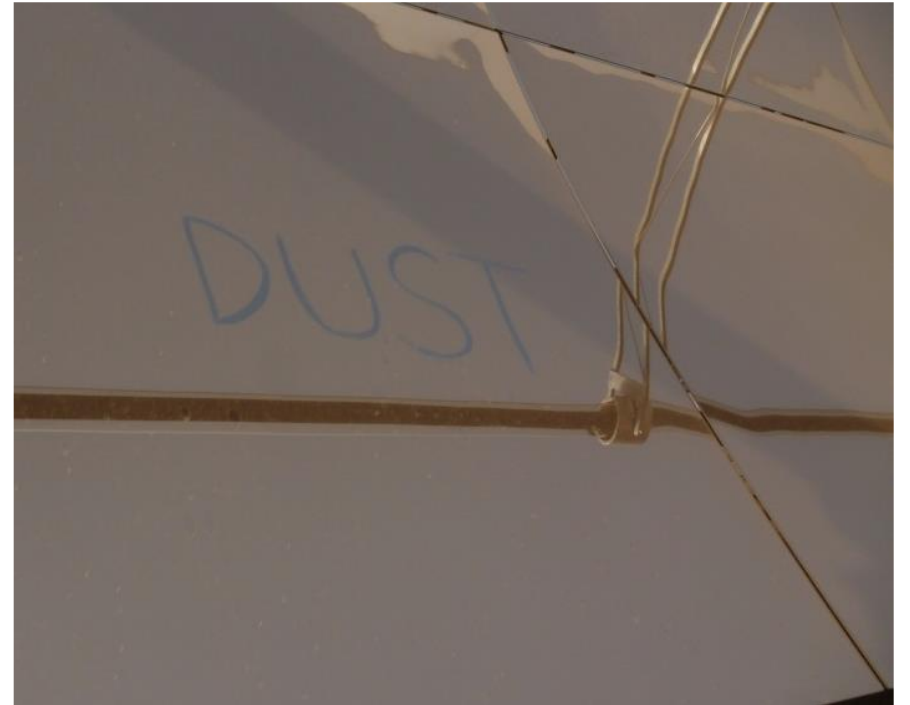
Otros parámetros y magnitudes de interés

- Extinción de la radiación solar.
- ¿Cómo medirla?



Otros parámetros y magnitudes de interés

- Reflectancia de espejos.
- ¿Cómo conocer el grado de suciedad de miles de espejos?



Fin de la presentación

Muchas gracias por su atención

Dr. Jesús Ballestrín
Unidad Sistemas de Foco Puntual
jesus.ballestrin@psa.es



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA, INNOVACIÓN
Y UNIVERSIDADES

Ciemat
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas

