

# Il solare termodinamico

Le tecnologie esistenti

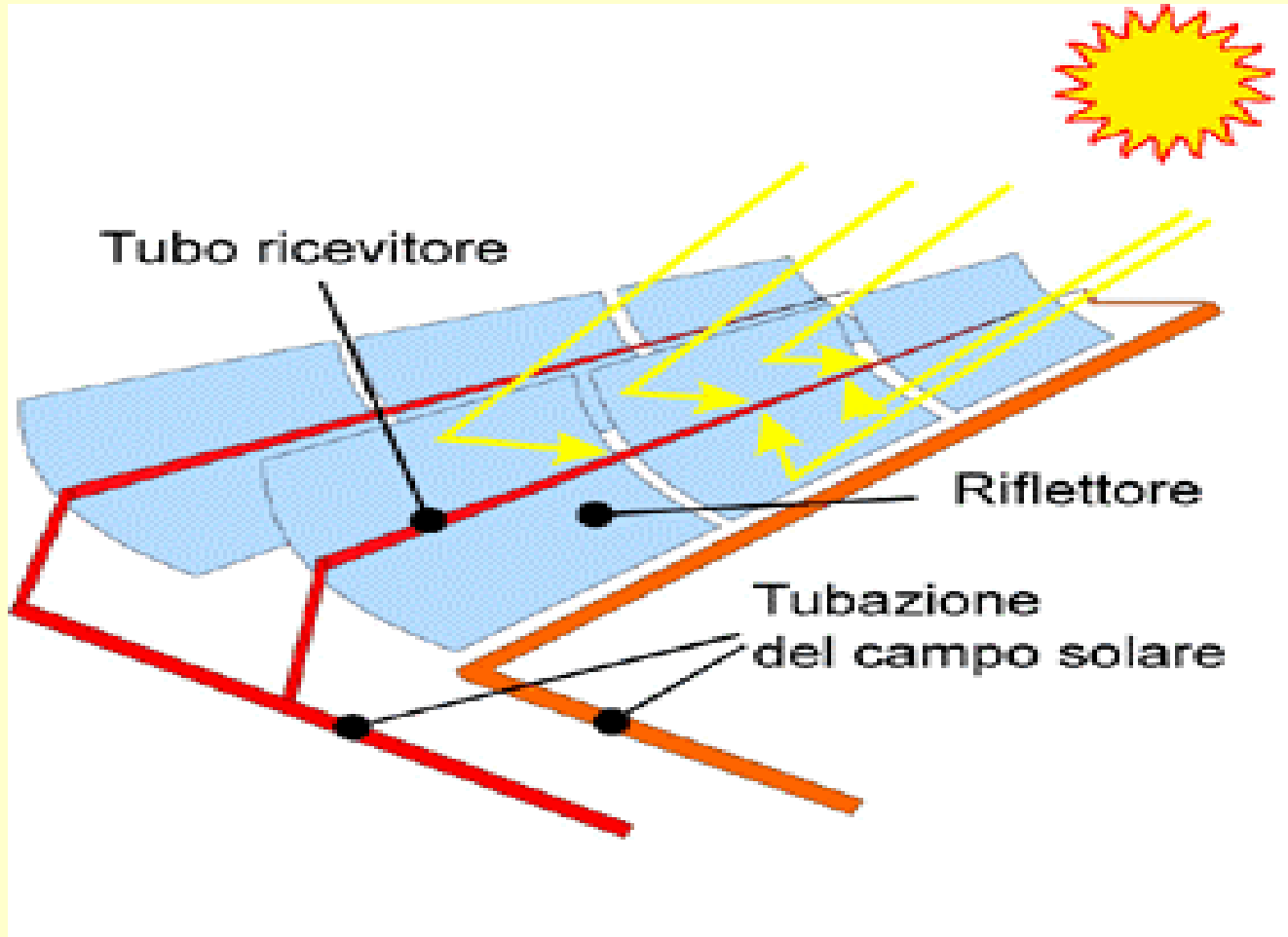
## Il solare termodinamico – tecnologie esistenti

# Caratteristiche generali:

- Sistema di concentrazione della radiazione solare (specchi);
- Elemento ricevitore investito dalla radiazione solare concentrata;
- Fluido termovettore (asportazione del calore);
- Generatore di corrente elettrica (tipicamente da ciclo termodinamico a vapore).

# Il solare termodinamico – tecnologie esistenti

## Collettori parabolici lineari



# Il solare termodinamico – tecnologie esistenti

Gli impianti SEGS di Kramer Junction  
(California)



# Il solare termodinamico – tecnologie esistenti





# Il solare termodinamico – tecnologie esistenti

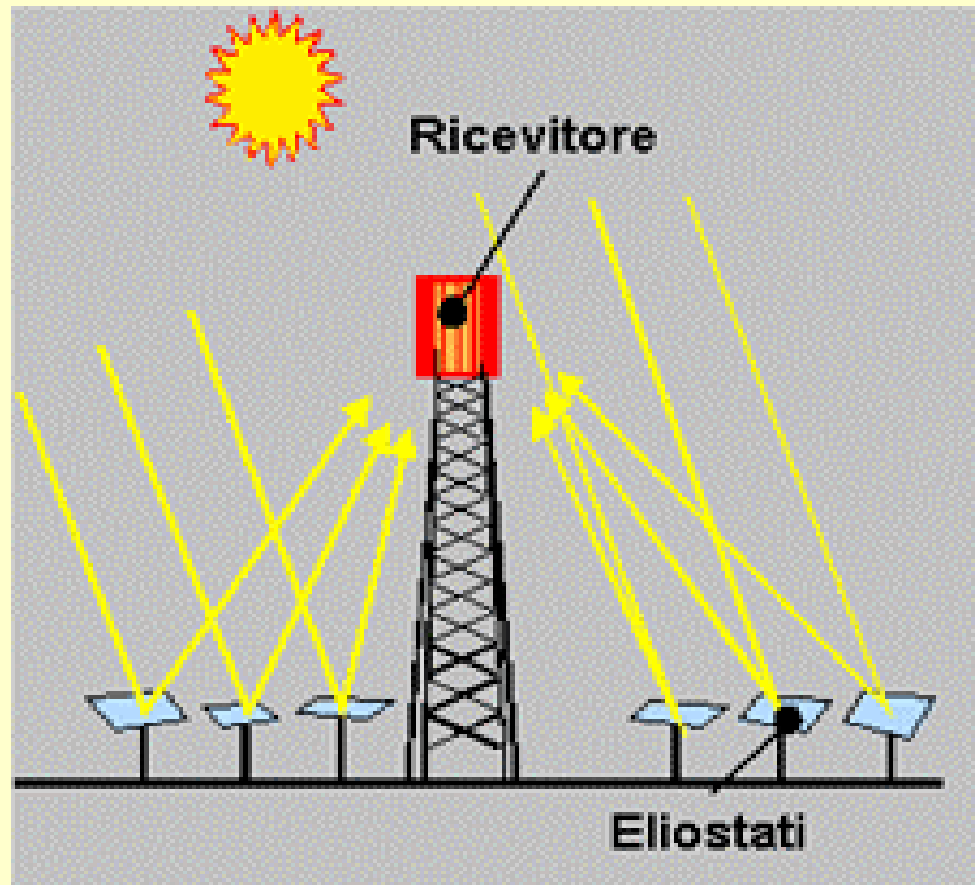
## Caratteristiche:

- Olio minerale;
- Basse temperature di esercizio (380 °C max);
- Impossibilità di stoccaggio energia;
- Impianti ibridi.



# Il solare termodinamico – tecnologie esistenti

## Sistemi a torre



# Il solare termodinamico – tecnologie esistenti Solar One e Solar Two





## Il solare termodinamico – tecnologie esistenti



Gli eliostati

# Il solare termodinamico – tecnologie esistenti

## Solar two -

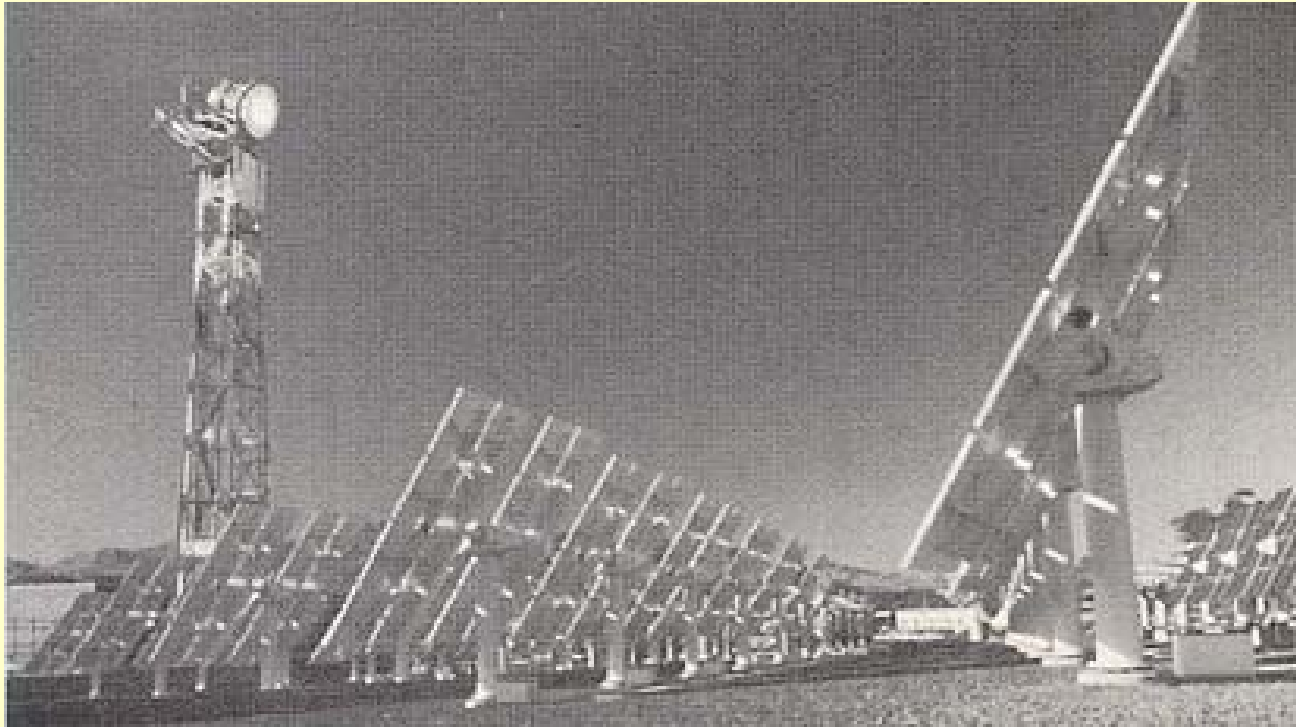
### Caratteristiche:

- Fluido termovettore: miscela di Sali fusi;
- Alte temperature di funzionamento (565 °C);
- Possibilità di accumulo;
- Precisione del sistema di puntamento eliostati;
- Torri molto alte.



# Il solare termodinamico – tecnologie esistenti

## L' impianto italiano



Centrale EURELIOS, realizzata ad Adano (Ct).

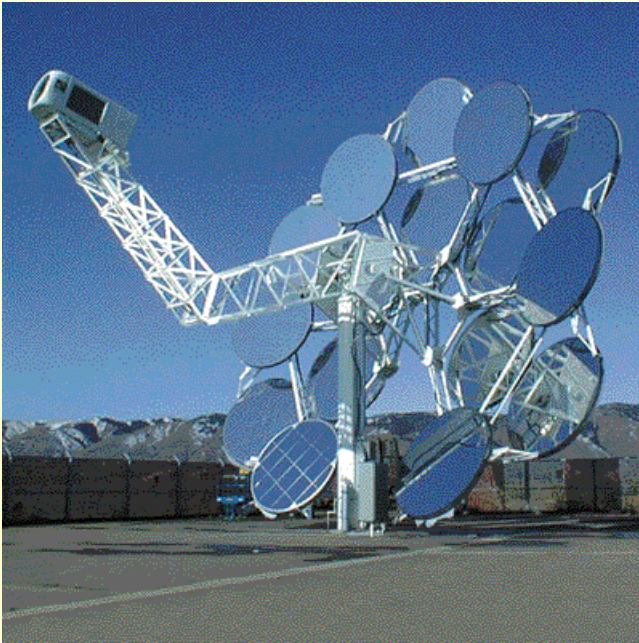
# Il solare termodinamico – tecnologie esistenti

## L'accumulo termico



# Il solare termodinamico – tecnologie esistenti

## Sistemi a concentrazione puntiformi



Modello a specchi  
piani



Modello a specchio parabolico

# Il solare termodinamico – tecnologie esistenti

## Caratteristiche:

- Ottimo per applicazioni stand-alone;
- Facilmente ibridizzabile;
- Bassa inerzia termica;
- Struttura complessa;





# Il solare termodinamico

Il progetto ENEA

# Il solare termodinamico – progetto ENEA

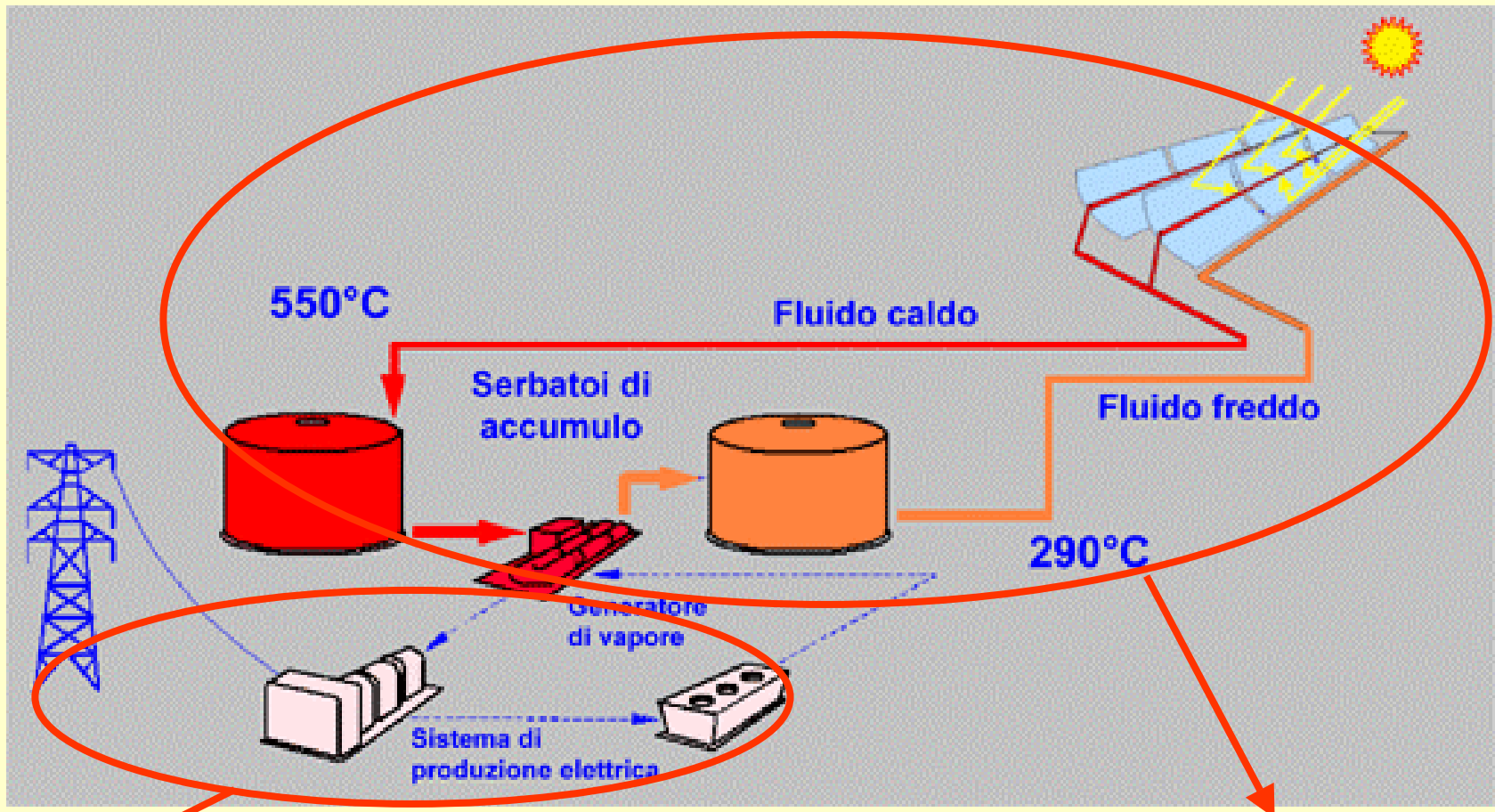
## Caratteristiche:

- Collettori parabolici lineari;
- Miscela di Sali fusi:  $\text{NaNO}_3$  (60%)  $\text{KNO}_3$  (40%);
- Accumulo termico;
- Temperature di esercizio:  $290^\circ\text{C}$  -  $550^\circ\text{C}$ ;
- Accoppiamento a centrale convenzionale con ciclo combinato.



# Il solare termodinamico – progetto ENEA

## Schema di funzionamento



Impianto convenzionale

Impianto solare

# Il solare termodinamico – progetto ENEA

Demo

Il solare termodinamico – progetto ENEA  
L' impianto Prova  
Collettori Solari (PCS)



# Il solare termodinamico – progetto ENEA

## Il tubo ricevitore



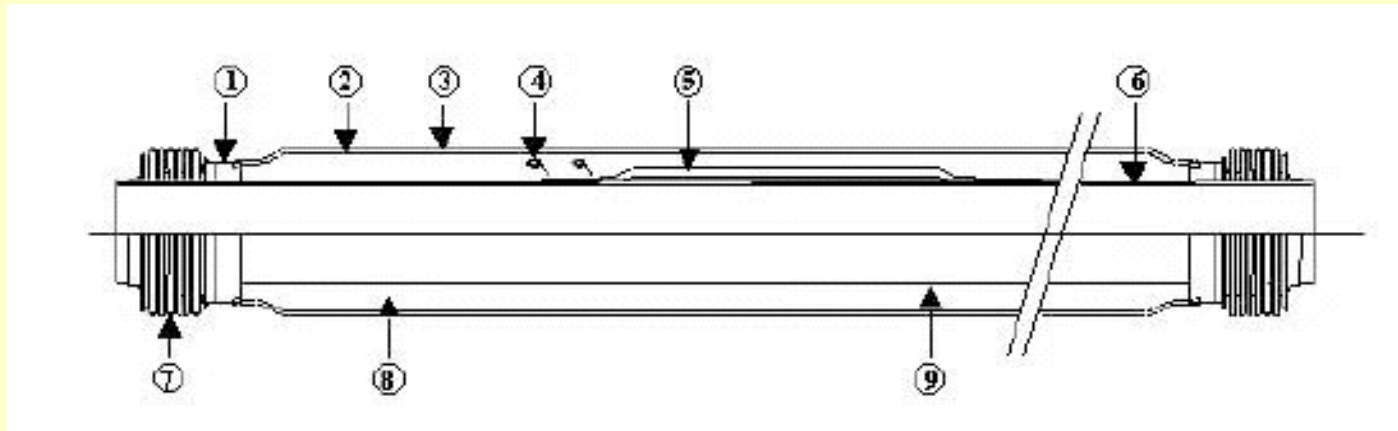
1. Connessione tra vetro e metallo;

2. Contenitore di vetro (boro silicato),  $p < 1$  Pa;

3. Rivestimento anti-riflesso;

7. Soffietti compensatori di dilatazione;

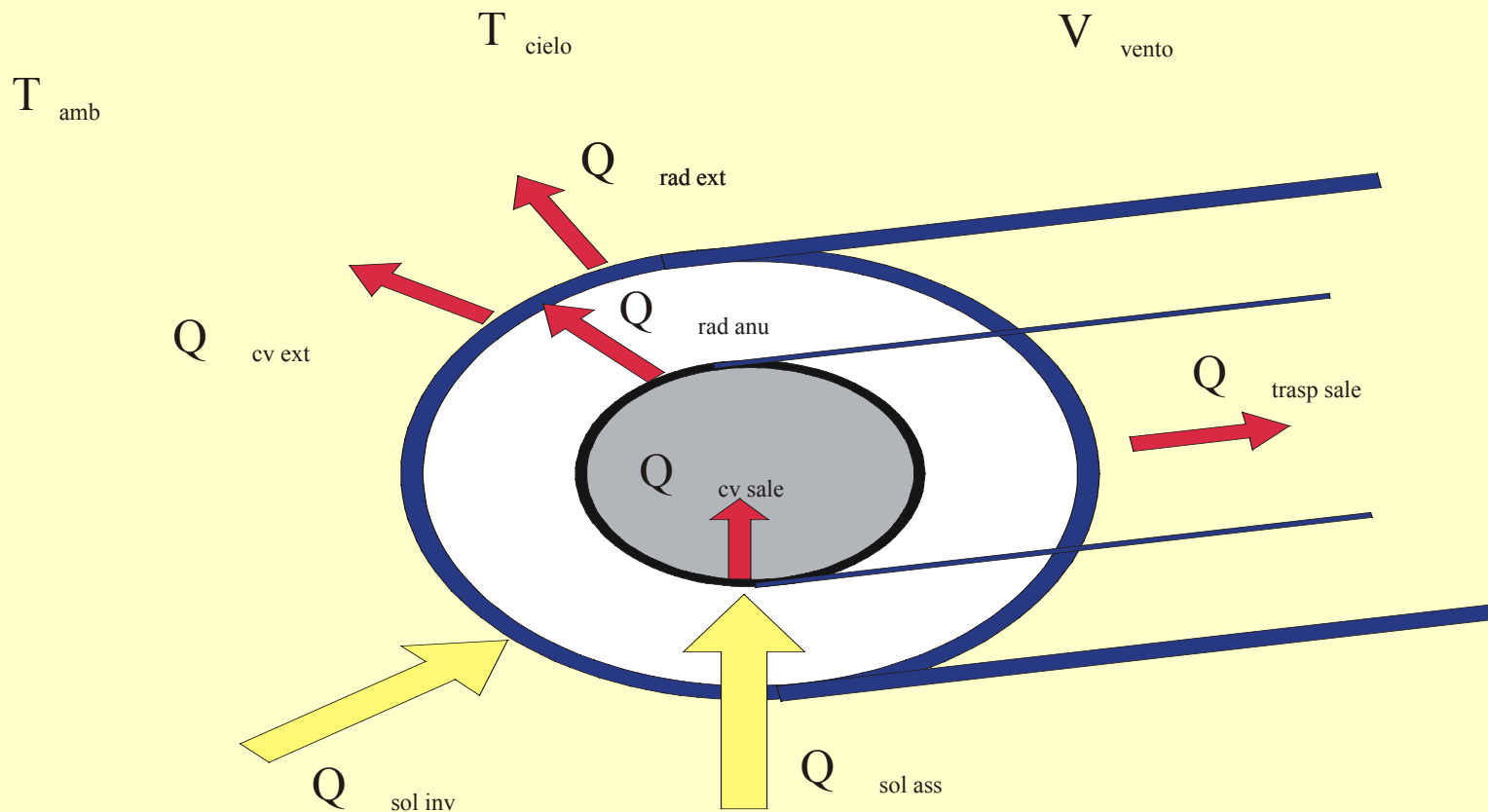
9. Rivestimento ad assorbimento selettivo.





# Il solare termodinamico – progetto ENEA

## Flussi termici nel tubo ricevitore



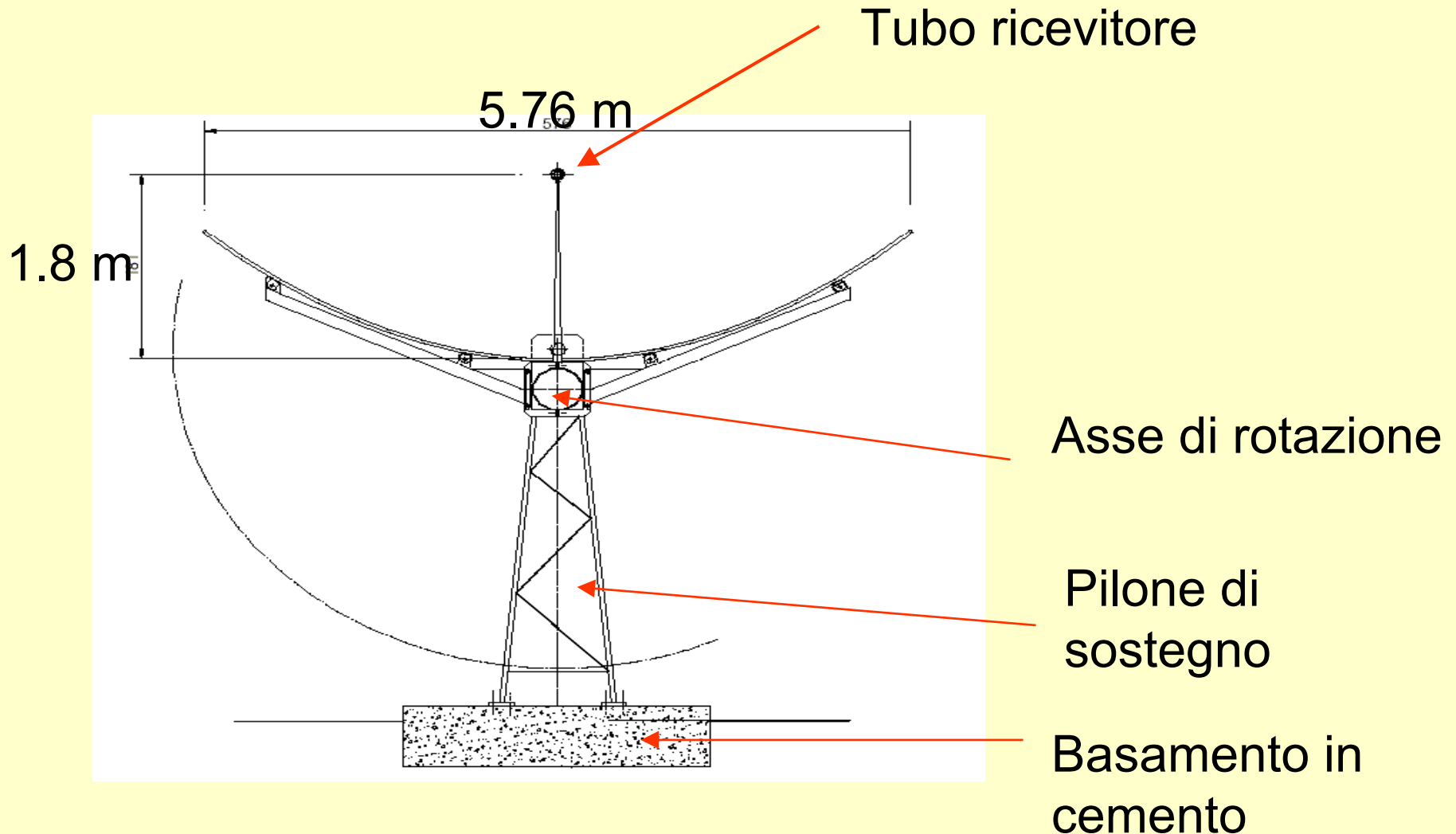
## Il solare termodinamico – progetto ENEA

### Coating selettivo: caratteristiche

- composito ceramico-metallico (CERMET in Mo e  $\text{SiO}_2$ );
- assorbanza  $a=0.93$  ed emittanza  $e=0.065$  a  $580^\circ\text{C}$  (elevatissime prestazioni);
- Resistente ad alte temperature (a differenza del Black Chrome);
- Temperatura massima circa  $600^\circ\text{C}$ .

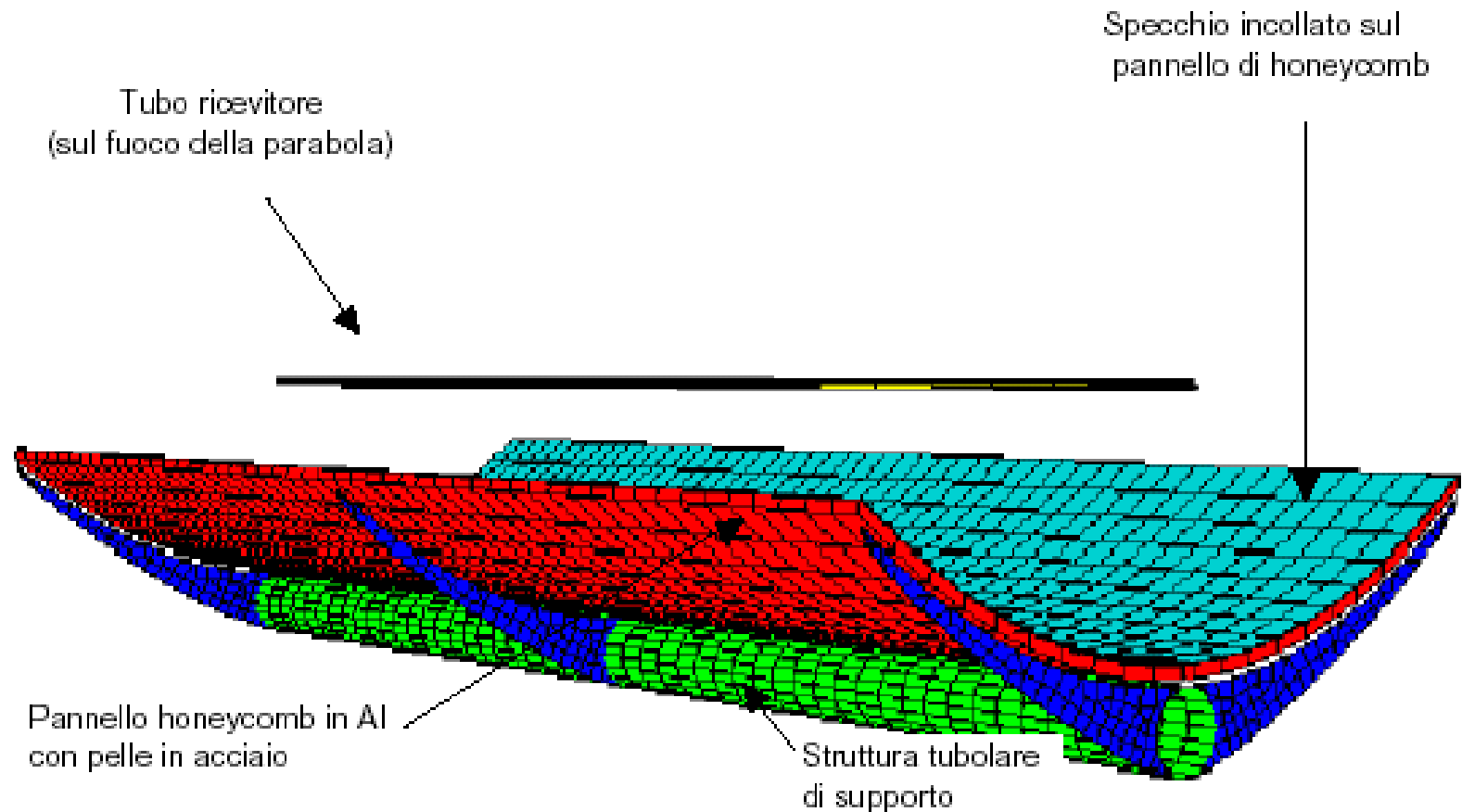
# Il solare termodinamico – progetto ENEA

## Il sistema di concentrazione



# Il solare termodinamico – progetto ENEA

## Struttura del sistema di supporto degli specchi



# Il solare termodinamico – progetto ENEA

## Principali limitazioni della nuova tecnologia ENEA

- Sale fuso: solidificazione a 221 °C (cristallizza a 238 °C);
- Coating selettivo: degenera a circa 600 °C;



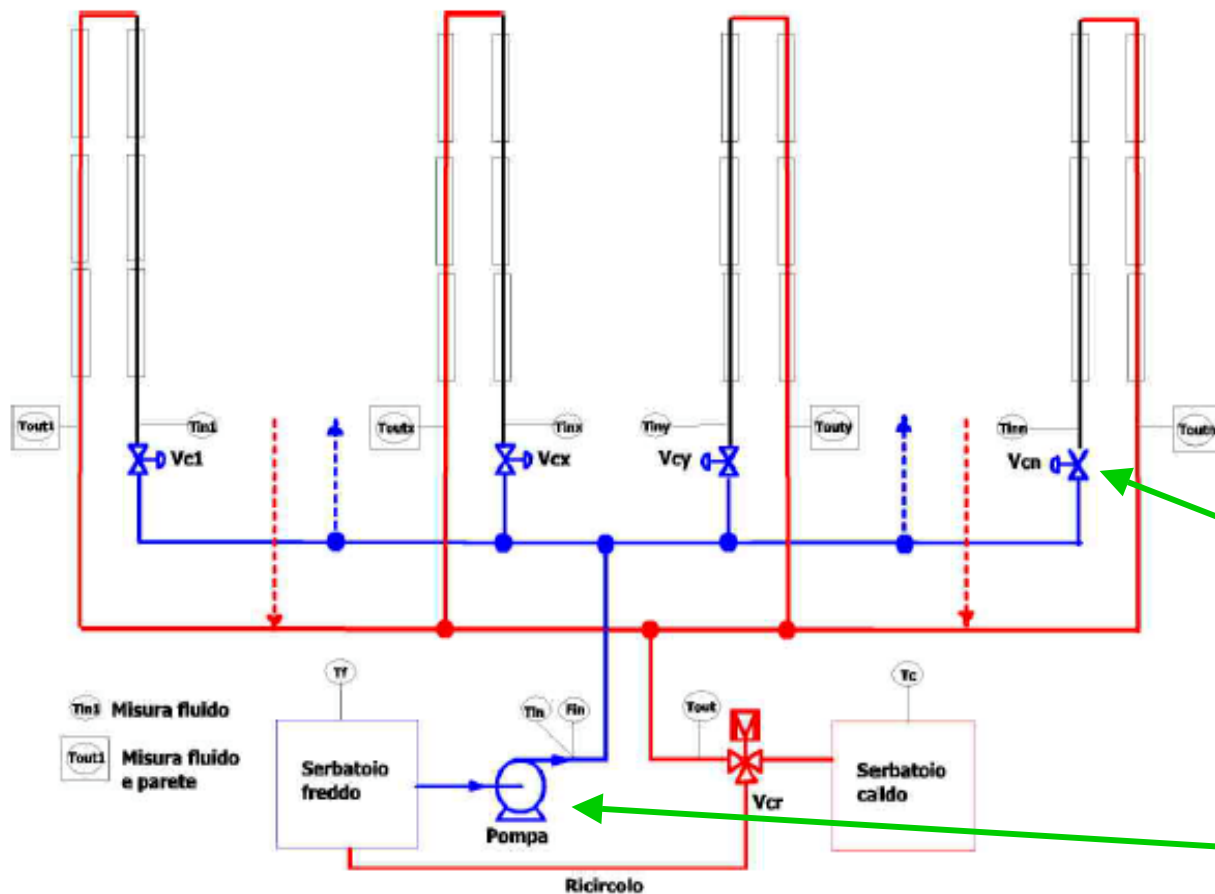
**Problemi di controllo della temperatura.**

- SOLUZIONI:
- Sistema di riscaldamento a traccia (effetto joule);
  - Messa fuori fuoco del collettore (elevata velocità di azionamento).

# Il solare termodinamico – progetto ENEA

## Controllo della temperatura

Metodo non dissipativo:



AZIONE  
COMBINATA SU:

Valvole di  
regolazione  
stringa

Pompa  
principale



# Il solare termodinamico – progetto ENEA

## Il progetto Archimede

- Potenza nominale impianto solare = 20  $MW_e$ ;
- 53 loop da 600 m di collettori: tot=31,800 m (area tot = 183,000  $m^2$ );
- Rendimento medio sole/fluido= 67%;
- $CO_2$  non emessa in atmosfera = 39,000 t/anno.

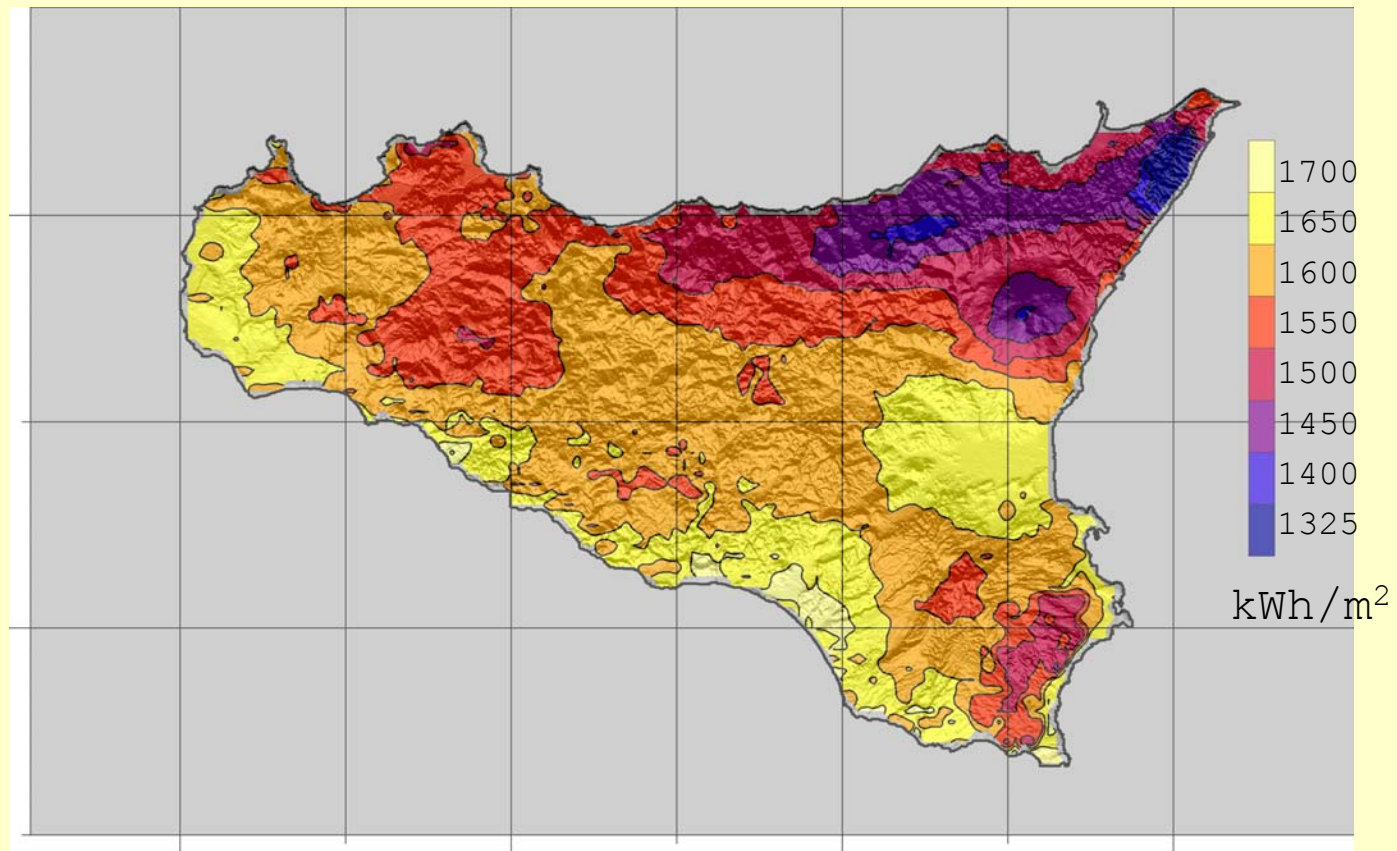
Centrale ENEL di  
Priolo Gargallo  
(Siracusa)



# Il solare termodinamico – progetto ENEA

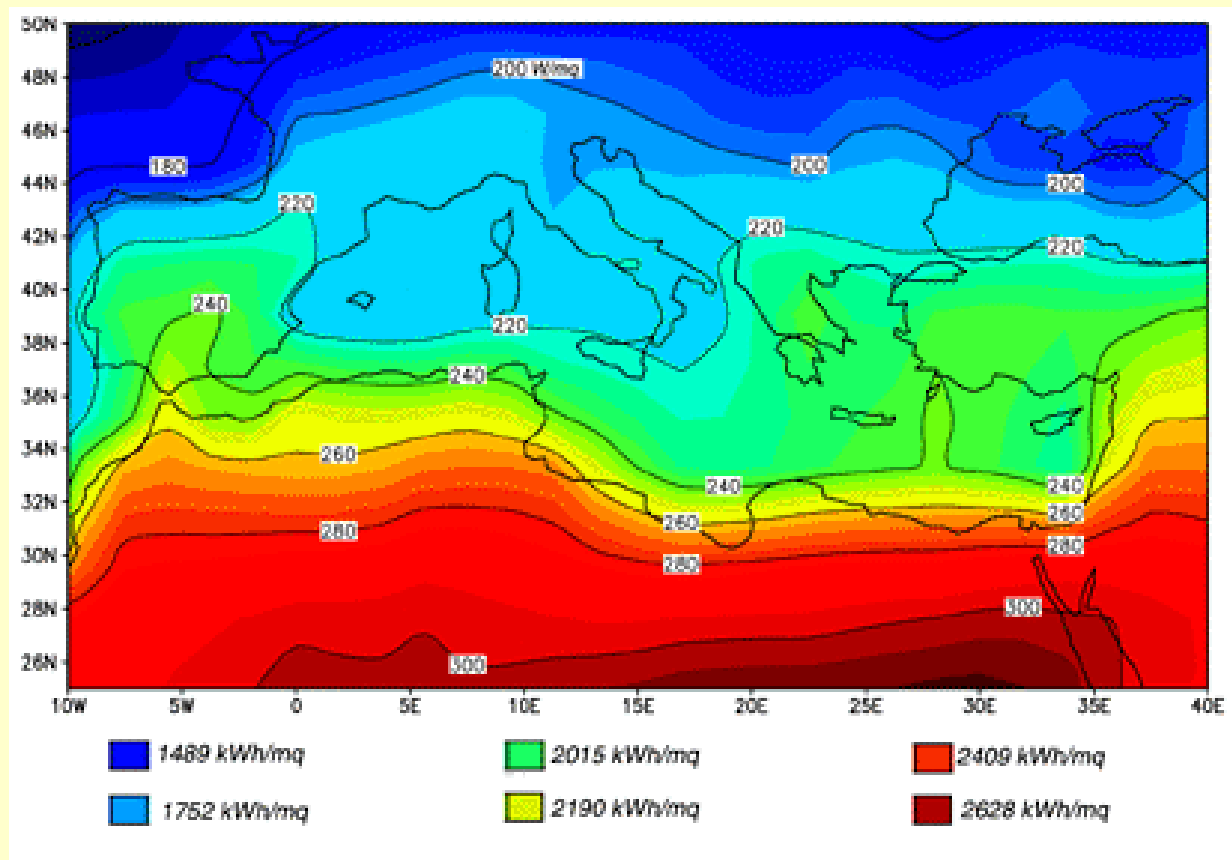
## Radiazione solare in Sicilia

Rilevazioni METEOSAT nel periodo 1994-1999

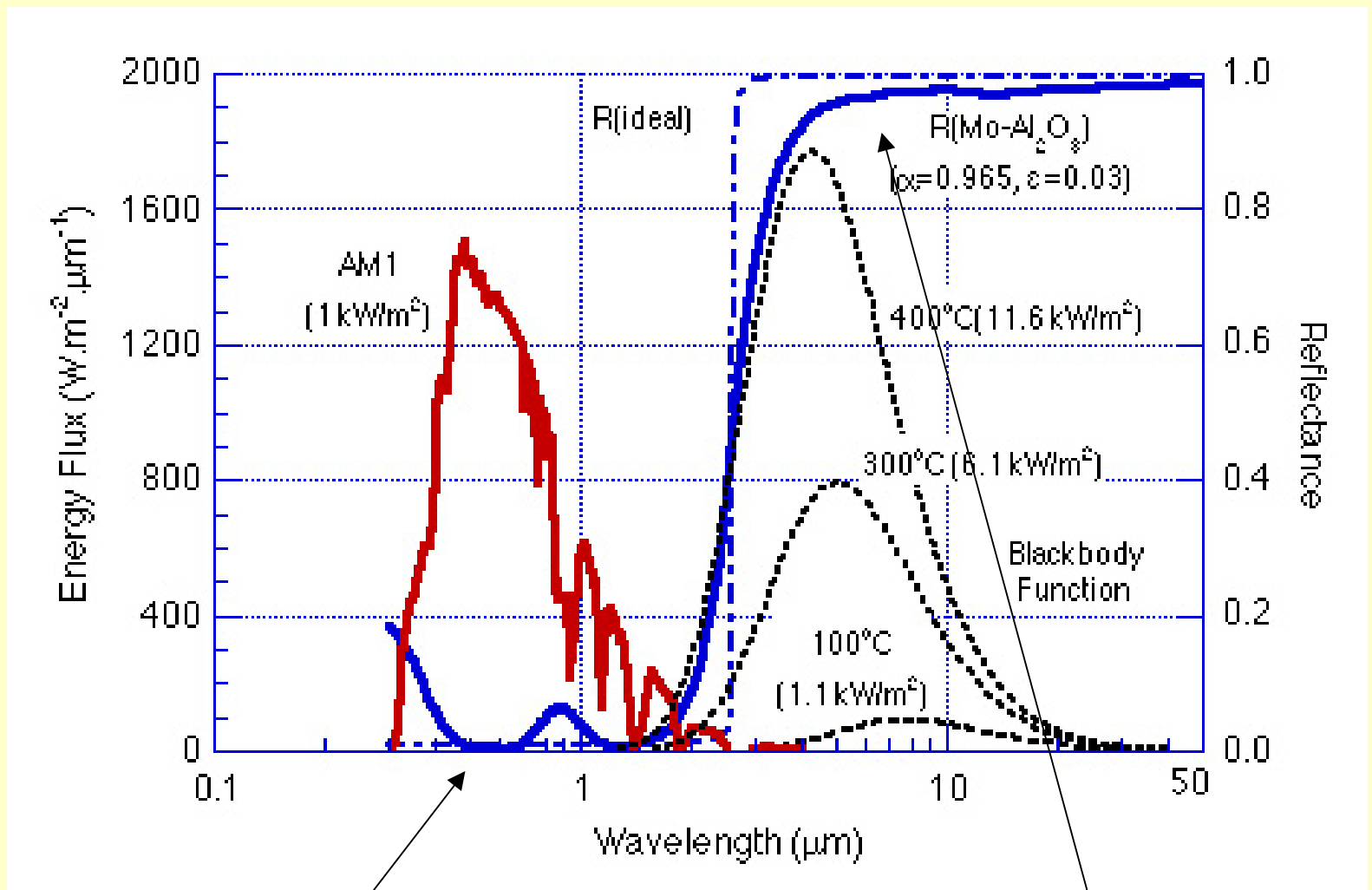


# Il solare termodinamico – progetto ENEA

Radiazione solare nel bacino del Mediterraneo.







Massima assorbanza nel campo di lunghezze d'onda proprie della radiazione solare -> riflettanza minima

minima emissività a partire dalle lunghezze d'onda del vicino infrarosso -> riflettanza massima