



Seminario sobre Energía Solar Termo-eléctrica

Plantas Solares Termo-eléctricas de Media Concentración



Eduardo Zarza

CIEMAT-Plataforma Solar de Almería,
P. Box 22, Tabernas, E-04200 Almería, Spain
E-mail: eduardo.zarza@psa.es



Plantas Solares Termo-eléctricas de Media Concentración





Indice

- ☞ **Introducción**
- ☞ **Situación actual**
- ☞ **Innovaciones**
- ☞ **Conclusiones**



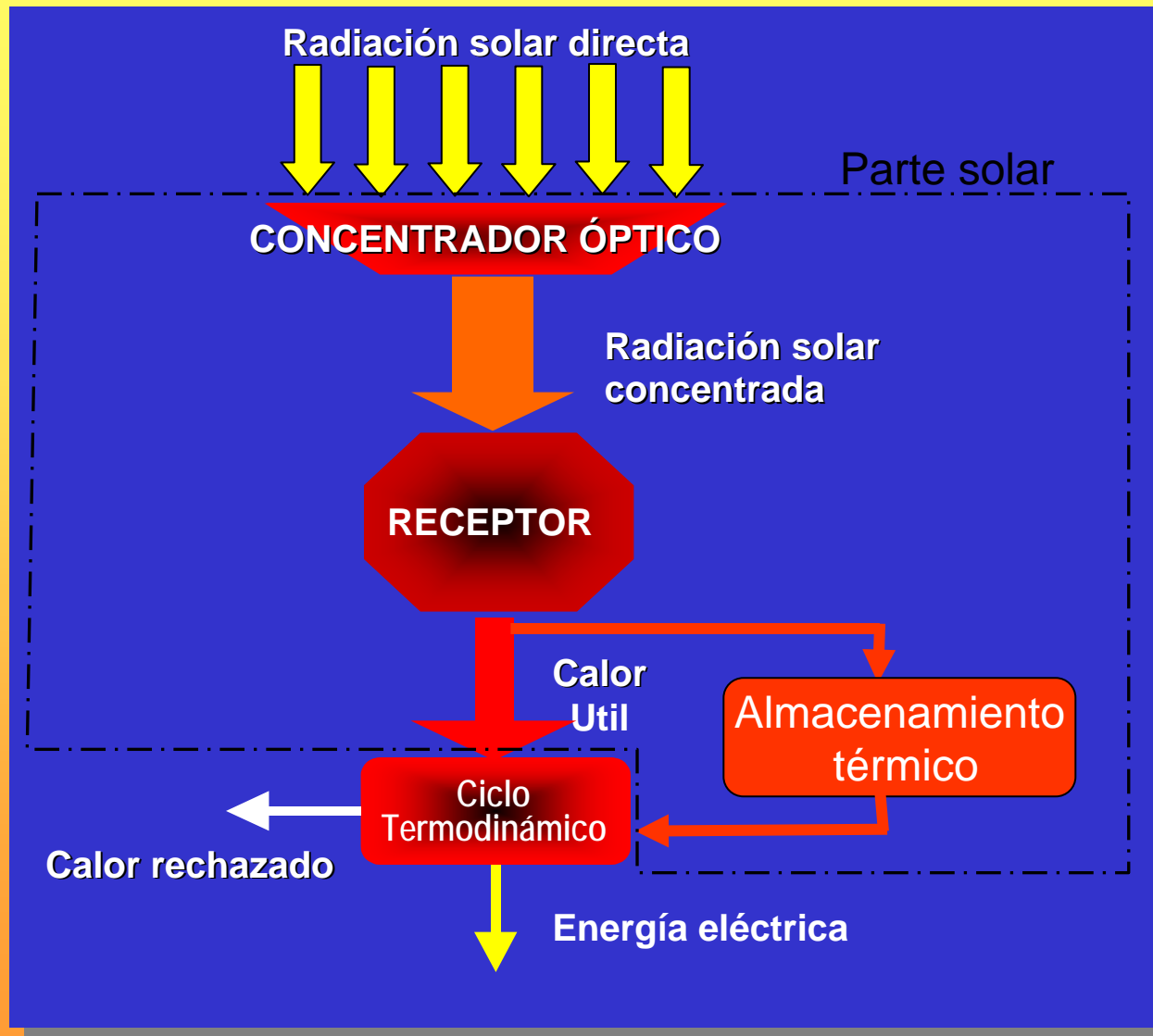
Plantas Solares Termo-eléctricas de Media Concentración

Indice

-  **Introducción**
-  Situación actual
-  Innovaciones
-  Conclusiones







Esquema Típico de una Planta Solar Termo-eléctrica



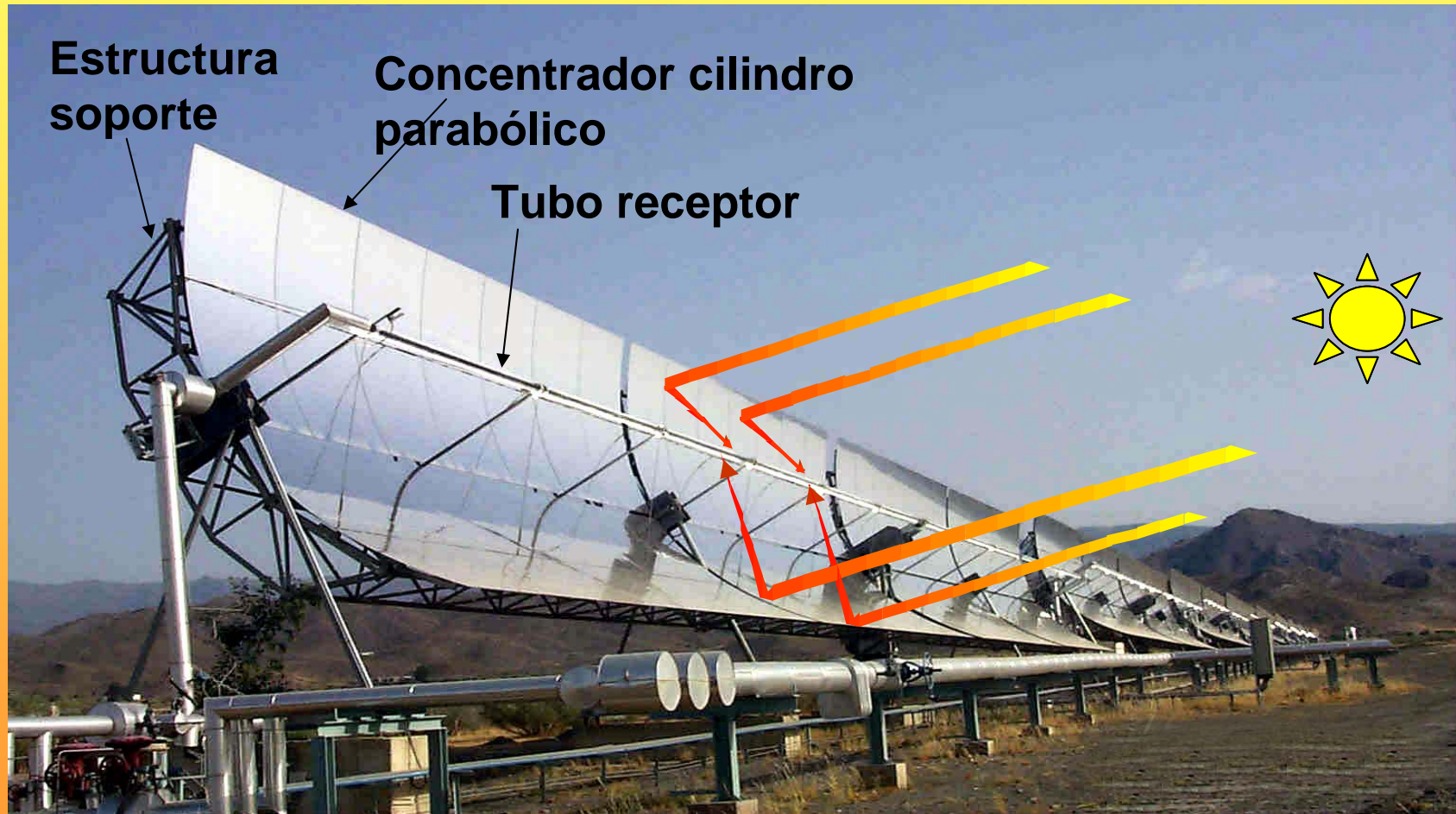


Plantas Solares Termo-eléctricas de Media Concentración

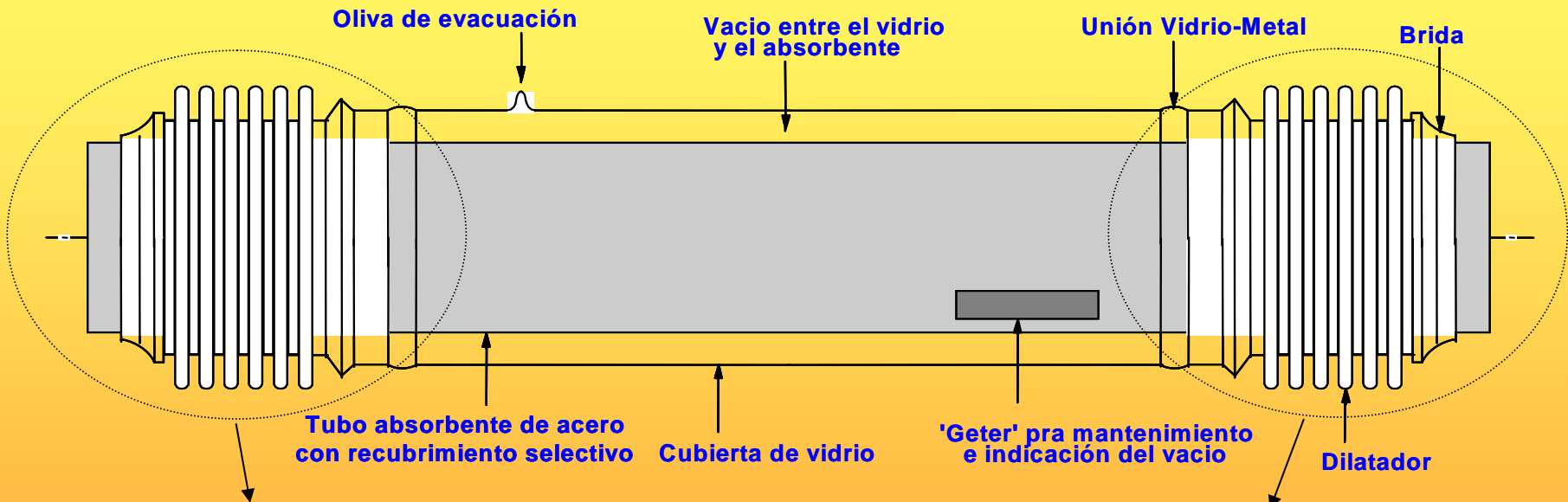
Indice

-  **Introducción**
-  **Situación actual**
-  **Innovaciones**
-  **Conclusiones**

Colector Cilindro Parabólico (CCP) típico



TUBOS RECEPTORES DE VACIO PARA COLECTORES CILINDRO PARABÓLICOS

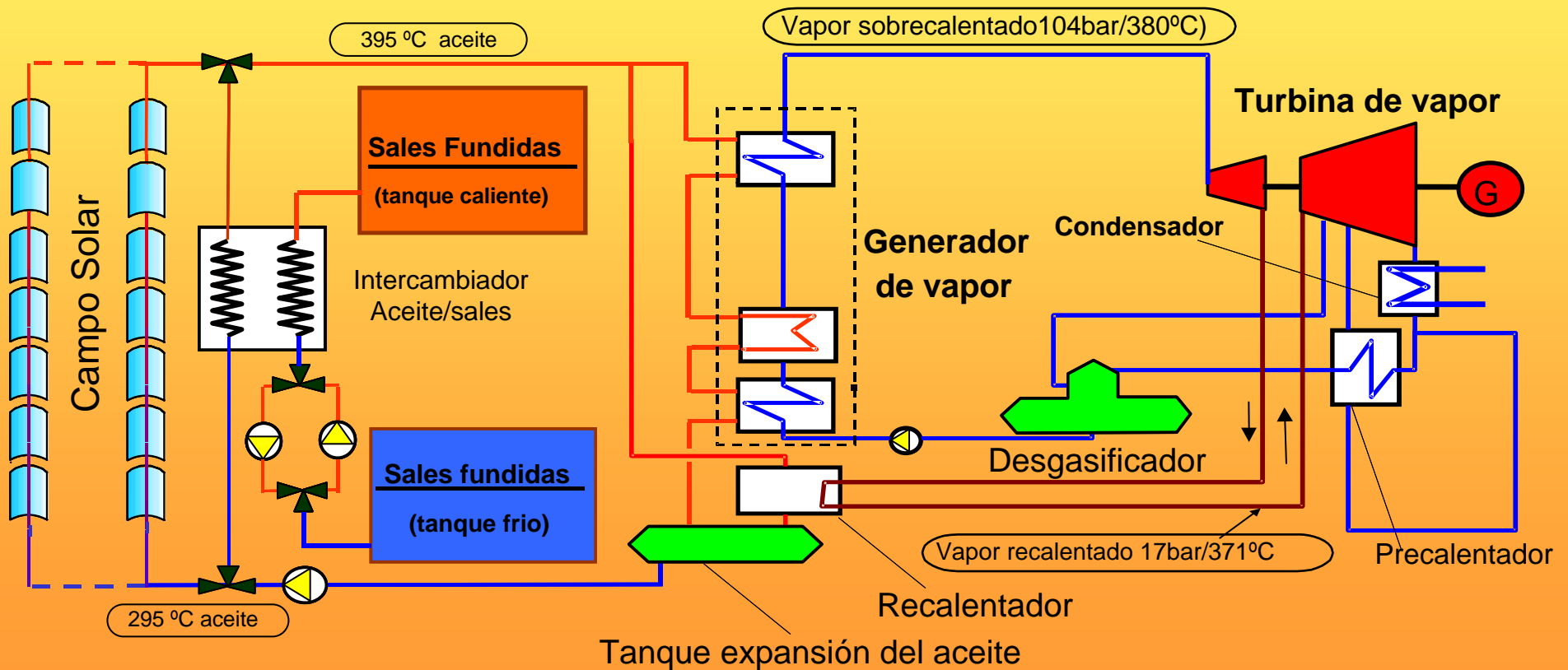


Vista de una planta típica

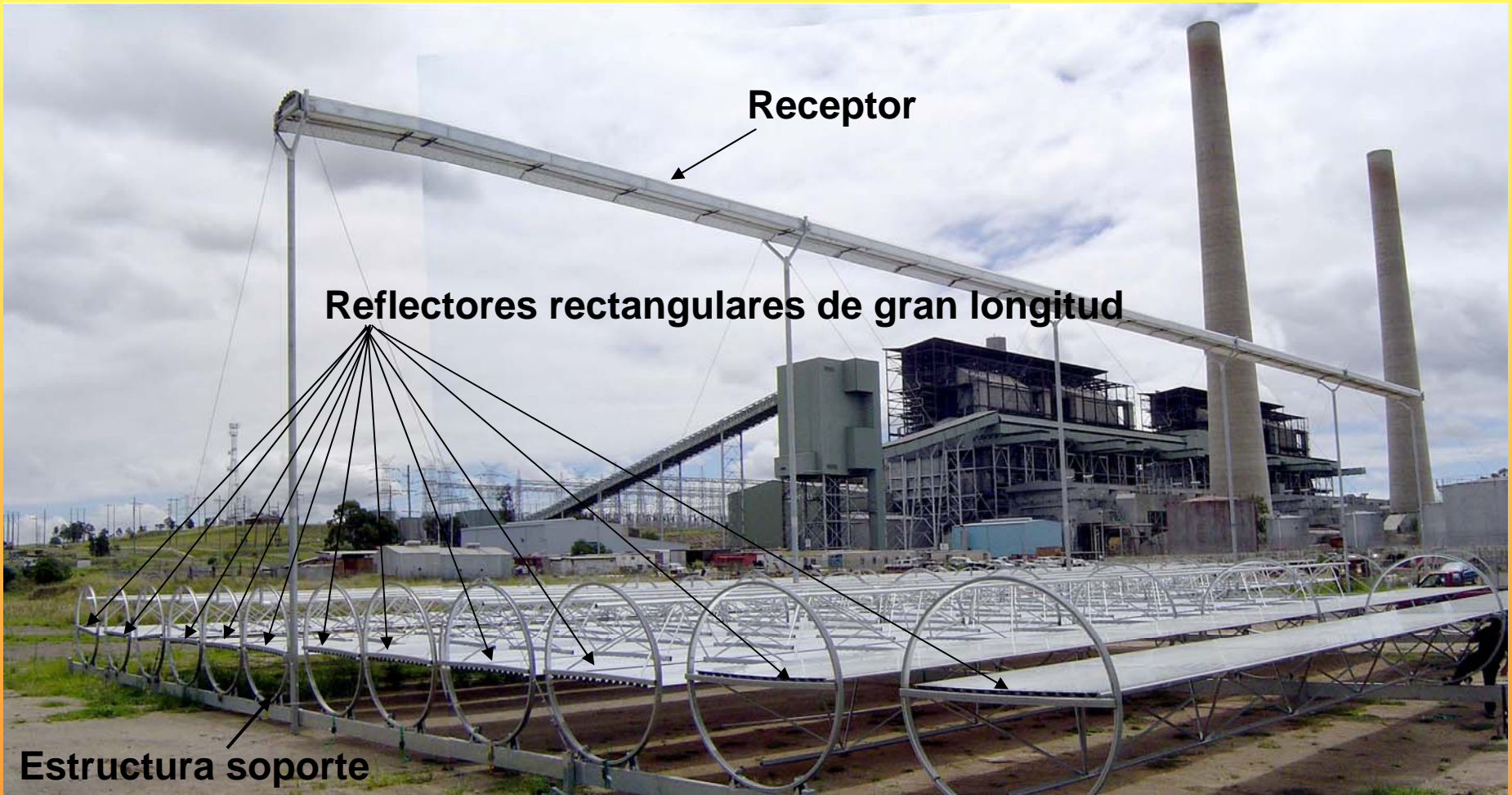


Configuración de Planta

La tecnología que está demostrada comercialmente (>400 MWe) es la llamada HTF (Heat Transfer Fluid)

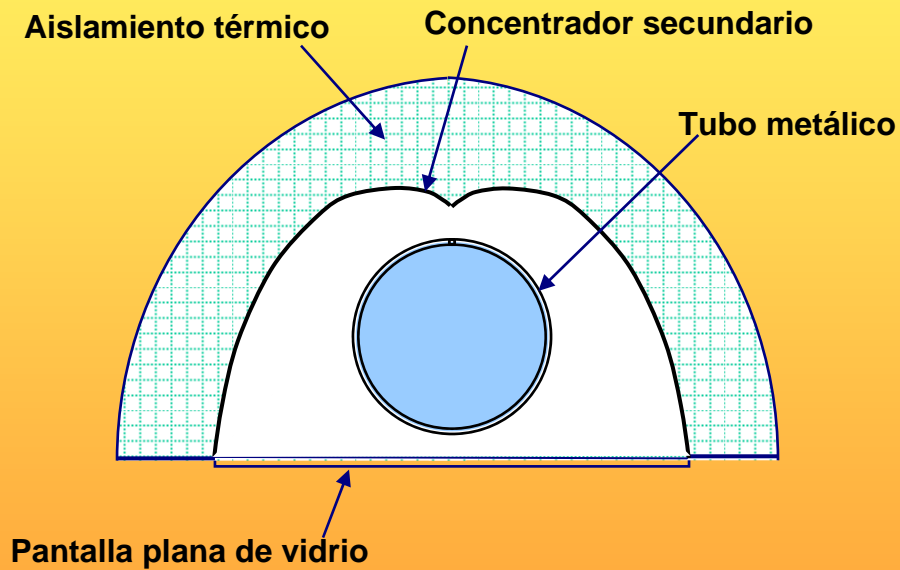


Concentrador Lineal Fresnel (CLF) típico

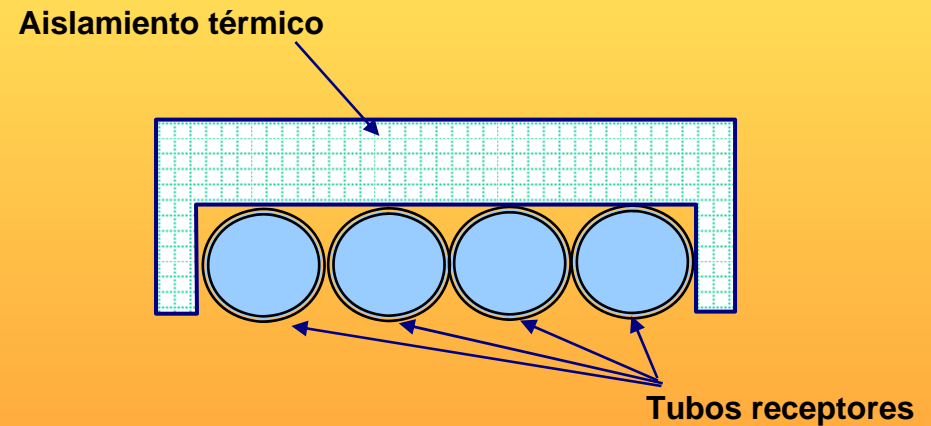


CLF en Liddell (Australia)

Diseños de tubo receptor para CLF



Diseño de tubo simple



Diseño de tubos múltiples

Vista de una planta típica




Planta CLF de la empresa Novatec en Calasparras (Murcia)



Plantas Solares Termo-eléctricas de Media Concentración

Indice

-  **Introducción**
-  **Situación actual**
-  **Innovaciones**
-  **Conclusiones**



➤ Reflectores solares

Aunque los espejos de vidrio curvados en caliente tienen una excelente durabilidad, resultan caros en la actualidad y se están desarrollando otras posibles opciones más económicas:

Opción 1: película de plata sobre substratos acrílicos:

Este tipo de reflector solar será una opción excelente si se puede garantizar una adecuada durabilidad en condiciones reales de O&M

Opción 2: película reflectante de aluminio o plata depositada sobre chapa metálica:

El principal reto en la actualidad lo constituye lograr una buena durabilidad (>10 años) en intemperie

Opción 3: espejos laminados o de vidrio fino sobre substrato de fibra de vidrio o similar:

La precisión geométrica final del reflector es el principal reto en la actualidad

Es muy probable que los espejos actuales de vidrio grueso curvado en caliente continúen siendo la mejor opción a corto y medio plazo. La implantación comercial de las otras opciones depende de su relación coste/durabilidad.



➤ Tubos receptores:

➤ Tubos receptores sin soldadura vidrio-metal y con bajo vacío

Las soldaduras vidrio-metal serán sustituidas por cierres mecánicos. El principal beneficio será una mayor fiabilidad del tubo a un precio similar del de los actuales tubos receptores

➤ Tubos receptores para mayores temperaturas de trabajo ($T \sim 500^{\circ}\text{C}$)

Recubrimientos selectivos aptos para $T > 500^{\circ}\text{C}$ están ya disponibles con una baja emisividad ($\epsilon < 0,12$ a 500°C) y ya hay algunos prototipos de esta nueva generación de tubos receptores

Tubos receptores para $T > 500^{\circ}\text{C}$ estarán muy pronto disponibles comercialmente, y aumentará el número de suministradores de tubos receptores para CCPs, lo que reducirá el precio. La soldadura vidrio-metal desaparecerá a largo plazo de los tubos receptores para CCPs.



➤ Fluidos de trabajo:

El aceite térmico usado actualmente en CCPs tiene dos grandes inconvenientes:

- ✓ su límite térmico ($\sim 398^{\circ}\text{C}$), que limita la temperatura del vapor producido
- ✓ riesgos inherentes de contaminación e incendio

Tres nuevos fluidos de trabajo están siendo investigados en la actualidad para sustituir al aceite térmico actual:

- ✓ sales fundidas
- ✓ generación directa de vapor (conocido como *Proceso GDV*)
- ✓ gases a presión



Nuevos fluidos de trabajo para CCPs

| Fluido | Ventajas frente al aceite térmico | Desventajas frente al aceite térmico |
|-----------------------------|--|--|
| Sales fundidas | <ul style="list-style-type: none">- Mejor almacenamiento térmico- Mayor temperatura de trabajo- Ningún riesgo medioambiental | <ul style="list-style-type: none">-Mayores pérdidas térmicas nocturnas-Diseño del campo solar más complejo-Mayor consumo interno de electricidad |
| Generación Directa de Vapor | <ul style="list-style-type: none">- Diseño simple de la planta- Mayor temperatura de trabajo- Ningún riesgo medioambiental | <ul style="list-style-type: none">-Falta de sistema de almacenamiento térmico- Control más complejo del campo solar- Mayor presión en el campo solar |
| Gas a presión | <ul style="list-style-type: none">- Mejor almacenamiento térmico- Mayor temperatura de trabajo- Ningún riesgo medioambiental | <ul style="list-style-type: none">- Peor transferencia de calor en los tubos receptores- Control más complejo del campo solar- Mayor presión en el campo solar |



Nuevos fluidos de trabajo para CCPs (Situación actual de la I+D)

➤ Sales fundidas

La viabilidad técnica de este fluido ha sido demostrada por ENEA (Italia) en una pequeña planta experimental (350 kWt) montada en Casaccia (cerca de Roma). Una planta de 5 MWe está siendo construida en Priolo (Siracusa) para evaluar la viabilidad de este concepto para grandes plantas comerciales





Nuevos fluidos de trabajo para CCPs (Situación actual de la I+D)

➤ Sales fundidas

La viabilidad técnica de este fluido ha sido demostrada por ENEA (Italia) en una pequeña planta experimental (350 kWt) montada en Casaccia (cerca de Roma). Una planta de 5 MWe está siendo construida en Priolo (Siracusa) para evaluar la viabilidad de este concepto para grandes plantas comerciales

➤ Generación Directa de Vapor (GDV)

La viabilidad técnica del proceso GDV ha sido demostrada en la PSA con una sola fila de CCPs de 2,45 MWt de potencia nominal. Un consorcio español está promoviendo la construcción de una planta pre-comercial de 3 MWe en Puertollano (Ciudad Real) para evaluar la viabilidad de este proceso en grandes plantas comerciales

La planta GDV experimental de la PSA

- N° de módulos cilindro parabólicos: 56
- Ancho/longitud de cada módulo: 5.76m/12m
- Longitud total de la fila: 750 m
- Area total de espejos: 3870 m²

Vista aérea de la planta



Vista del extremo Sur del campo solar

- Orientación: North-South
- Caudal nominal de vapor: 1 kg/s
- Máxima temp./presión del vapor: 400°C/100 bar



Nuevos fluidos de trabajo para CCPs

(Situación actual de la I+D)

➤ Sales fundidas

La viabilidad técnica de este fluido ha sido demostrada por ENEA (Italia) en una pequeña planta experimental (350 kWt) montada en Casaccia (cerca de Roma). Una planta de 5 MWe está siendo construida en Priolo (Siracusa) para evaluar la viabilidad de este concepto para grandes plantas comerciales

➤ Generación Directa de Vapor (GDV)

La viabilidad técnica del proceso GDV ha sido demostrada en la PSA con una sola fila de CCPs de 2,45 MWt de potencia nominal. Un consorcio español está promoviendo la construcción de una planta pre-comercial de A 3 MWe en Puertollano (Ciudad Real) para evaluar la viabilidad de este proceso en grandes plantas comerciales

➤ Gases a presión

Una planta experimental de 350 kWt se ha construido en la PSA y se ha estado operando con éxito durante el último año a 400°C, y está siendo modificada para poder operar a 520°C en 2010.



Innovaciones para Colectores Cilindro Parabólicos



La planta experimental de la PSA para CCPs con gas a presión



Vista general de la planta



Campo solar en operación



➤ Reflectores solares

Puesto que los espejos de vidrio delgado (~1,5 mm de espesor) que se usan actualmente son baratos y duraderos, no se esperan mejoras importantes.

➤ Tubos receptores:

Se está dedicando un esfuerzo importante a la mejora de la durabilidad y rendimiento, tanto térmico como óptico del conjunto receptor. Se espera conseguir una mejor eficiencia sin que se incremente el coste de forma significativa.





➤ Fluidos de trabajo:

El agua seguirá siendo el fluido de trabajo principal, aunque es muy probable que se investigue el uso de sales fundidas, al igual que en los CCPs.



Plantas Solares Termo-eléctricas de Media Concentración

Indice

-  **Introducción**
-  **Situación actual**
-  **Innovaciones**
-  **Conclusiones**



Conclusiones

- Aunque el coste actual de la electricidad producida por estas plantas solares es aún alto y son necesarias primas incentivos para su despegue comercial, es también cierto que existe un elevado potencial de reducción de costes a medio y largo plazo
- Un importante esfuerzo de I+D se está invirtiendo actualmente para reducir costes y aumentar el rendimiento, por lo que será posible reducir paulatinamente los incentivos y primas actuales sin parar el despliegue comercial de estas plantas.
- Es esperable que la tecnología de colectores cilindro parabólicos experimente una rápida evolución tecnológica, especialmente relacionada con los fluidos de trabajo y los tubos receptores.



Plantas Solares Termo-eléctricas de Media Concentración

Fin de la presentación

! Gracias por su atención ;