



**SHAAMS**

STRATEGIC HUBS FOR THE  
ANALYSIS AND ACCELERATION  
OF THE MEDITERRANEAN  
SOLAR SECTOR



Project funded by the  
EUROPEAN UNION



**Convegno**

**La diffusione dell'energia solare in Regione  
Campania: stato dell'arte e prospettive**

***Solar Heating and Cooling:  
l'energia solare per il raffrescamento***

Prof. ing. Massimo Dentice d'Accadia

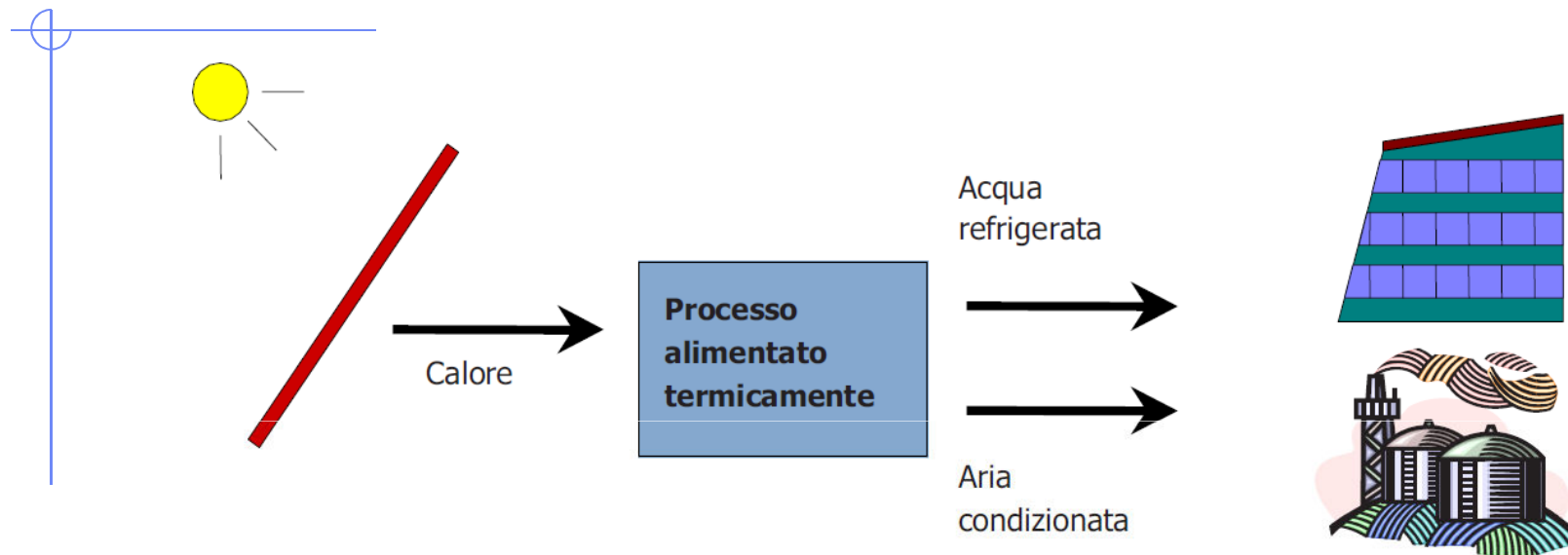


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI  
FEDERICO II



DIPARTIMENTO DI  
INGEGNERIA  
INDUSTRIALE

# Solar Cooling: il principio di funzionamento



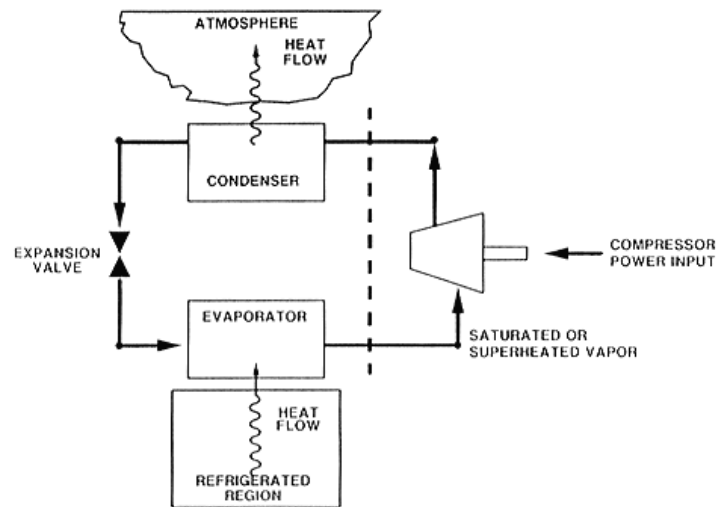
## Principali tecnologie:

- ✓ *sistemi a ciclo chiuso*: chiller ad assorbimento/adsorbimento
- ✓ *sistemi a ciclo aperto*: trattamento diretto dell'aria (raffreddamento e deumidificazione) in impianti di condizionamento con essiccanti (DEC solidi o liquidi)

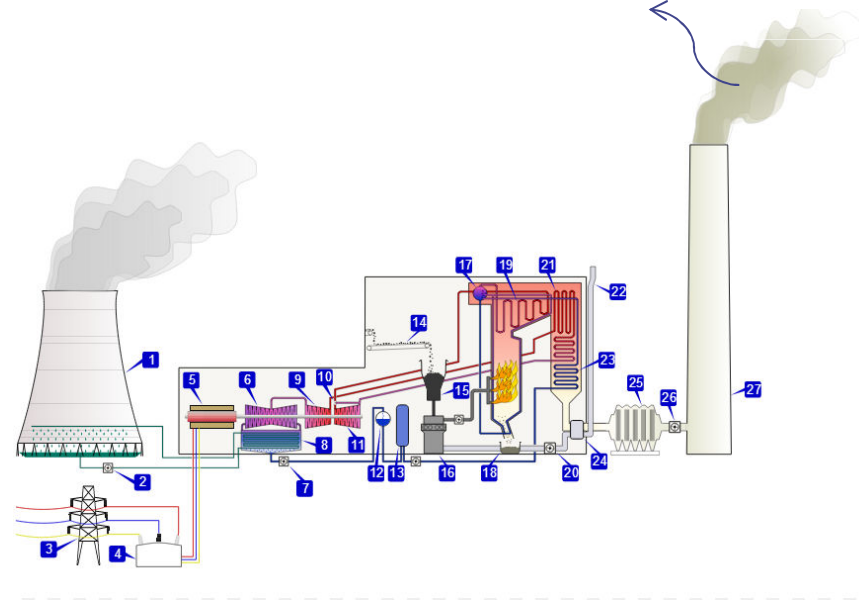
# Solar Cooling: vantaggi

✓ Produzione di energia termica per riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria da fonte rinnovabile e priva di impatto ambientale diretto

*Ex: 15 kW frigoriferi  $\Rightarrow$  1 l/h di petrolio  $\Rightarrow$  2,5 kg/h di  $CO_2$*



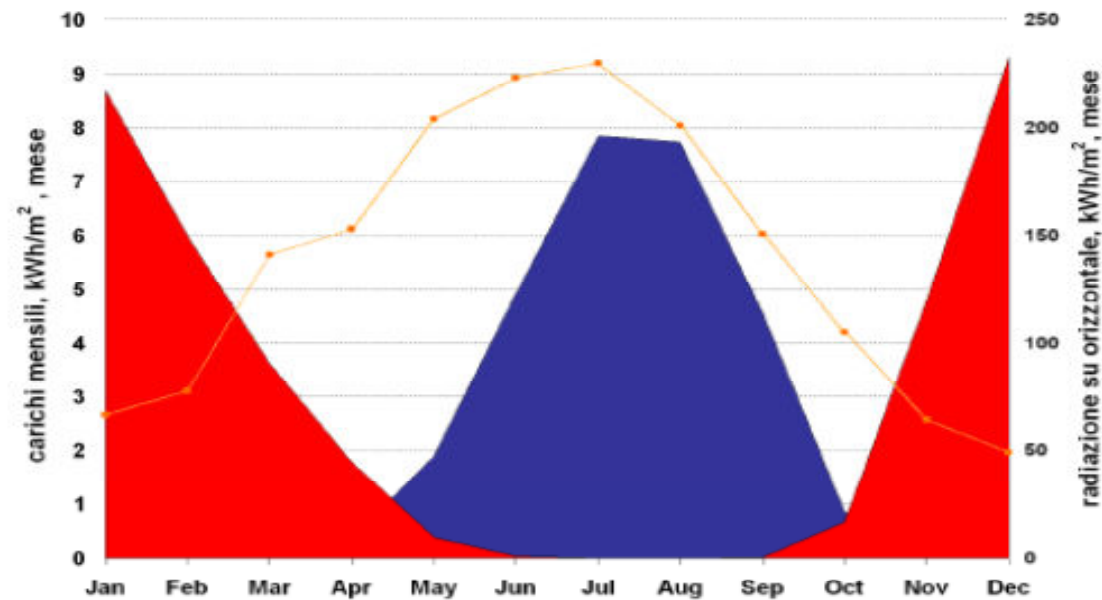
**Macchina frigorifera elettrica**



**Centrale termoelettrica**

## *Solar Cooling: vantaggi*

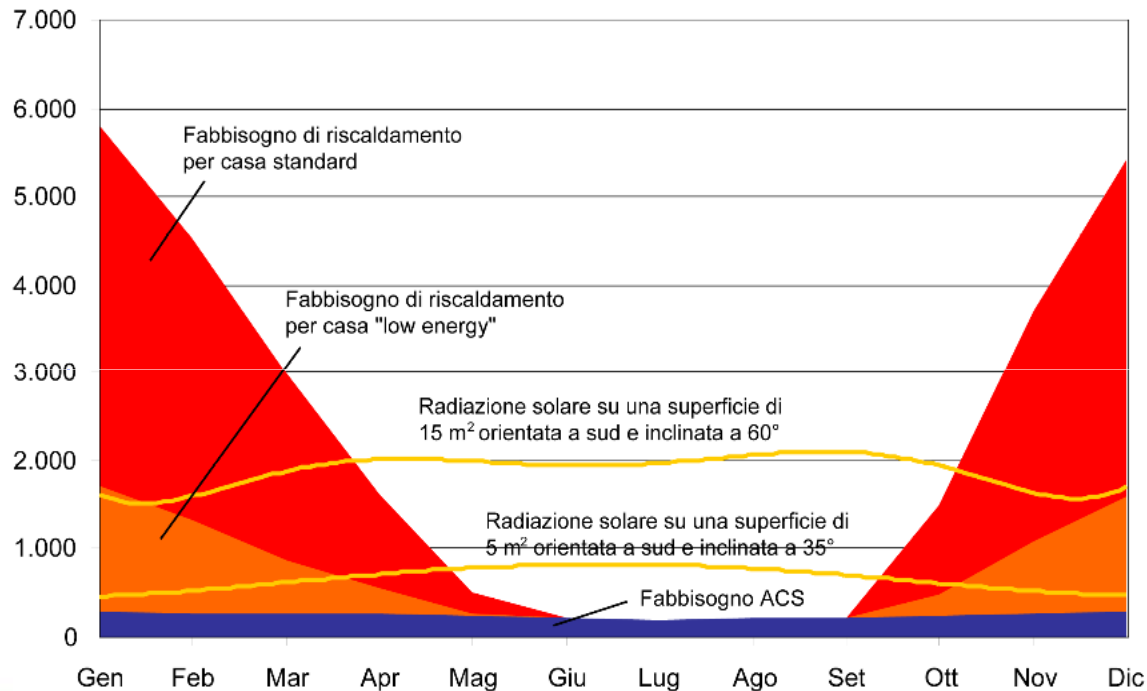
- ✓ Contemporaneità tra disponibilità della fonte e richiesta frigorifera: massima efficienza in corrispondenza della massima richiesta (al contrario di quanto accade per i sistemi elettrici tradizionali)



**Esempio:**  
Edificio uffici  
Napoli

## Solar Cooling: vantaggi

Edificio residenziale 240 m<sup>2</sup> - Energia per ACS, riscaldamento e radiazione solare su una superficie inclinata



✓ Possibilità di utilizzo dell'energia solare in tutte le stagioni

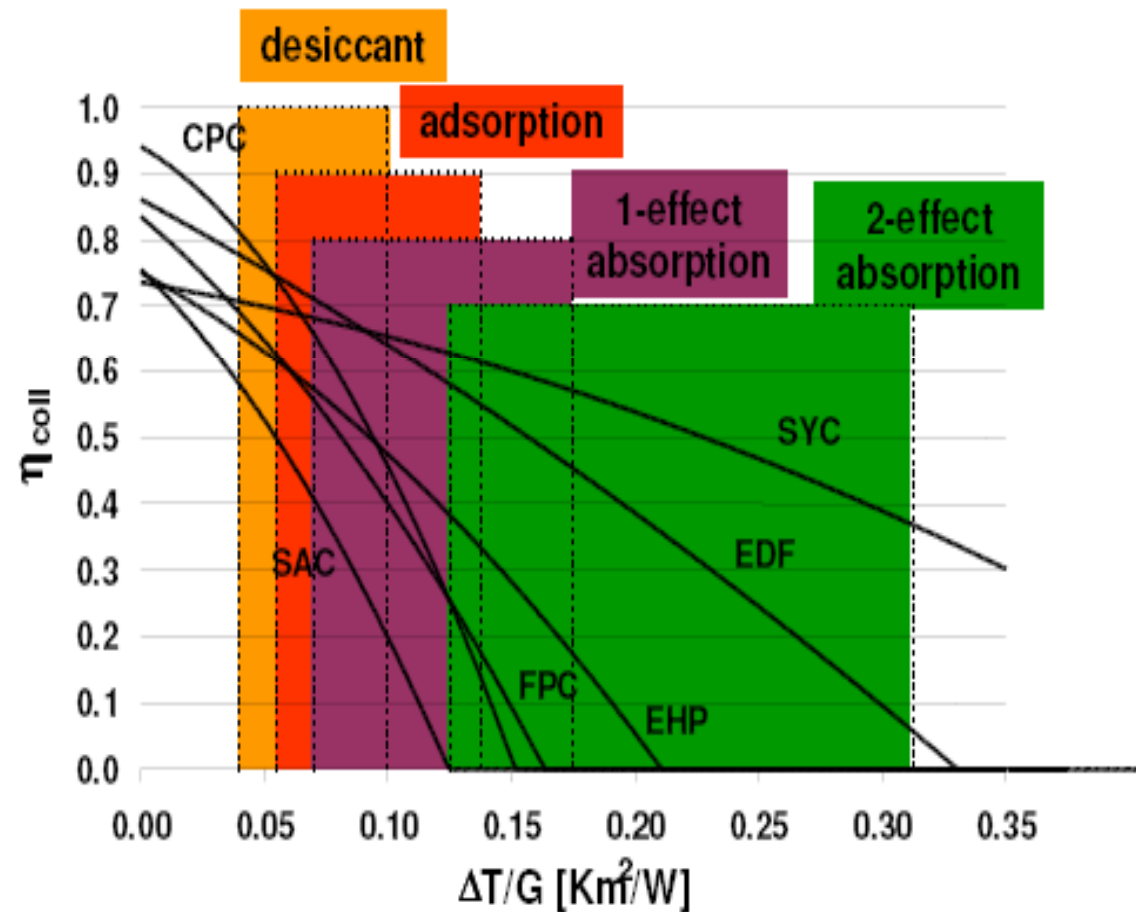
✓ Elevato fattore annuo di utilizzo della superficie captante installata



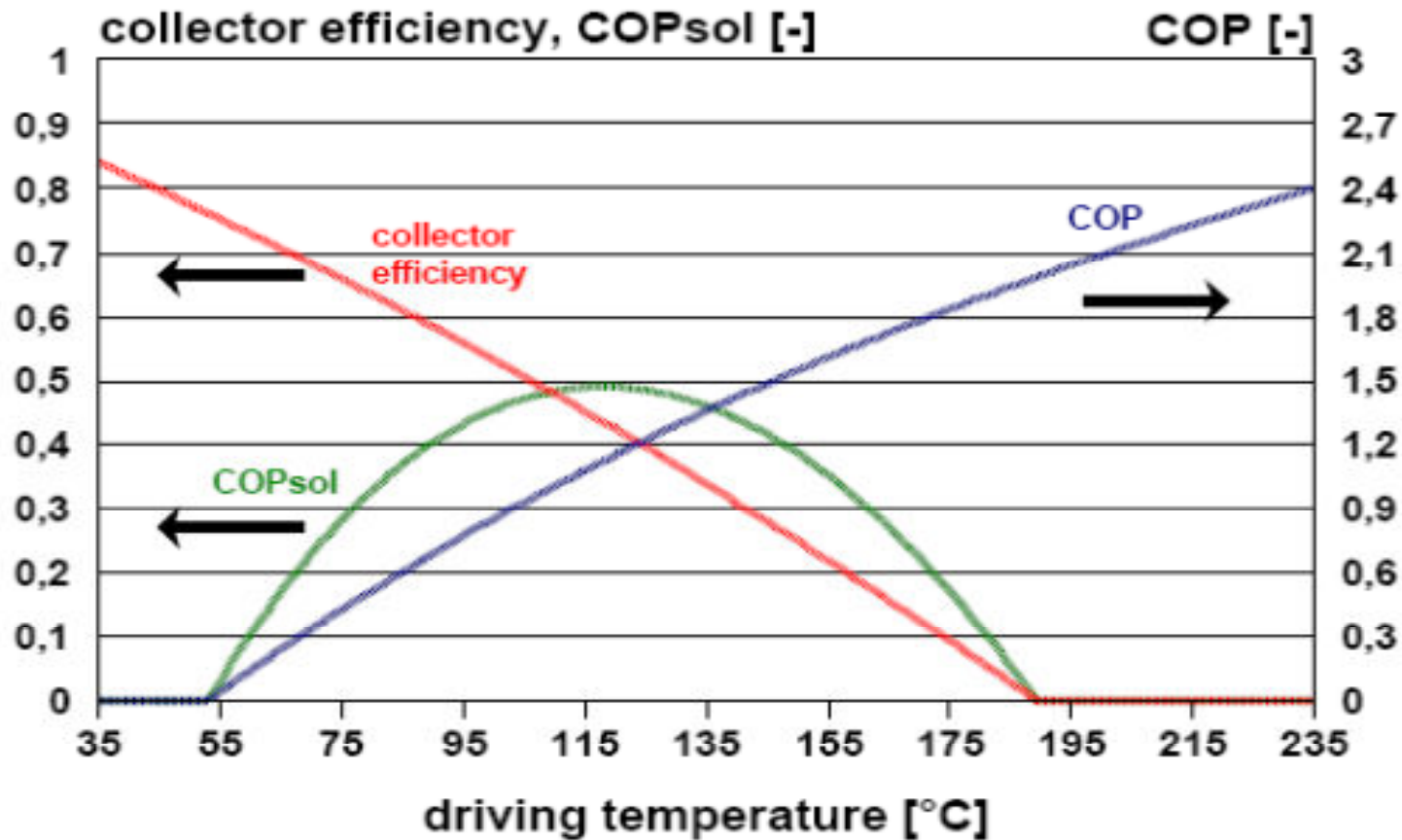
*migliore redditività,  
contributo alla  
diffusione del solare  
termico*

# Livelli di temperatura e prestazioni

**SAC = collettori aria**  
**CPC = stationary CPC**  
**FPC = collettori piani sup. selettiva**  
**EHP = Tubi evacuati heat-pipe**  
**EDF = Tubi evacuati flusso diretto**  
**SYC = Concentratori stazionari, Sydney-type**

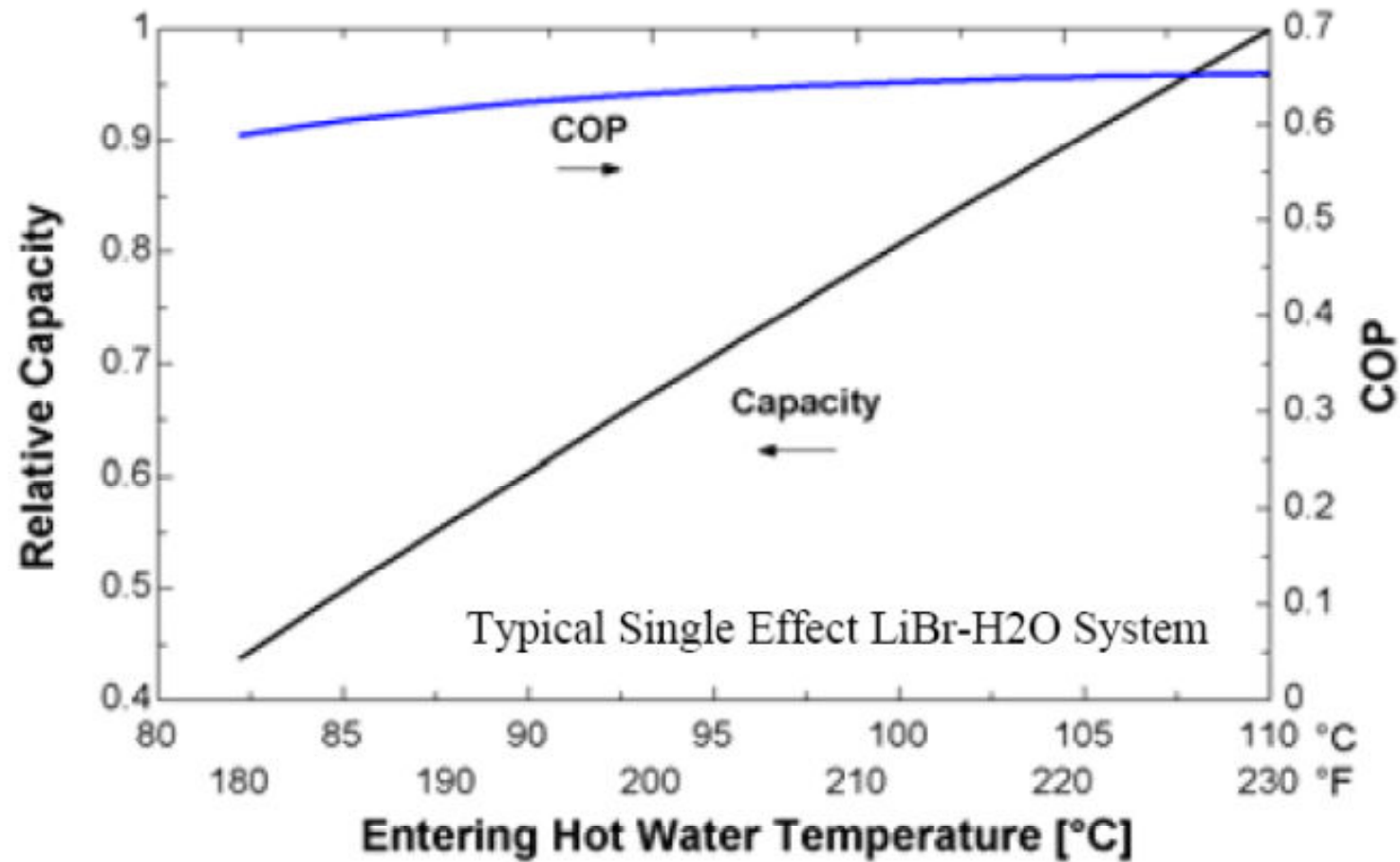


# Livelli di temperatura e prestazioni



Efficienza complessiva del processo =  $COP_{sol} = COP \times \eta_{coll}$

# Livelli di temperatura e prestazioni





## Allacciamento solare termico - assorbimento

### Schema di principio

Consigliato per edifici di potenza elevata



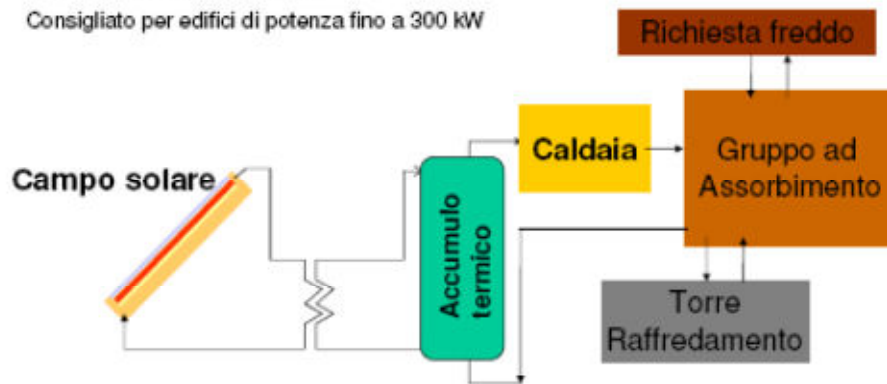
VIESMANN

*Tipiche configurazioni impiantistiche (con chiller ad assorbimento o adsorbimento)*

## Allacciamento solare termico - assorbimento

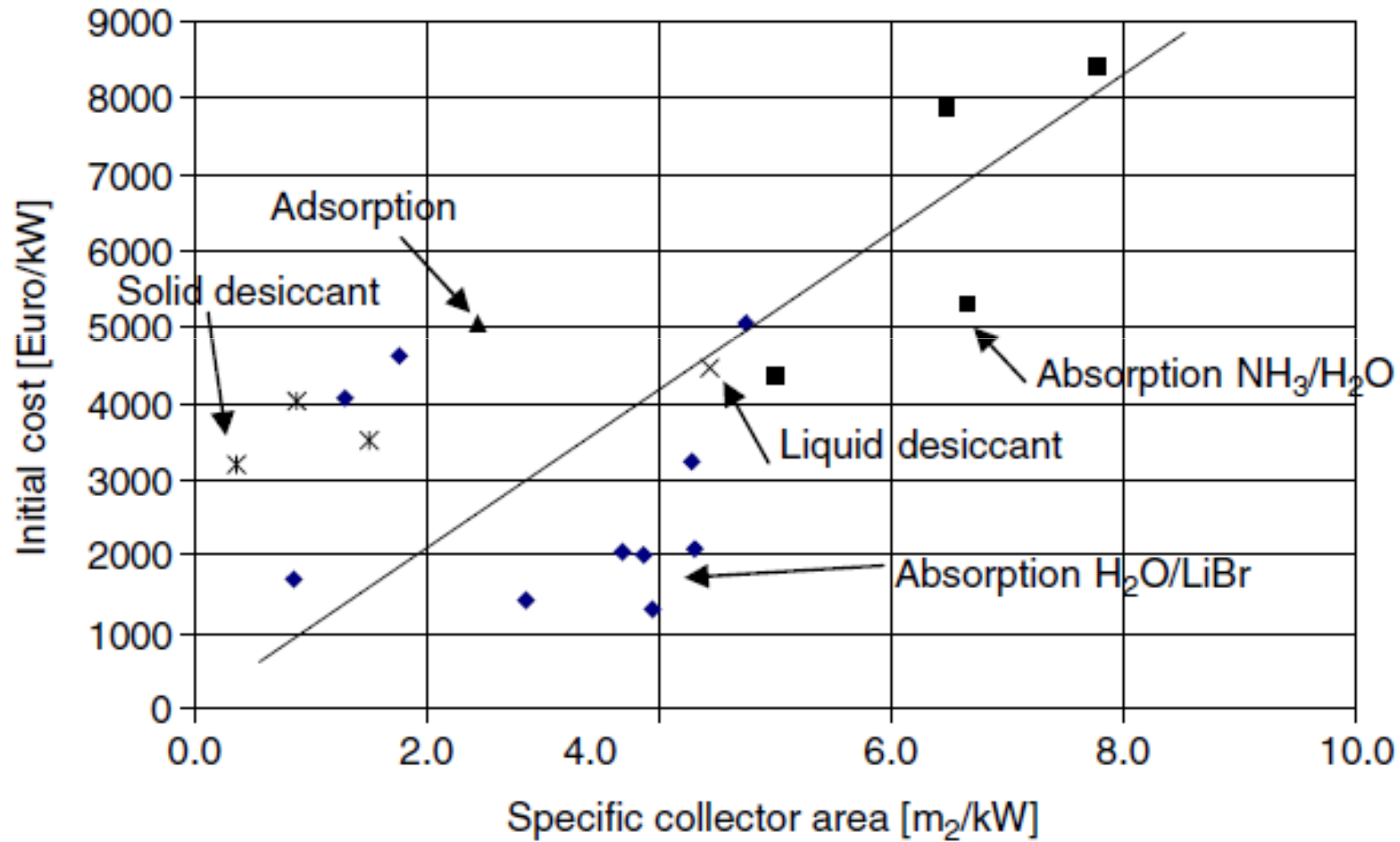
### Schema di principio

Consigliato per edifici di potenza fino a 300 kW



VIESMANN

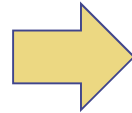
## Aspetti economici: costi di investimento (impianti > 100 kW)



## Aspetti economici: redditività

✓ Ad ex.:

- $P_f = 15 \text{ kW}$
- Area collettori =  $50 \text{ m}^2$

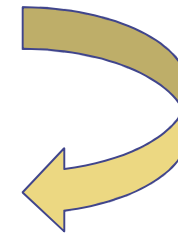


✓ Investimento (orientativo) di 70.000 €, di cui:

- 30.000 € collettori
- 20.000 € chiller
- 20.000 € B.O.P, ingegneria, montaggi, varie

✓ Risparmio (orientativo) di 6.000 €/anno, di cui:

- 3.500 €/anno per produzione di energia termica e A.C.S.
- 2.500 €/anno per produzione di energia frigorifera



Pay-back (senza incentivi)  $\cong 12$  anni

# Aspetti economici: redditività

✓ D.M. 28/12/2012 ("conto energia termico"):

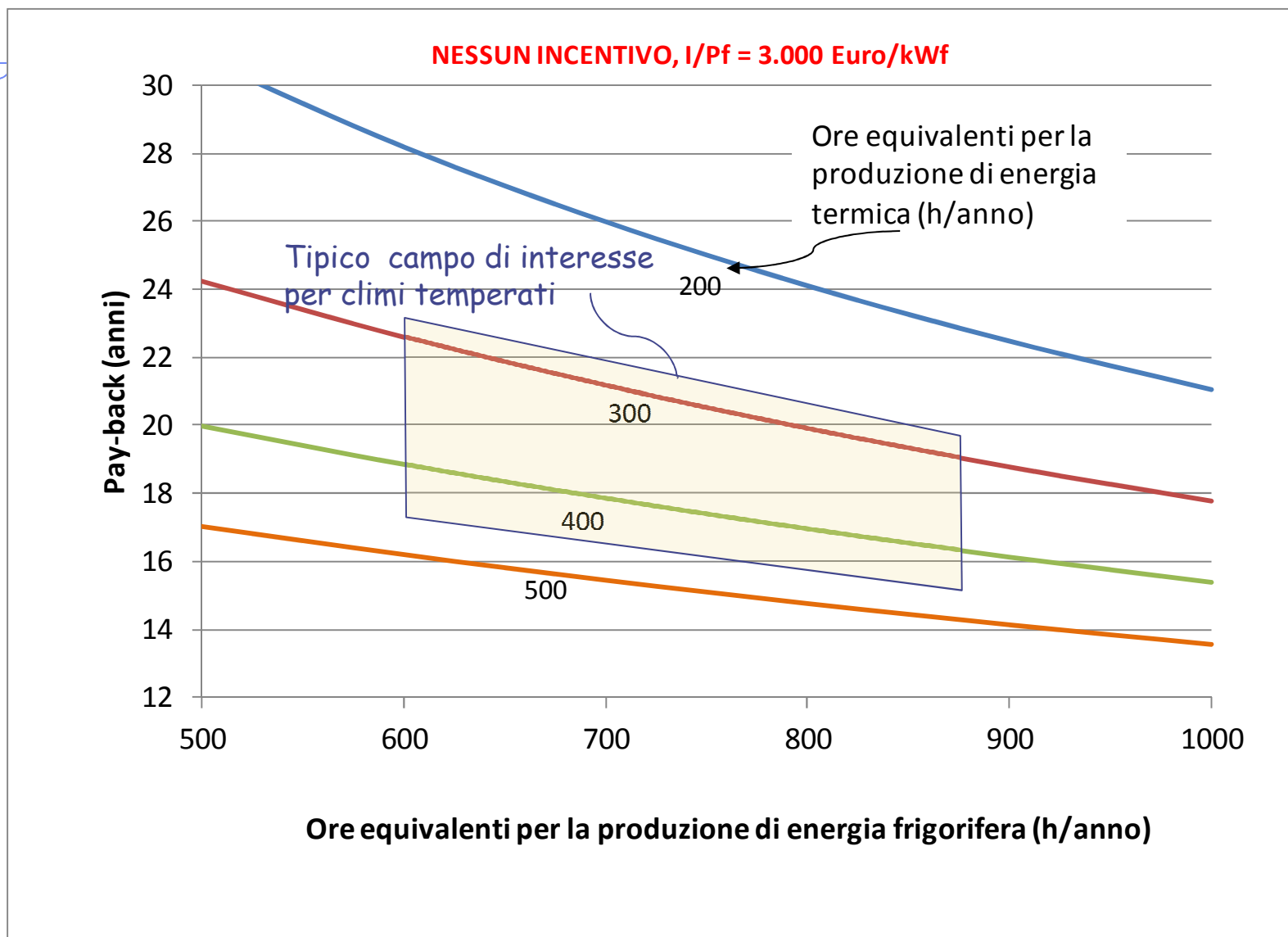
Tabella 13 – Coefficienti di valorizzazione dell'energia termica prodotta da impianti solari termici e di solar cooling.

Tipologia di intervento	2 anni	5 anni
	$C_i$ per gli impianti con superficie solare lorda inferiore o uguale a 50 mq	$C_i$ per gli impianti con superficie solare lorda superiore a 50 mq
Impianti solari termici	170 (€/mq)	55 (€/mq)
Impianti solari termici con sistema di solar cooling	255 (€/mq)	83 (€/mq)
Impianti solari termici a concentrazione	221 (€/mq)	72 (€/mq)
Impianti solari termici a concentrazione con sistema di solar cooling	306 (€/mq)	100 (€/mq)

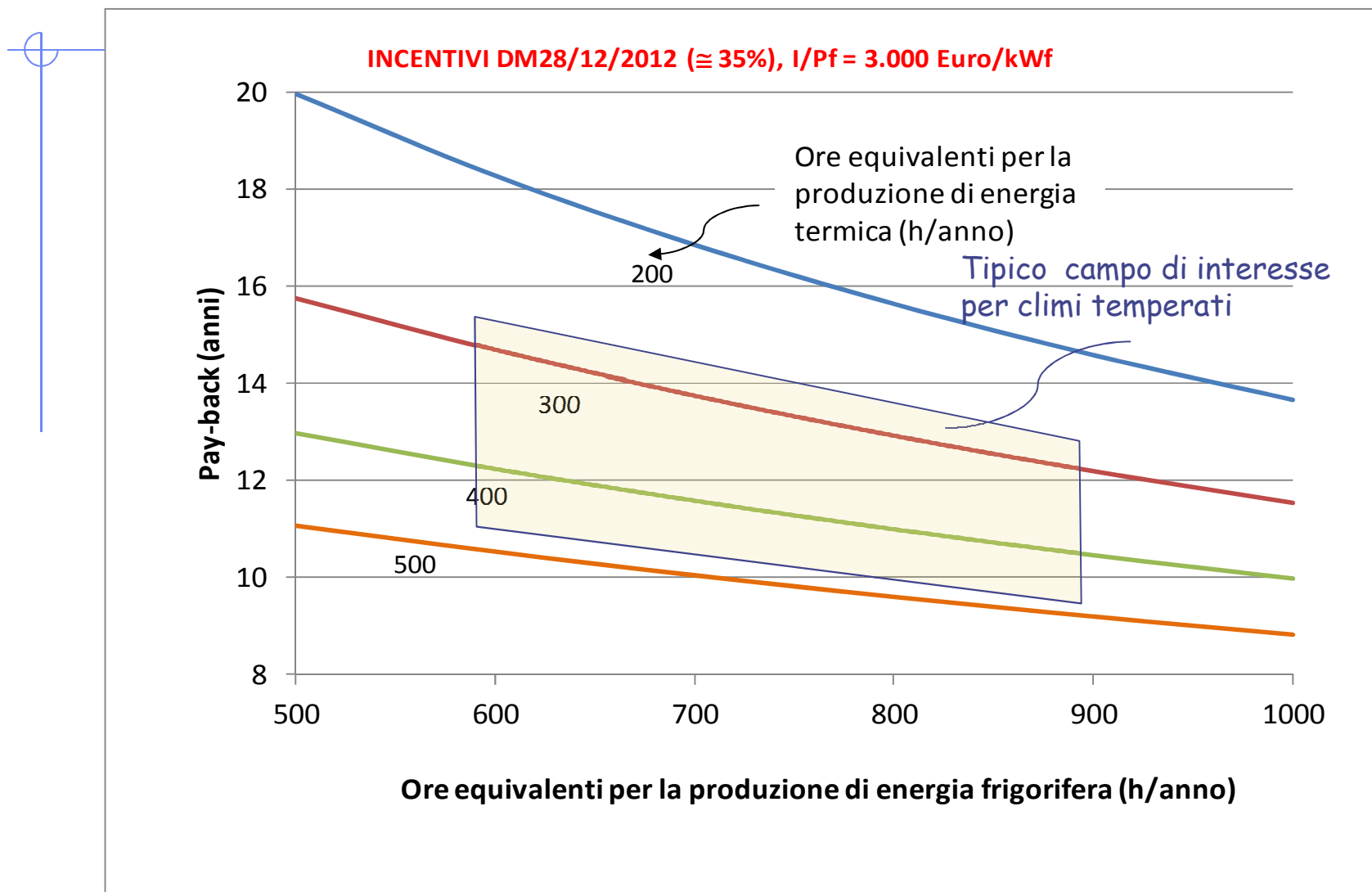


Pay-back (con incentivazioni D.M. 28/12/2012, 25.000 €)  $\cong$  8 anni

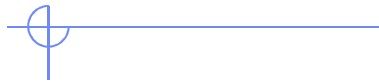
# Aspetti economici: considerazioni generali



# Aspetti economici: considerazioni generali



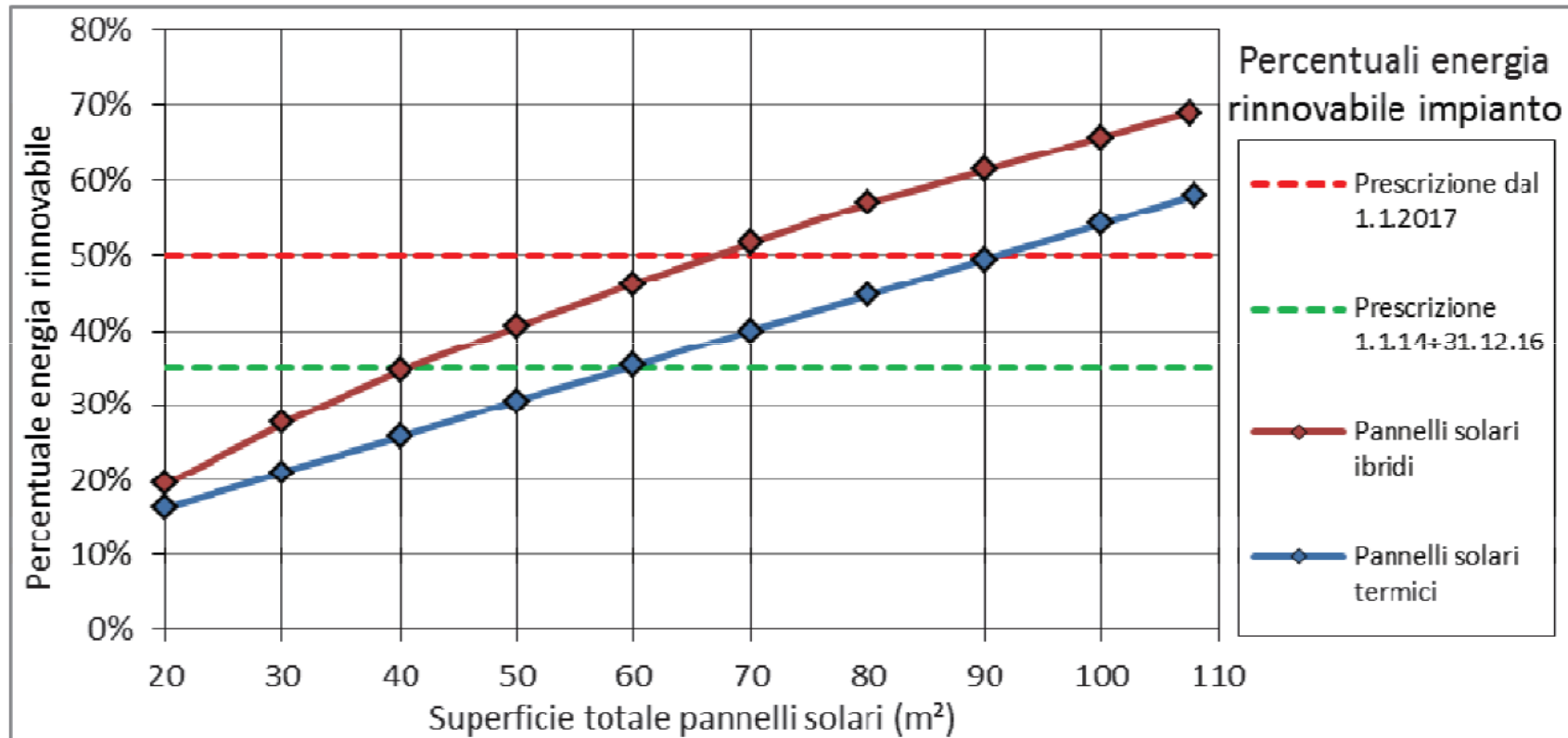
# Obblighi sull'apporto di energia rinnovabile per nuovi edifici (D. Lgs. 192/05, 311/06, 28/11 e s.m.i.)



EDIFICI PRIVATI		
Periodo di richiesta del pertinente Titolo edilizio	Copertura	
	Riscaldamento + ACS + Raffrescamento	ACS
31 maggio 2012 - 31 dicembre 2013	20%	50%
1 gennaio 2014 - 31 dicembre 2016	35%	50%
dal 1 gennaio 2017	50%	50%

EDIFICI PUBBLICI		
Periodo di richiesta del pertinente Titolo edilizio	Copertura	
	Riscaldamento + ACS + Raffrescamento	ACS
31 maggio 2012 - 31 dicembre 2013	22%	55%
1 gennaio 2014 - 31 dicembre 2016	38,5%	55%
dal 1 gennaio 2017	55%	55%

# Il contributo potenziale al soddisfacimento dei requisiti: esempio per condominio di medie dimensioni, ubicato a Palermo

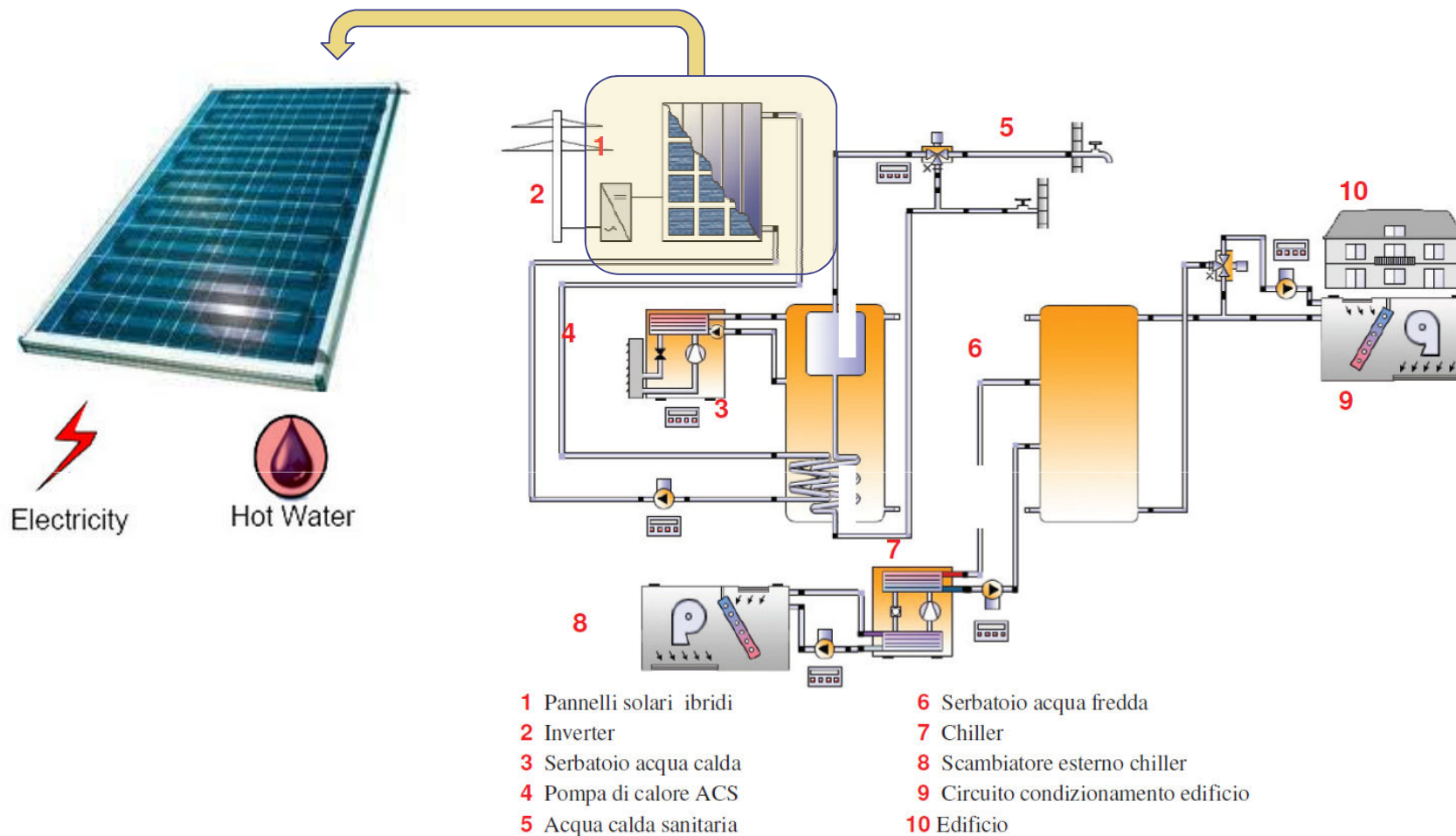


Percentuale di energia rinnovabile degli impianti con pannelli solari termici o ibridi con diverse superfici.

Fonte: RSE SpA - Ricerca sul Sistema Energetico, 2012



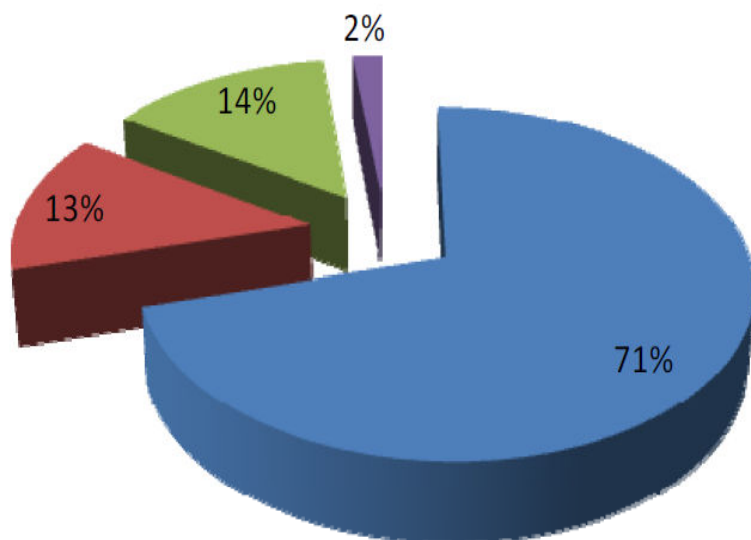
# Schema di impianto con pannelli solari ibridi (TPV)



Impianto con pannelli solari ibridi (i componenti non numerati rappresentano pompe di circolazione, logiche programmabili, valvole miscelatrici).

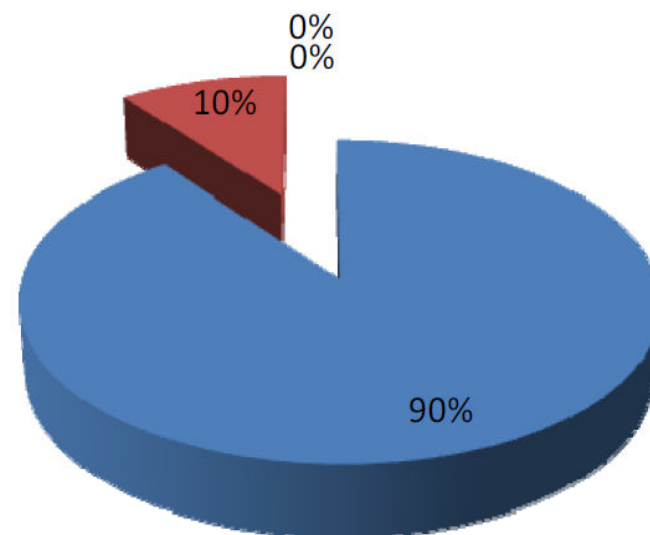
Fonte: RSE SpA - Ricerca sul Sistema Energetico, 2012

## Impianti installati



■ Absorption ■ Adsorption ■ DEC solid ■ DEC liquid

Impianti di grande taglia  
( $P_f > 20$  kW)



■ Absorption ■ Adsorption ■ DEC solid ■ DEC liquid

Impianti di piccola taglia  
( $P_f \leq 20$  kW)

*....circa 1.000 impianti attualmente in esercizio  
(di cui almeno 30 in Italia)*

Fonte:



Task 38  
Solar Air-Conditioning  
and Refrigeration

# Esempi di impianti in esercizio



CURIA DI VALLO DELLA LUCANIA  
SALERNO



- Campo solare  
collettori solari Kloben SP 21  
CPC 47, superficie lorda 165 mq
- Accumuli termici d'acqua calda  
4x3000 litri
- Macchina ad assorbimento a LiBr  
35 kWf
- Accumulo freddo colbentato  
1000 litri
- Distribuzione energetica  
fan-coil caldo/freddo



Fonte: Kloben



# Esempi di impianti in esercizio

January 2012, TVP Solar's First Solar Air Cooling Installation - Masdar City, Abu Dhabi, UAE



*Fonte: TVPSOLAR*

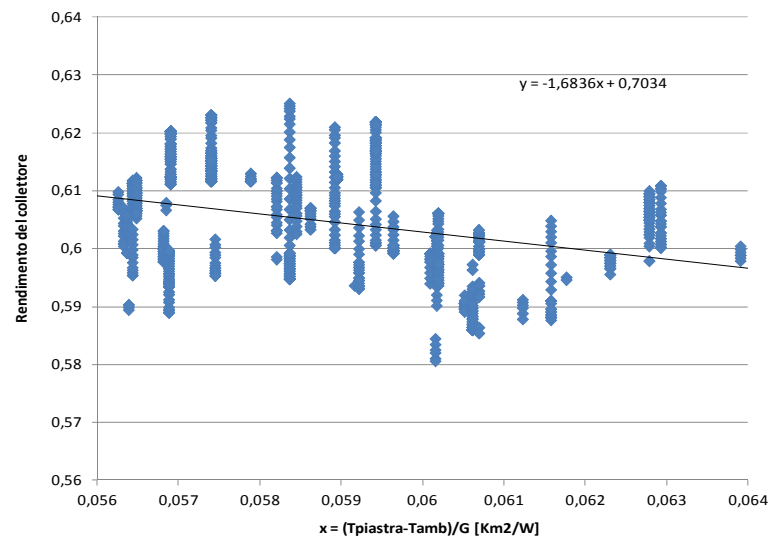
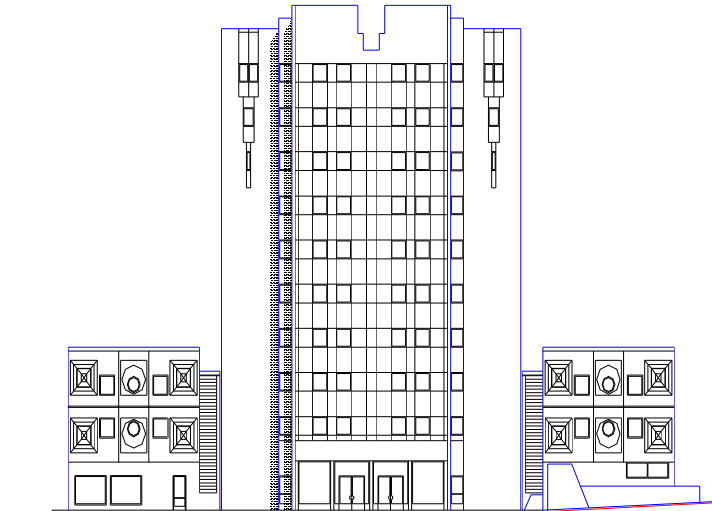
# Attività di ricerca in corso: progetto SAHARA

(Federico II - D.I.I., ANEA, ARIN/ABC, IDALTERMO Srl)

- ✓ Progetto da 850.00 € finanziato dal Ministero dell'Ambiente (bando per il finanziamento di progetti di ricerca finalizzati ad interventi di efficienza energetica e all'utilizzo delle fonti di energia rinnovabile in aree urbane).
- ✓ Sviluppo di un collettore solare di nuova concezione, non evacuato ma ad alta efficienza.
- ✓ Realizzazione di un impianto dimostrativo da circa 30 kW frigoriferi sulla copertura della sede centrale di ARIN / ABC (via Argine, Napoli).

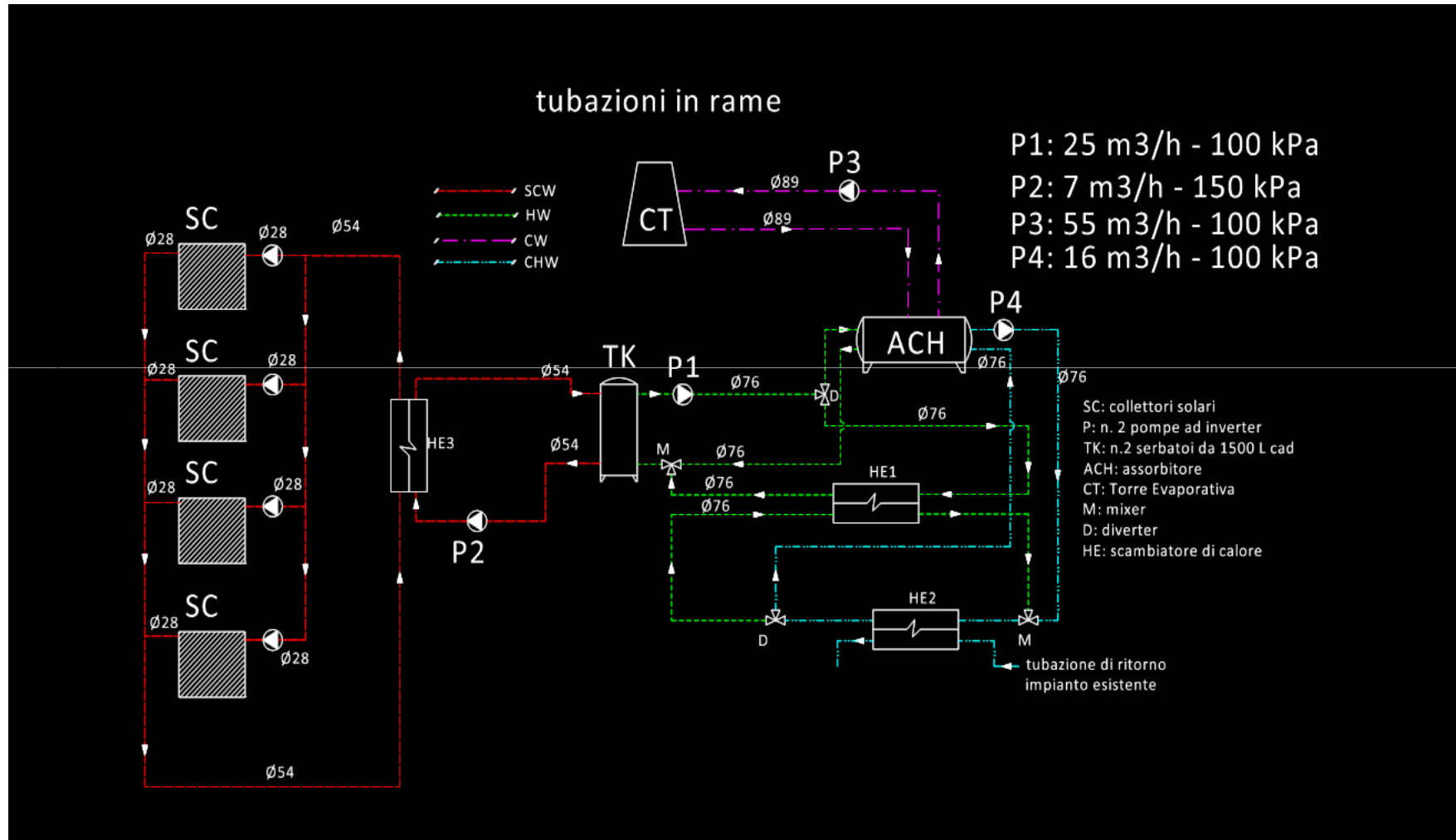
# Attività di ricerca in corso: progetto SAHARA

(Federico II - D.I.I., ANEA, ARIN/ABC, IDALTERMO Srl)



# Attività di ricerca in corso: progetto SAHARA

(Federico II - D.I.I., ANEA, ARIN/ABC, IDALTERMO Srl)



## Considerazioni conclusive

- ✓ Diffusione su scala commerciale ancora abbastanza lontana, anche per le complessità tecniche e i costi elevati.
- ✓ Possibilità di applicazione limitate a edifici con elevata disponibilità di spazio in copertura, in relazione alla volumetria (piccoli palazzi uffici, edifici commerciali o industriali, ville, ...).
- ✓ Grande varietà di soluzioni (scelta di collettori e macchine frigo ad attivazione termica, dimensionamento del sistema, accumuli, sistemi di backup, .....).
- ✓ Pochi dati sperimentali disponibili (e generalmente limitati a due o tre stagioni di funzionamento).
- ✓ Impianti esistenti per lo più non ottimizzati (COPsol medi generalmente compresi tra il 15% e il 30%, solo in alcuni casi, ed in alcune condizioni di esercizio, si supera il 40%).

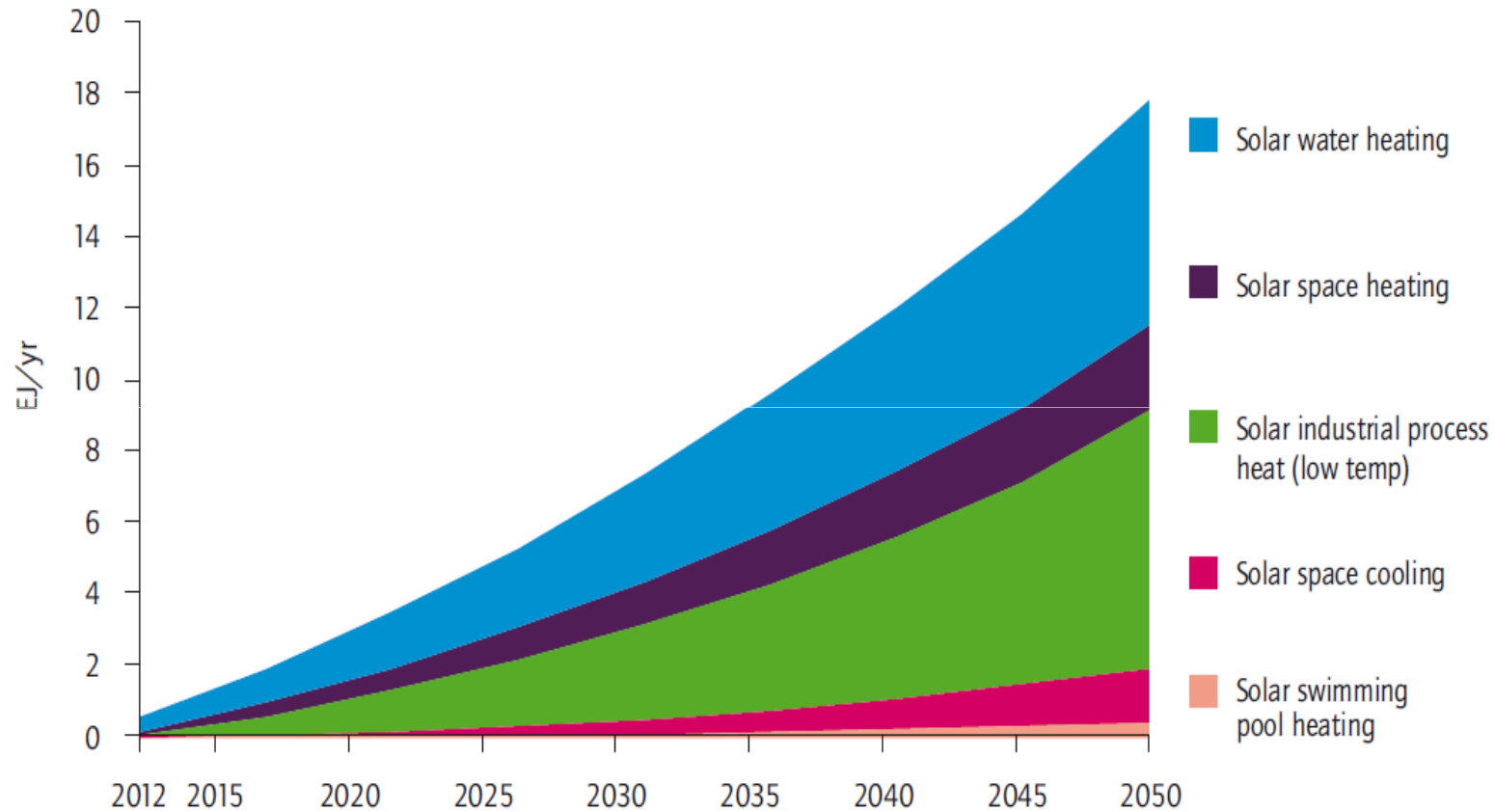


## Considerazioni conclusive

- ✓ Sono ancora necessari notevoli sforzi per la standardizzazione di componenti e sistemi, in particolare per piccole e medie taglie, e per la riduzione dei costi, anche attraverso:
  - aumento dei volumi di vendita (in particolare per chiller ad attivazione termica e DEC);
  - miglioramenti delle tecniche costruttive (in particolare per i collettori).
  
- ✓ Tecnologia non ancora completamente matura (impianti realizzati molto diversi tra loro, scarsità di dati sperimentali, ....) ma molto promettente dal punto di vista del potenziale di risparmio energetico.

# Considerazioni conclusive

*IEA, Technology roadmap - Solar Heating and cooling*



**Roadmap vision for solar heating and cooling (Exajoule/yr)**

Death by PowerPoint  
Slide 263

ZZZZ ....

ZZZZ ...

*...e grazie  
dell'attenzione!*

ZZZZ ....

Bruce Woodcock

