



Catania, 7 aprile 2017

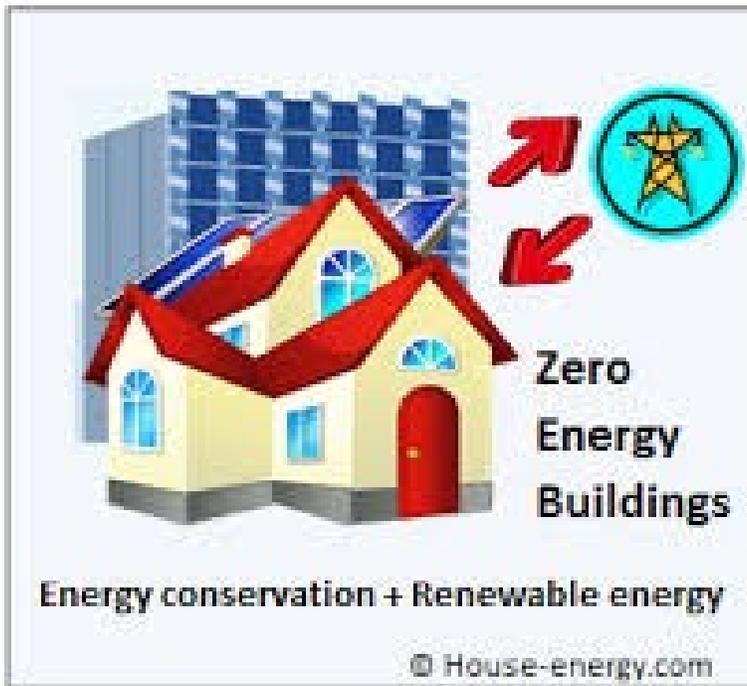


“L’integrazione dei sistemi e delle tecnologie per l’evoluzione “smart” degli edifici residenziali”

“Il ruolo delle fonti rinnovabili nell'edificio a "energia quasi zero (nZEB)”

Antonio Gagliano - UNIVERSITA' DEGLI STUDI CATANIA

ZERO ENERGY BUILDING



La prestazione energetica è definita attraverso gli indici di prestazione:

- EP_H - climatizzazione invernale
- EP_C - climatizzazione estiva
- EP_W - produzione acqua calda sanitaria
- EP_V - ventilazione
- EP_L - illuminazione
- EP_T - trasporto di persone e cose

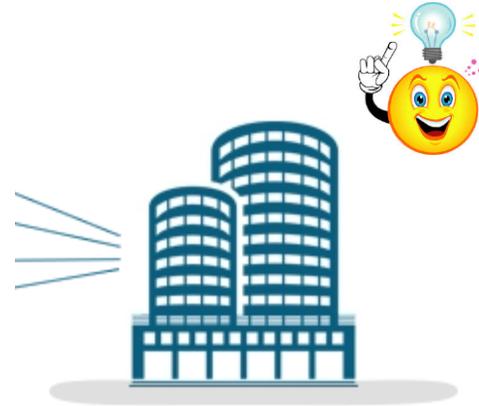
$$EP_{gl} = EP_H + EP_W + EP_V + EP_C + EP_L + EP_T \approx 0 \quad \text{kWh/m}^2 \text{ anno}$$

Energia primaria: energia che non ha subito alcun processo di trasformazione e conversione

ZERO ENERGY BUILDING

STEP 1 *Incremento dell'efficienza energetica*

Involucro edilizio
Impianto di climatizzazione/illum.
Gestione e manutenzione
Comportamento degli utenti



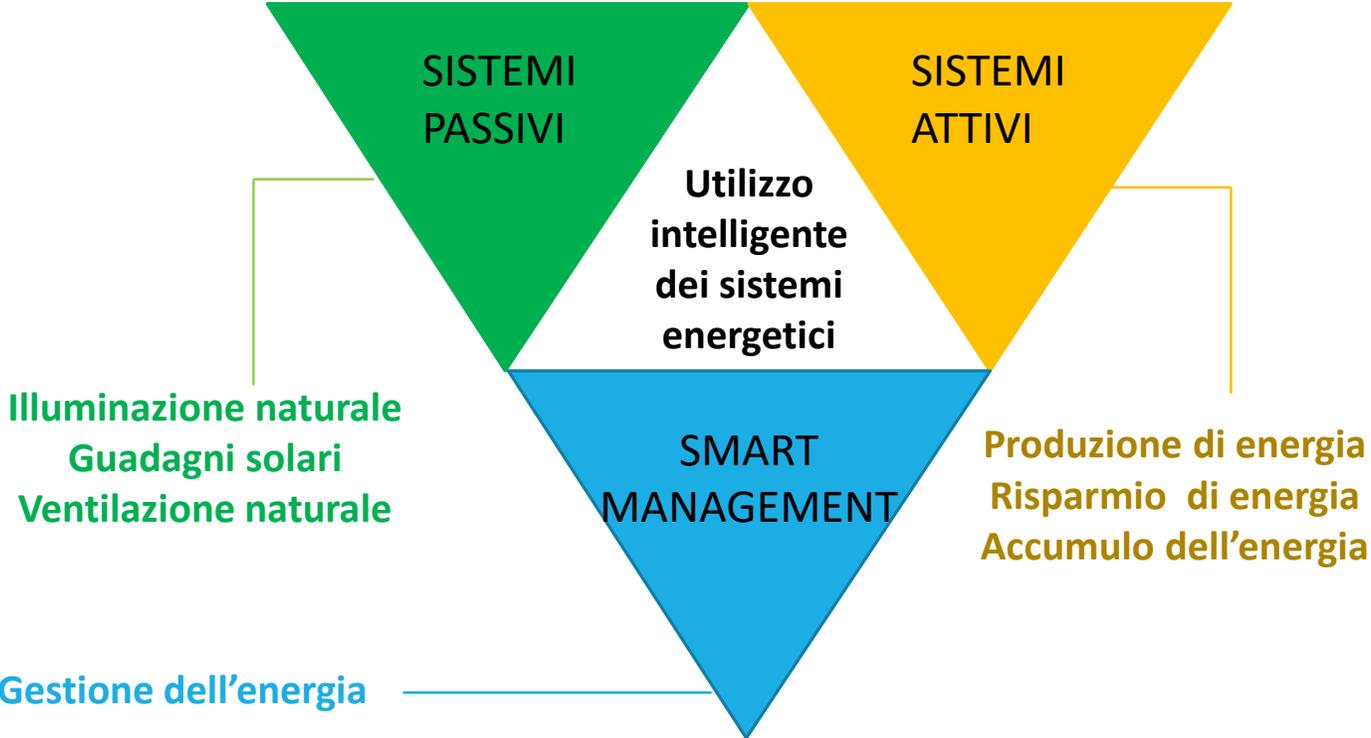
SMART BUILDINGS
+
SMART USERS

STEP 2

Fornire i rimanenti
fabbisogni energetico
con la produzione di
energia rinnovabile
on-site



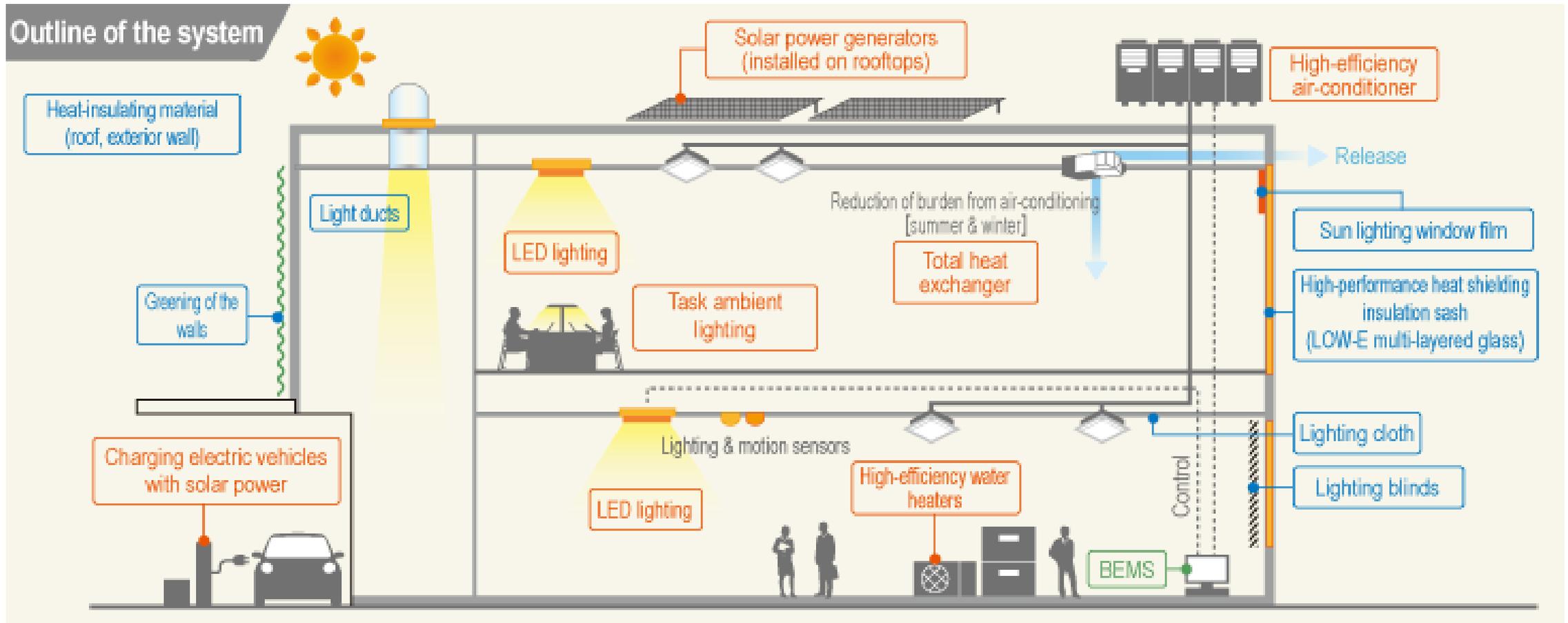
ZERO ENERGY BUILDING ↔ SMART BUILDING



ZERO ENERGY BUILDING ↔ SMART BUILDING



ZERO ENERGY BUILDING ↔ SMART BUILDING



Decreto Legislativo n.28 del 3/3/2011

Dispone che le fonti rinnovabili debbano coprire i “consumi di **calore**, di **elettricità** e per il **raffrescamento** “ secondo i principi minimi di integrazione e le decorrenze di cui all'allegato 3”.



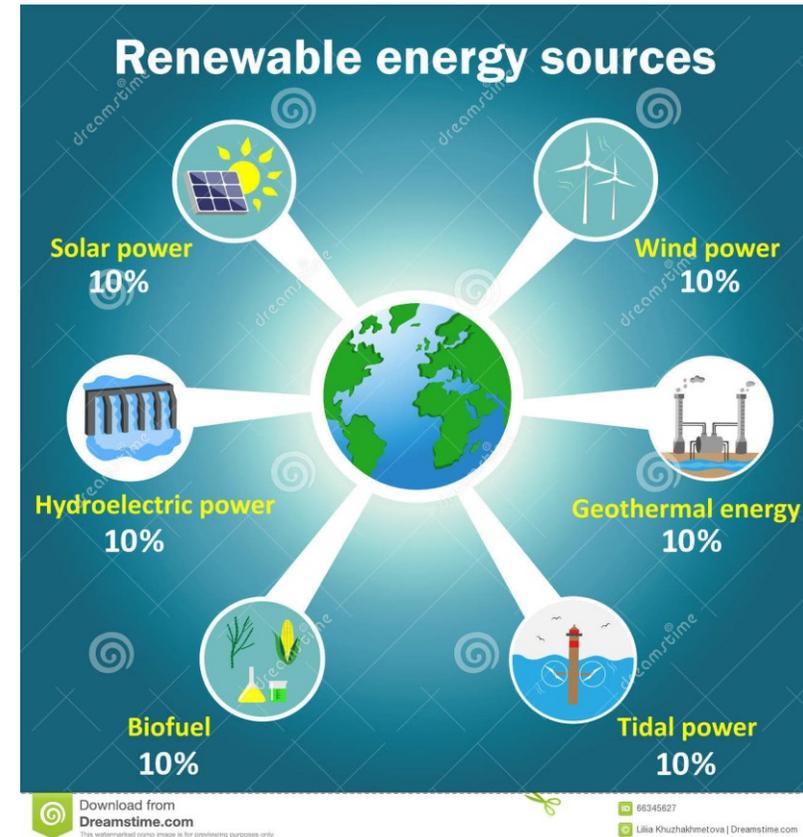
I pannelli solari termici o fotovoltaici disposti sui tetti degli edifici devono essere aderenti o integrati nei tetti medesimi, con la stessa inclinazione e lo stesso orientamento della falda

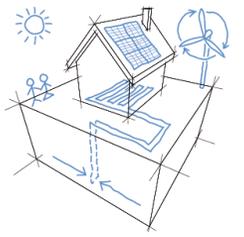
Decreto Legislativo n.28 del 3/3/2011

Energia primaria: Non Rinnovabile (combustibili fossili); Rinnovabile.

Energia da fonti rinnovabili:

- ✓ energia eolica
- ✓ solare
- ✓ **aerotermica**
- ✓ geotermica
- ✓ idrotermica e oceanica
- ✓ idraulica
- ✓ biomassa,
- ✓ gas di discarica,
- ✓ gas dai processi di depurazione e biogas.





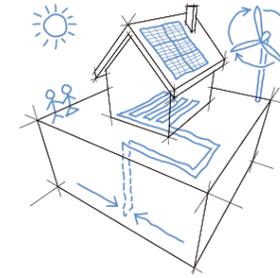
Produzione di energia termica: percentuali e tempi

Gli impianti di produzione di **energia termica** devono essere progettati e realizzati in modo da coprire tramite energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili

- una **percentuale fissa** (50%) dei consumi previsti di **ACS**,
- una **percentuale variabile** calcolata sulla somma dei consumi previsti per: **ACS + riscaldamento + raffrescamento**.

Edifici privati (pubblici + 10%)		
Periodo di riferimento	Copertura fonti rinnovabili	
	ACS+Riscaldamento +Raffrescamento	ACS
01/01/2014-31/12/2016	35% (38.5%)	50 % (38.5%)
Dal 01/01/2017	50 % (55 %)	50 % (55 %)

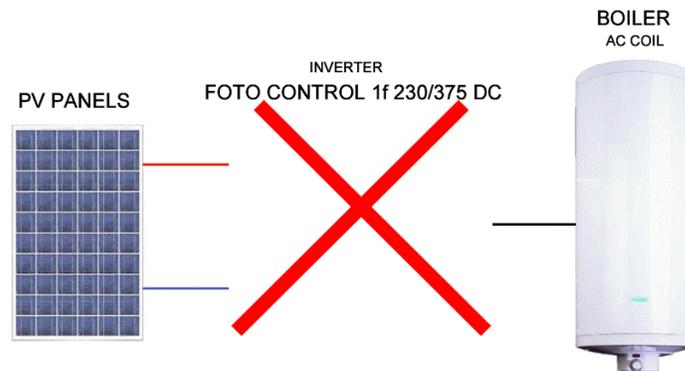
Produzione di energia termica: percentuali e tempi (edifici storici)



EDIFICI PRIVATI IN CENTRO STORICO (pubblici + 10%)		
Periodo di riferimento	Copertura fonti rinnovabili	
	ACS+Riscaldamento +Raffrescamento	ACS
01/01/2014-31/12/2016	17.5% (19,25%)	25 % (27.5 %)
Dal 01/01/2017	25 % (27.5 %)	25 % (27.5 %)

Produzione di energia termica: percentuali e tempi

La percentuale richiesta di di energia termica **non può essere assolta** tramite impianti da fonti rinnovabili che producano esclusivamente energia elettrica la quale alimenti, a sua volta, dispositivi o impianti per la produzione di acqua calda sanitaria, il riscaldamento e il raffrescamento.



L'Obbligo decade nel caso di edifici allacciati ad una rete di teleriscaldamento in grado di coprire l'intero fabbisogno di calore per il riscaldamento degli ambienti e la fornitura di acqua calda sanitaria

Potenza Elettrica da fonte rinnovabile (Fotovoltaico, Idroelettrico, Eolico, etc..)

Potenza elettrica (P) degli impianti alimentati da fonti rinnovabili che devono essere installati sopra o all'interno dell'edificio o nelle relative pertinenze,

$$P = 1/K \cdot S \quad [\text{kW}]$$

S = superficie in pianta dell'edificio al livello del terreno, [m²]

K = **50**, se la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 1° gennaio 2017

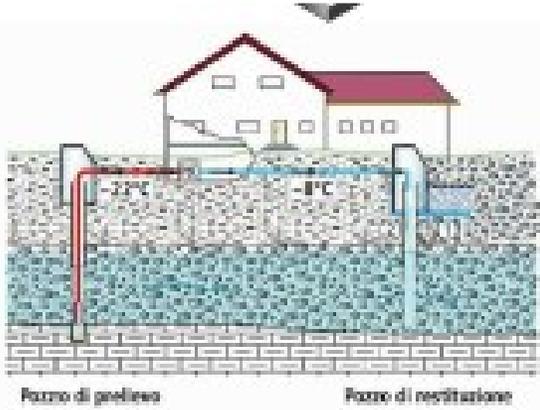
Potenza elettrica da fonte rinnovabile				
Superficie S [m ²]	Periodo di riferimento dal 01/01/2017;(K =50)			
	50.00	100.00	150.00	200.00
Potenza [kW]	1.00	2.00	3.00	4.00

Per gli edifici pubblici gli obblighi sono incrementati del 10%.

RES - POMPE DI CALORE



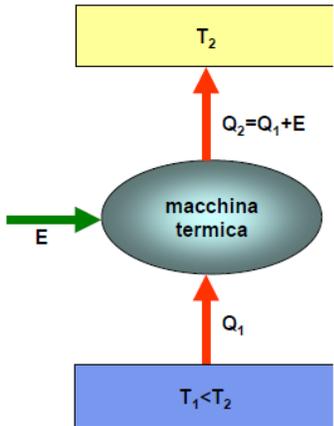
aria - acqua



acqua - acqua



geotermiche

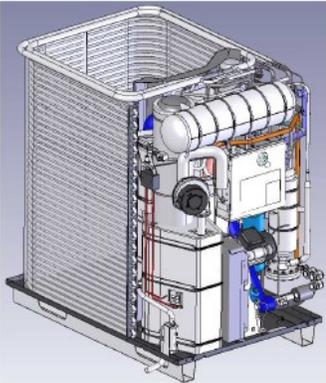


Pompe di calore elettriche

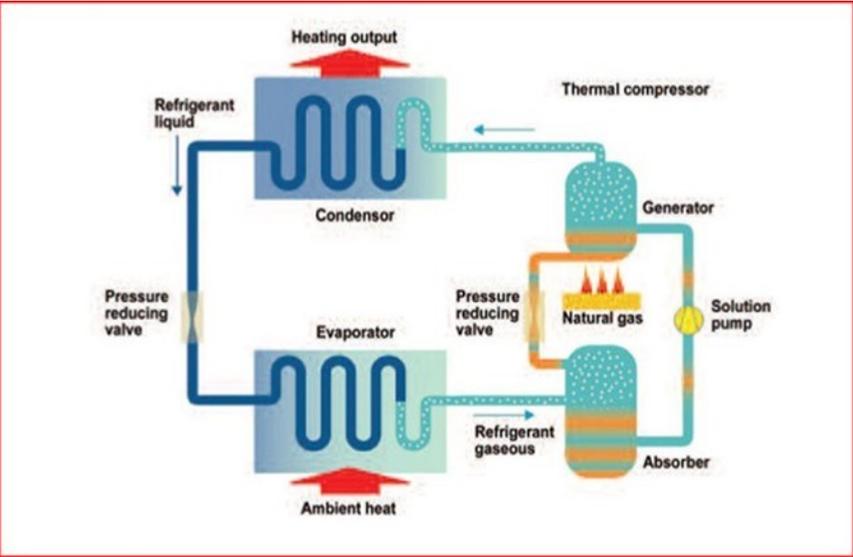
$$\text{COP} = Q_2 / E_{\text{elet.}}$$



endotermiche



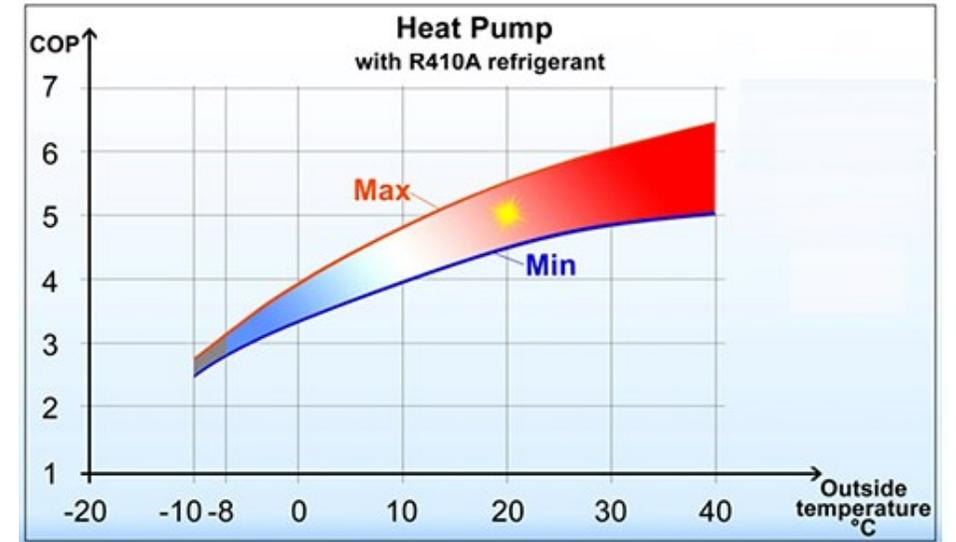
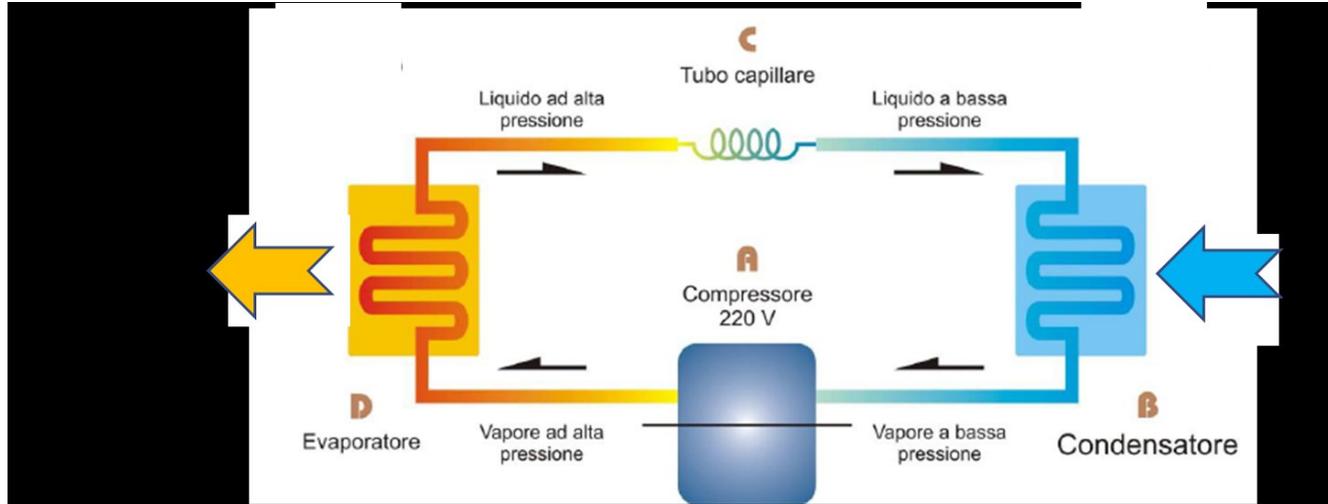
assorbimento



Pompe di calore ad assorbimento

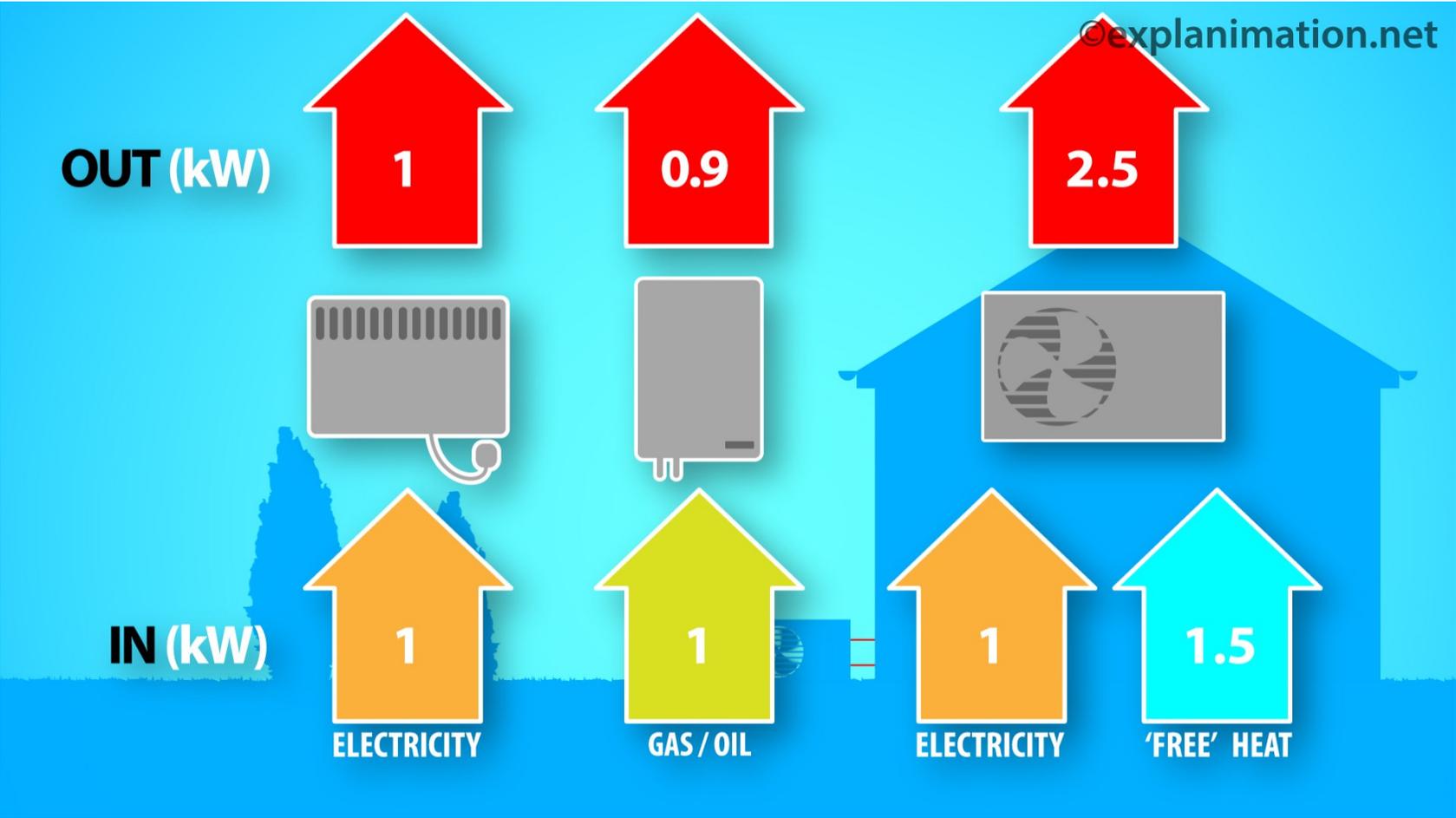
$$\text{G.U.E.} = Q_2 / E_{\text{comb.}}$$

RES - POMPE DI CALORE



Le prestazioni della PdC dipendono dalla temperatura della sorgente esterna e della temperatura dell'aria interna. E' necessario definire le condizioni ambientali anche in funzione del contenuto di umidità dell'aria (temperatura di bulbo umido)

RES - POMPE DI CALORE



RES - POMPE DI CALORE

Condizioni di riferimento fornite dalla UNI/TS per i dati prestazionali forniti dal costruttore.

Pompe di calore per solo riscaldamento o funzionamento combinato

Sorgente fredda	Temperatura della sorgente fredda				Temperatura del pozzo caldo ¹ (riscaldamento ad aria)	Temperatura del pozzo caldo ² (riscaldamento idronico)			Temperatura del pozzo caldo ³ (produzione ACS)	
Aria	-7	2	7	12	20	35	45	55	45	55
Acqua		5	10	15	20	35	45	55	45	55
Terreno/roccia	-5	0	5	10	20	35	45	55	45	55

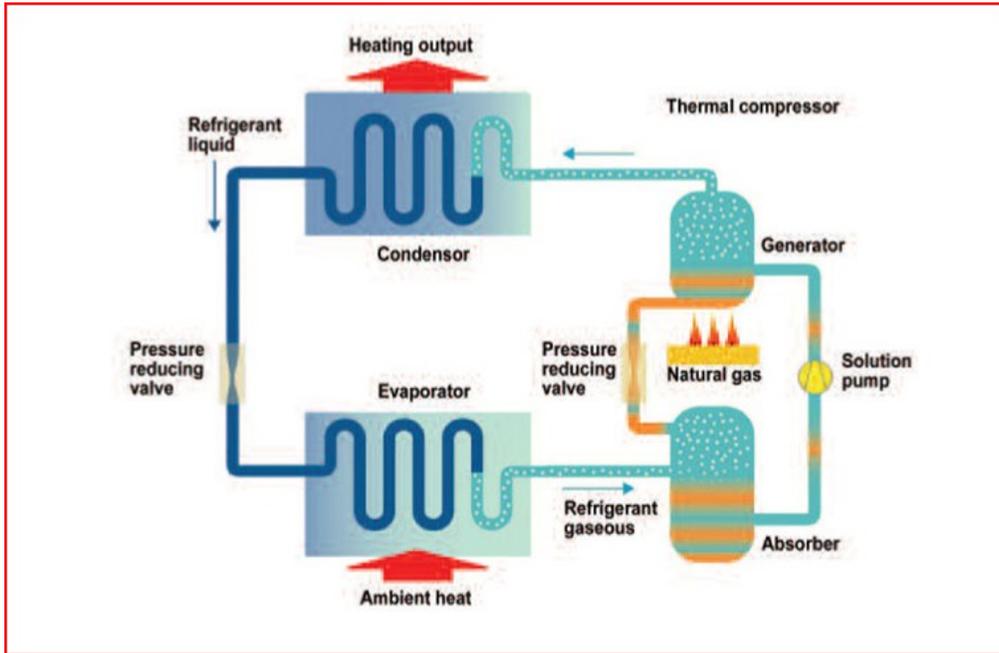
1 Temperatura di ripresa.

2 Per almeno una delle temperature indicate. Altri dati suggeriti: 25 °C, 65 °C.

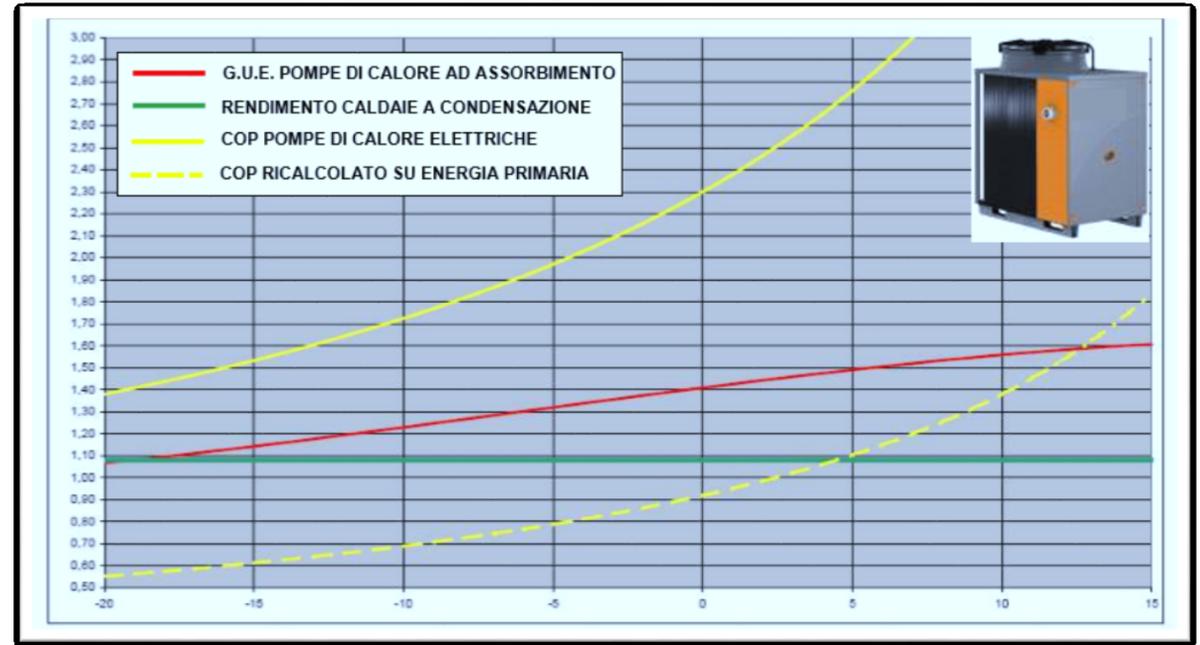
3 Per almeno una delle temperature indicate

Prestazioni delle pompe di calore

Pompe di calore azionate mediante energia chimica: PdC ad assorbimento alimentate a GAS
(Rientrano in questa tipologia le PdC a compressione di vapore alimentate con un motore endotermico)



G.U.E. = Potenza utile / input termico



COP e GUE non sono direttamente paragonabili !
 $G.U.E. \approx COP \times 0.40$

RES - POMPE DI CALORE

La quantità di energia aerotermica, geotermica o idrotermica fornita dalle pompe di calore, considerata energia da fonti rinnovabili, E_{RES} , è calcolata in base alla formula seguente

$$E_{RES} = Q_{usable} \left(1 - \frac{1}{SPF} \right) \quad SPF > 1,15 \frac{1}{\eta}$$

$$Q_{usable} = Q_{acs} + Q_{heat}$$

$$Q_{totale} = Q_{acs} + Q_{heat} + Q_{cool}$$

SPF è il Coefficiente di Prestazione Stagionale della pompa di calore

η = rendimento di trasformazione da energia primaria a energia elettrica, calcolato sul potere calorifico inferiore, che tiene conto anche della distribuzione attraverso la rete,

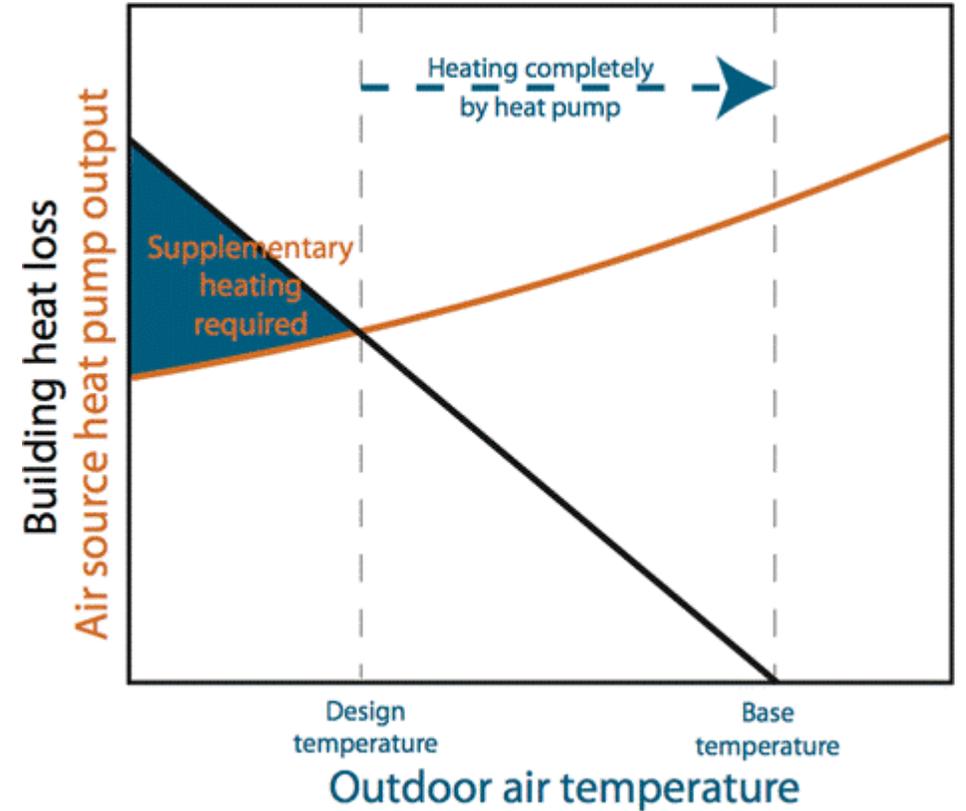
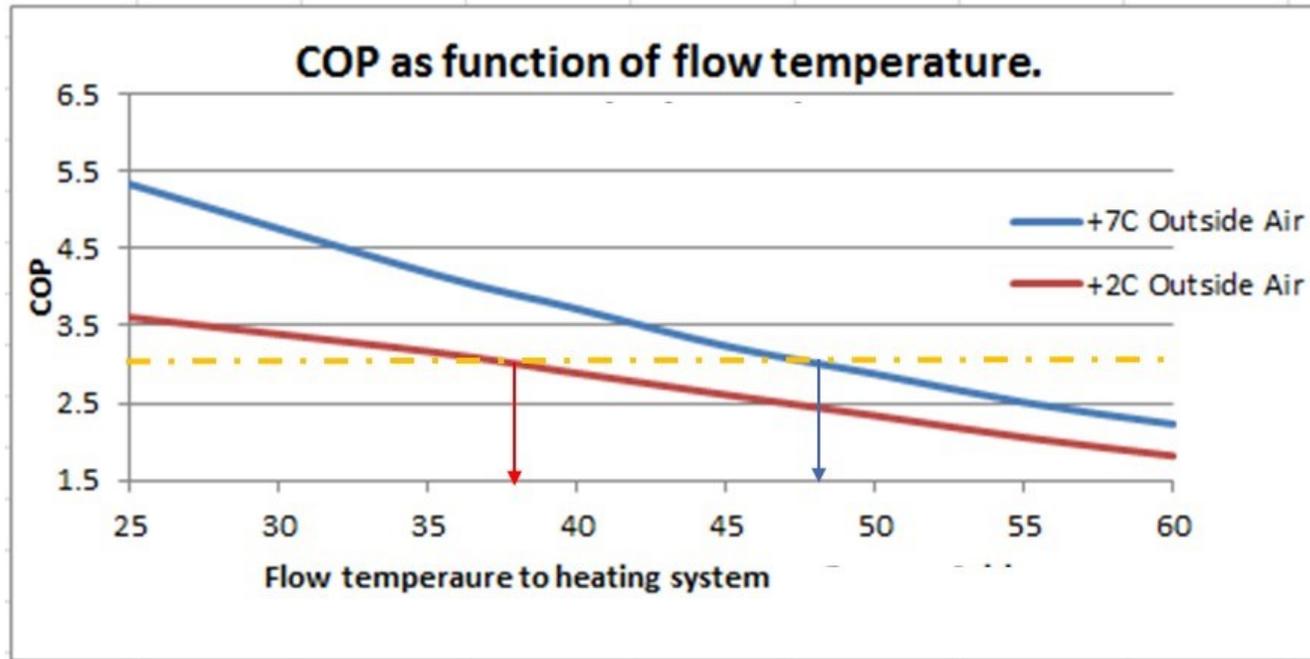
1,15 = coefficiente di maggiorazione fissato dalla Direttiva.

Convenzionalmente il rendimento è considerato uguale a 0,4 in tutta Europa,
Per le pompe di calore ad assorbimento e a motore endotermico η è fissato pari a 1.



$$SPF_{Min} = 2.875$$

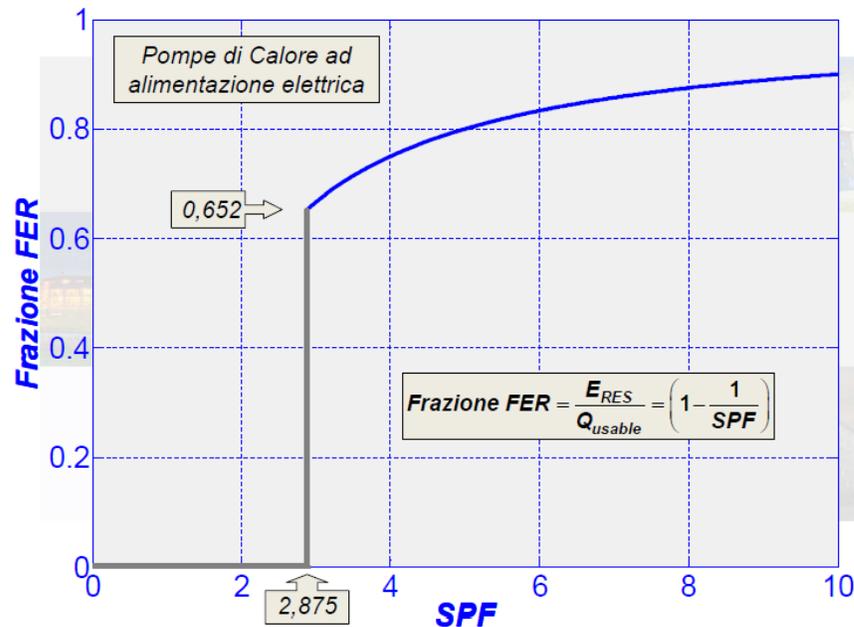
RES - POMPE DI CALORE



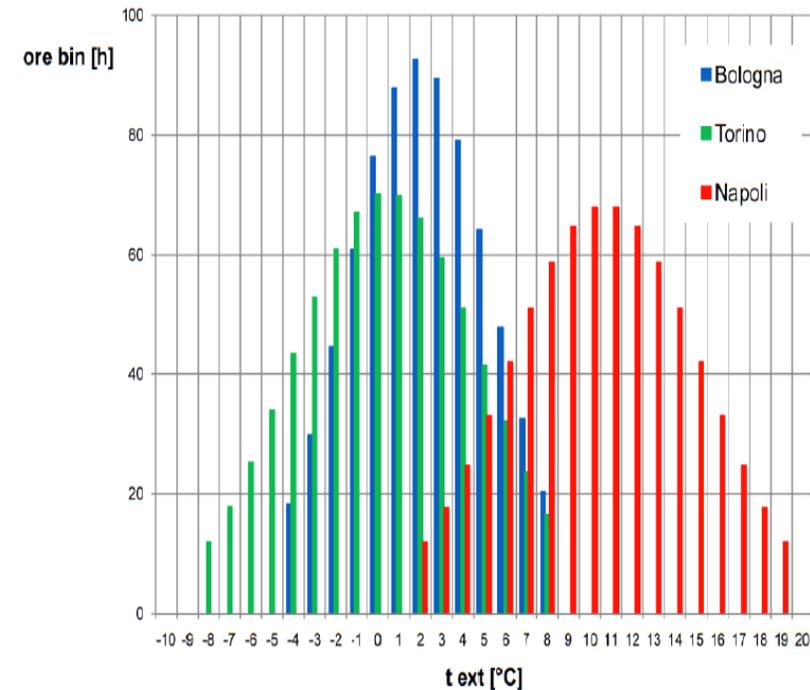
ENERGIA RINNOVABILE E POMPE DI CALORE

Possibili metodi di calcolo:

- Media dei COP medi mensili
- Calcolo sulla base della temperatura media stagionale
- Riferirsi alla UNI-TS 11300-4 (metodo dei BIN)



percentuale di energia da fonte rinnovabile per elevati valori di SPF



ENERGIA RINNOVABILE E POMPE DI CALORE

ESEMPIO

Richiesta di energia per riscaldamento e acqua calda sanitaria di 150.000 kWh

Tutto il fabbisogno viene fornito con una PdC con un $\eta = 4$

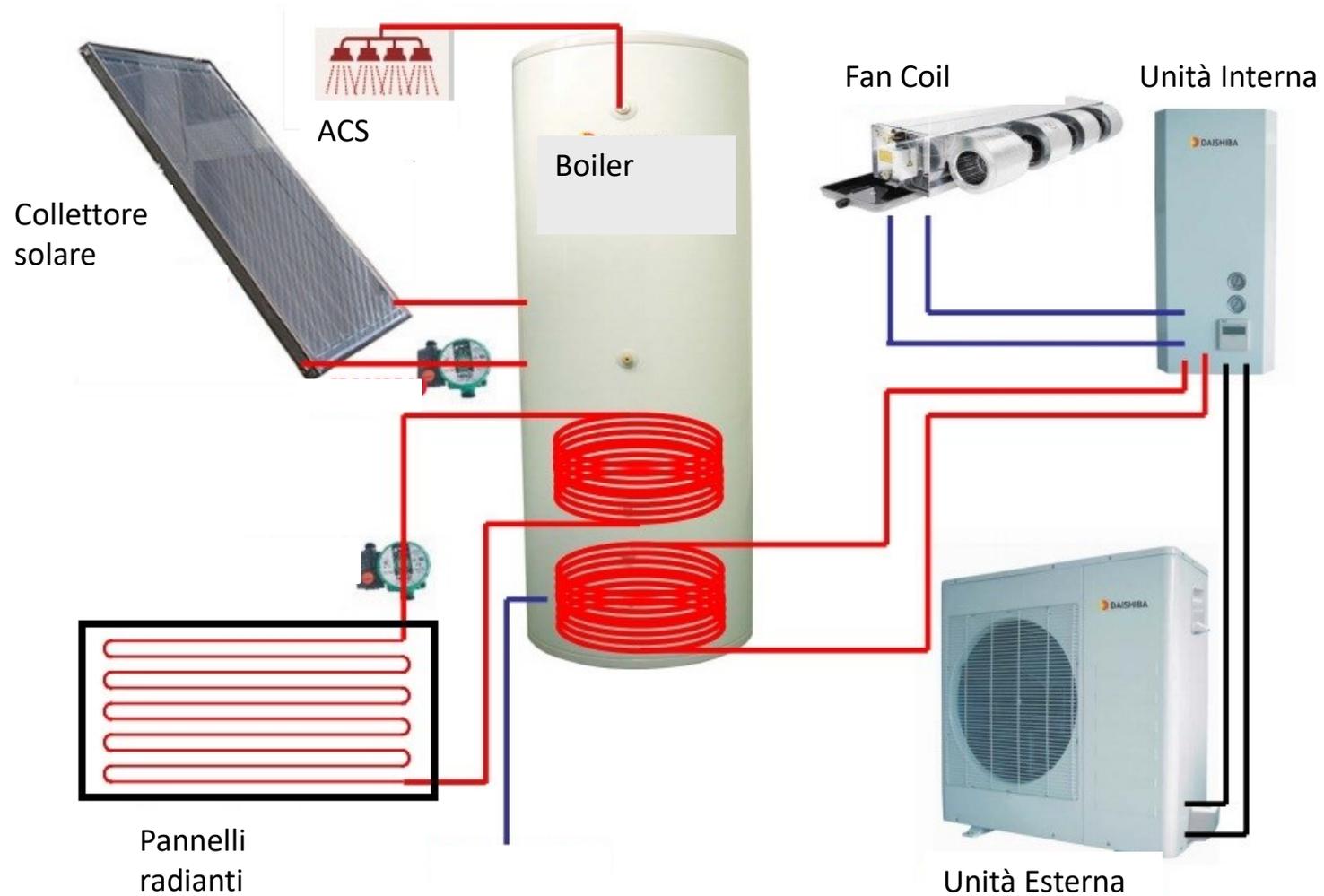
La percentuale di energia da fonte rinnovabile prodotta sarà pari a:

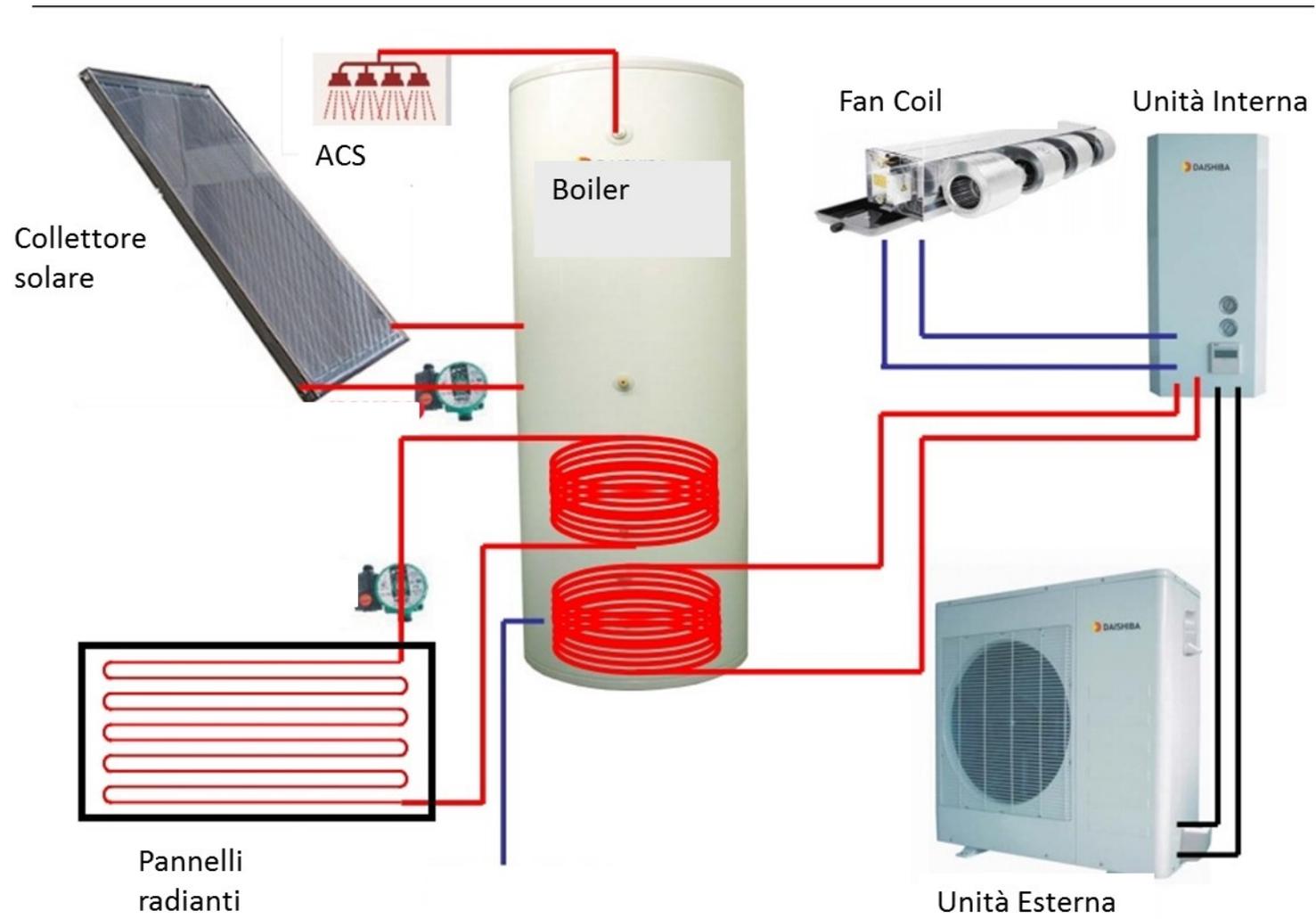
$$E_{RES} = 150,000 * \left(1 - \frac{1}{0.4}\right) = 112,500 \text{ kWh}$$

La quantità di energia necessaria per soddisfare il 50% del fabbisogno per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria è pari a 75,000 kWh, si dispone di un surplus di 37,500 kWh di energia da fonte rinnovabile.

Sarà quindi possibile soddisfare 75,000 kWh di fabbisogno di raffrescamento.

ENERGIA RINNOVABILE E POMPE DI CALORE

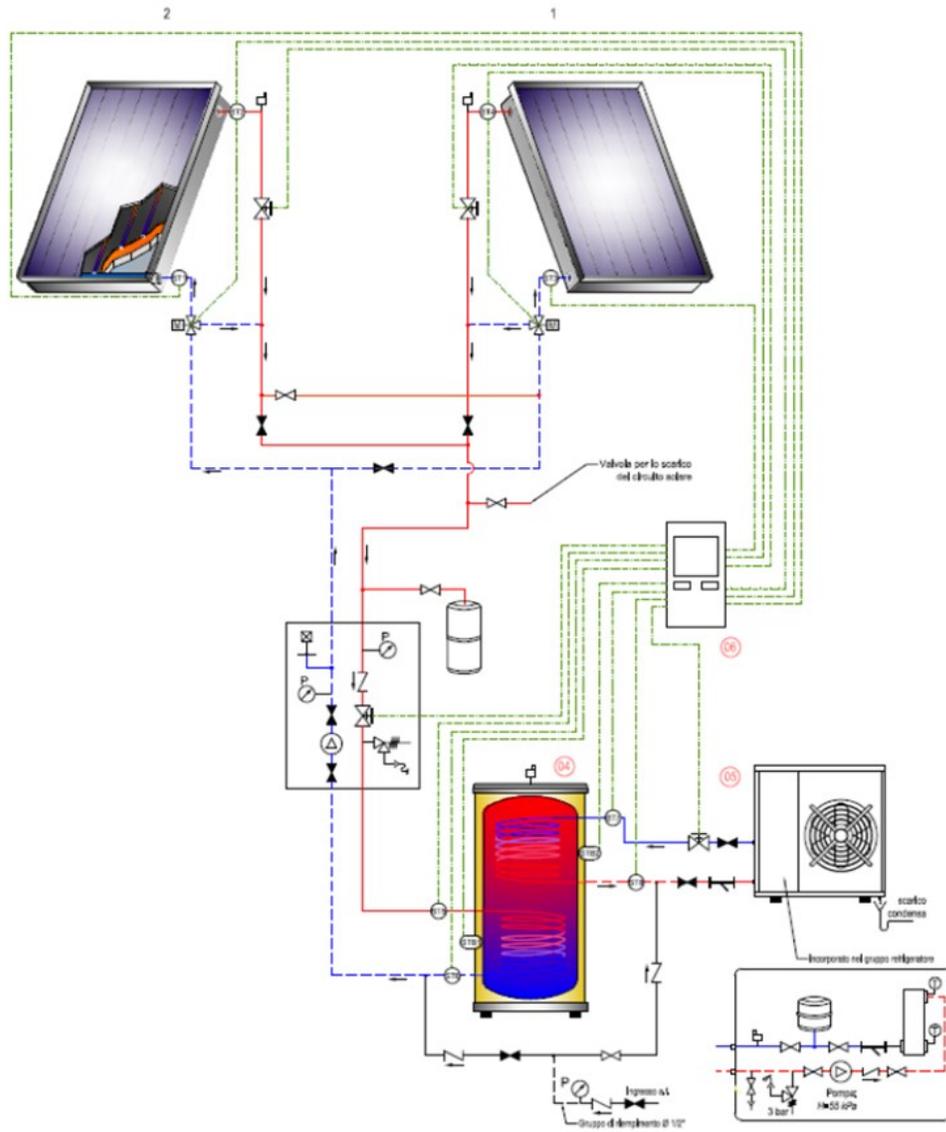






MoSES lab

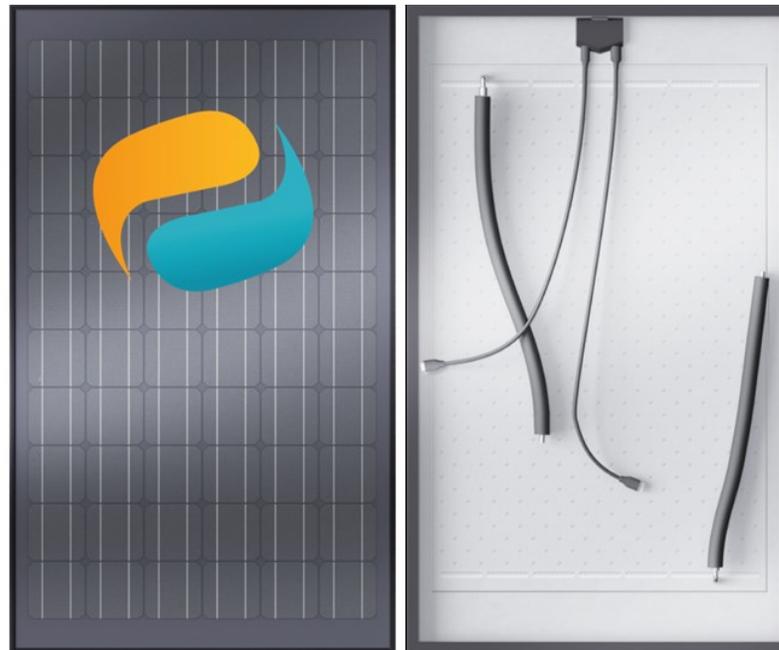
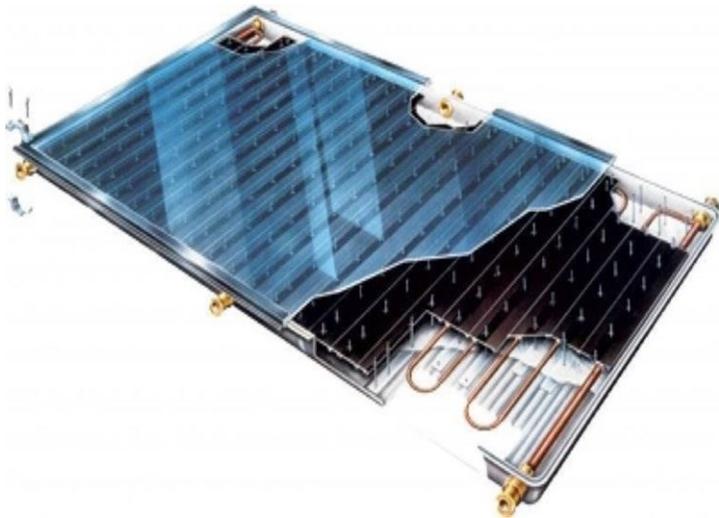
Monitoring Solar Energy System laboratory



SISTEMI SOLARI IBRIDI PVT

PV-T significa fotovoltaico-termico

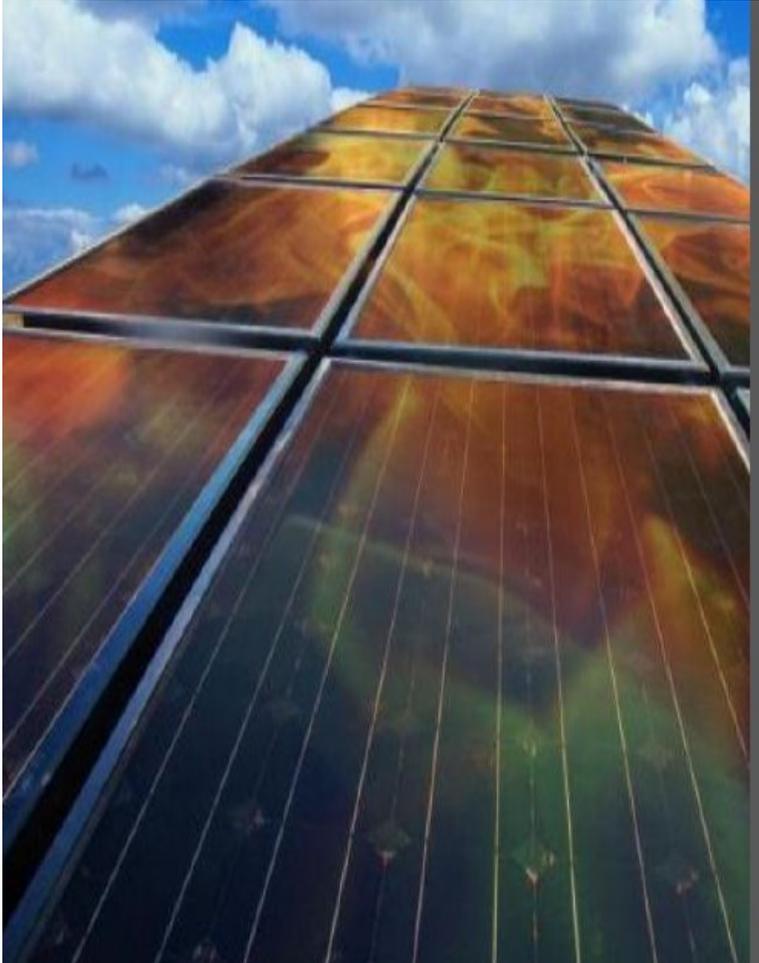
Questi sistemi combinano una cella fotovoltaica, che converte la radiazione elettromagnetica (fotoni) in elettricità, con un collettore solare termico, che cattura l'energia residua e rimuove il calore residuo del modulo fotovoltaico. Si genera elettricità e calore utile contemporaneamente con un solo pannello.



Dual solar collection :
2 usable energy outputs
with one collection system.

<http://dualsun.com/product/2-in-1-solar/>

SISTEMI SOLARI IBRIDI PVT



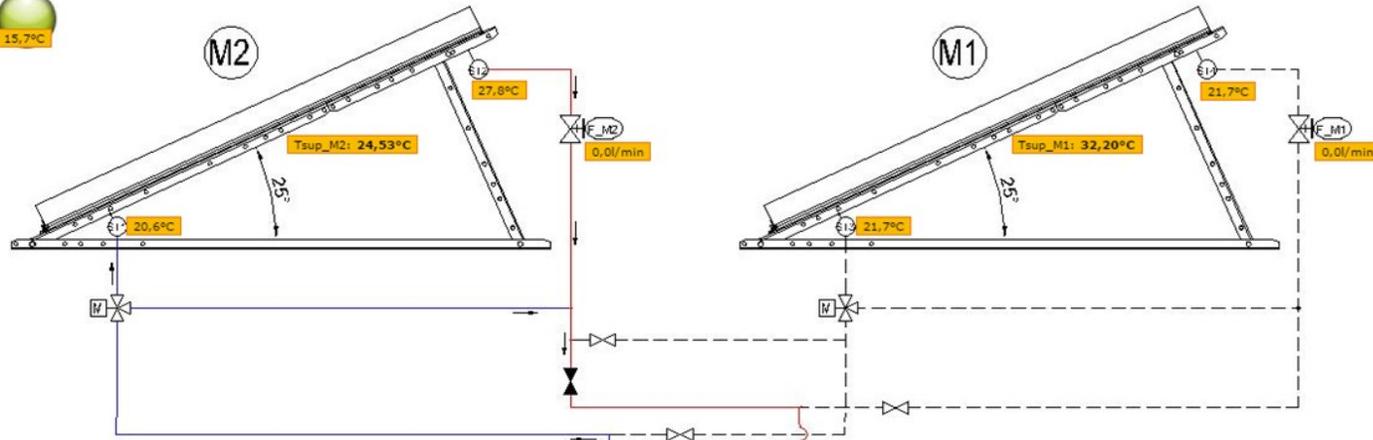
Meno spazio richiesto di sistema equivalente formato da due sistemi separati PV + Solare termico
16m² di pannelli PV-T possono produrre lo stesso quantitativo di energia di un sistema combinato (18 m² fotovoltaico e 4m² di solare termico).

Durata delle celle fotovoltaiche si allungata perchè la temperatura di funzionamento della si riduce.

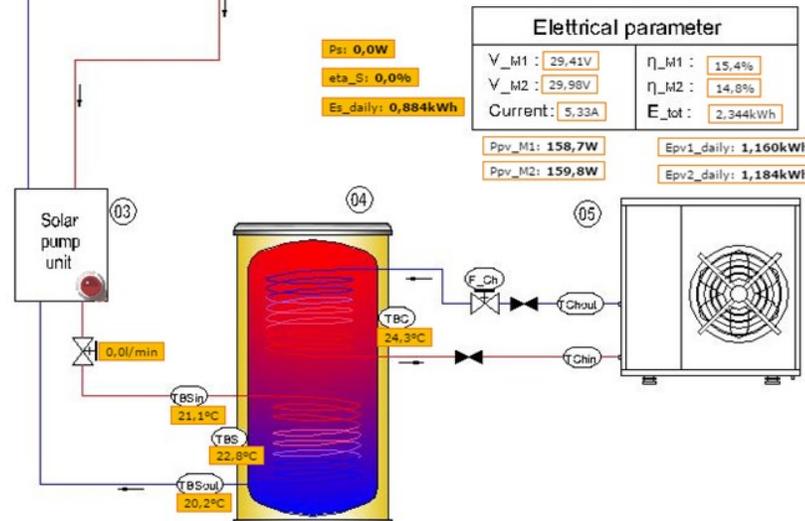


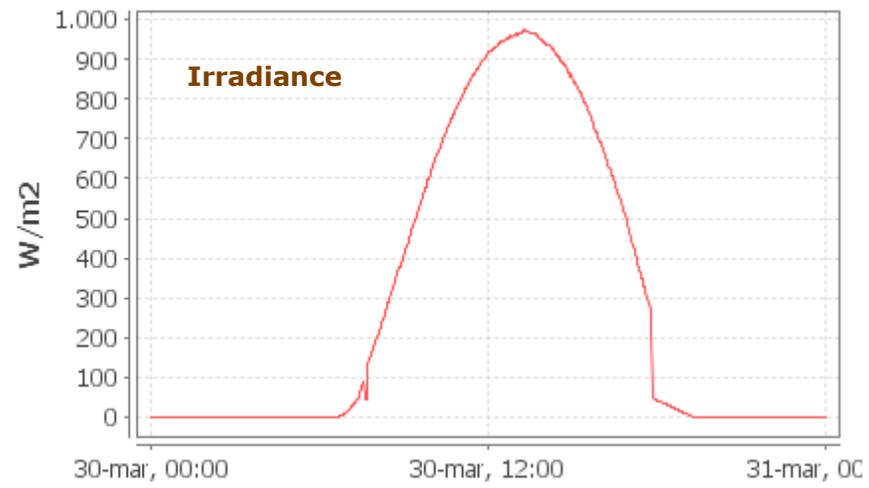
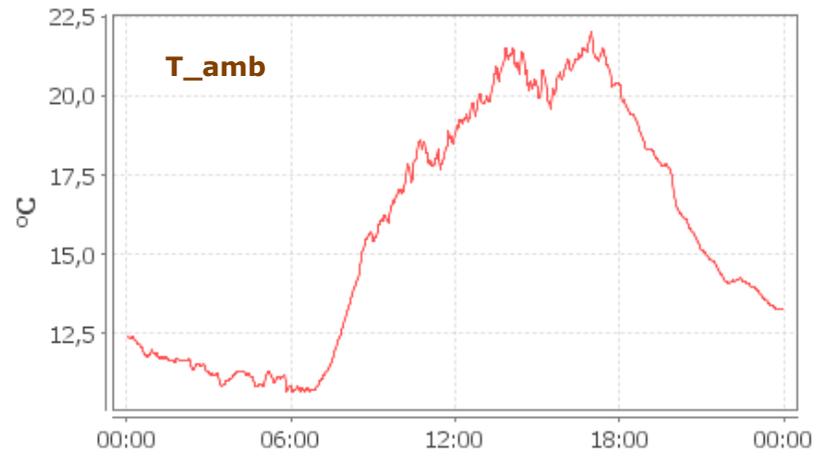
MoSES lab
Monitoring Solar Energy System laboratory



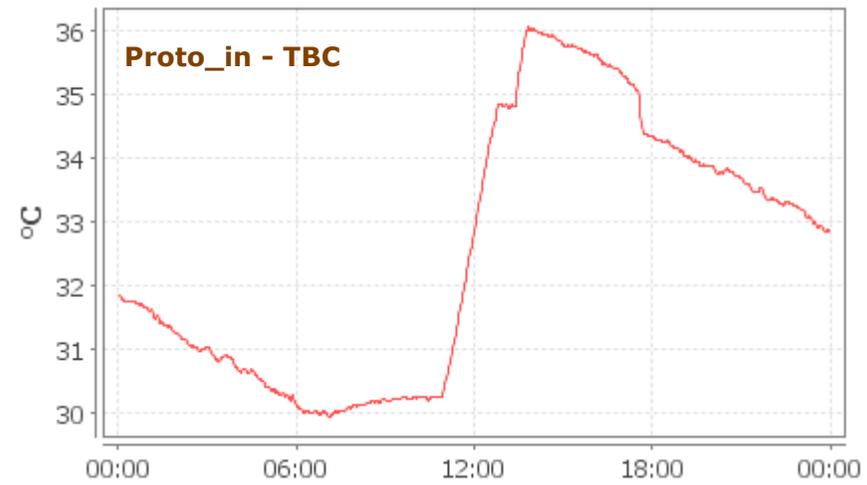
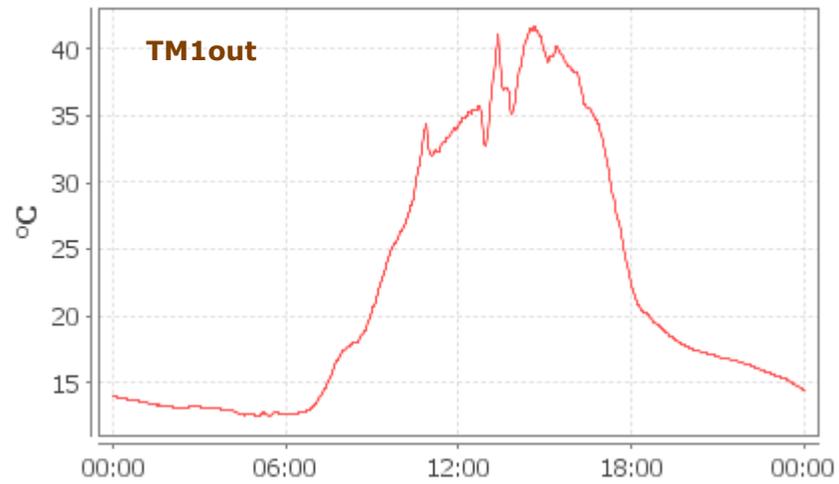


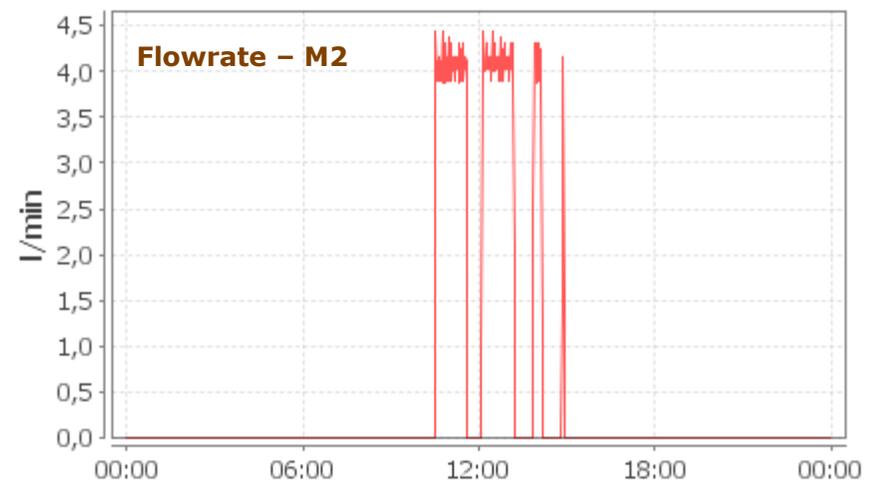
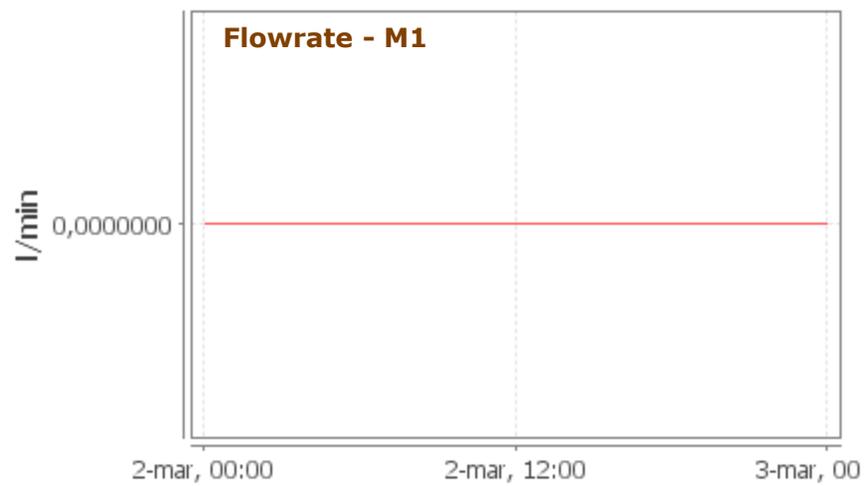
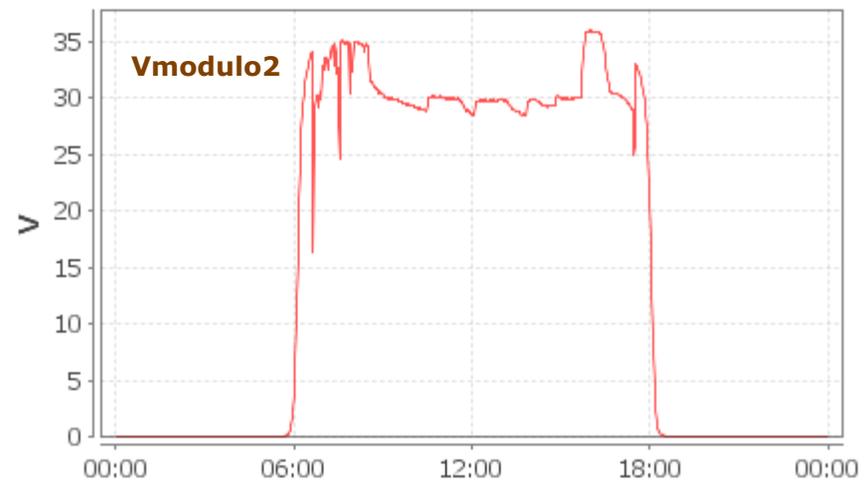
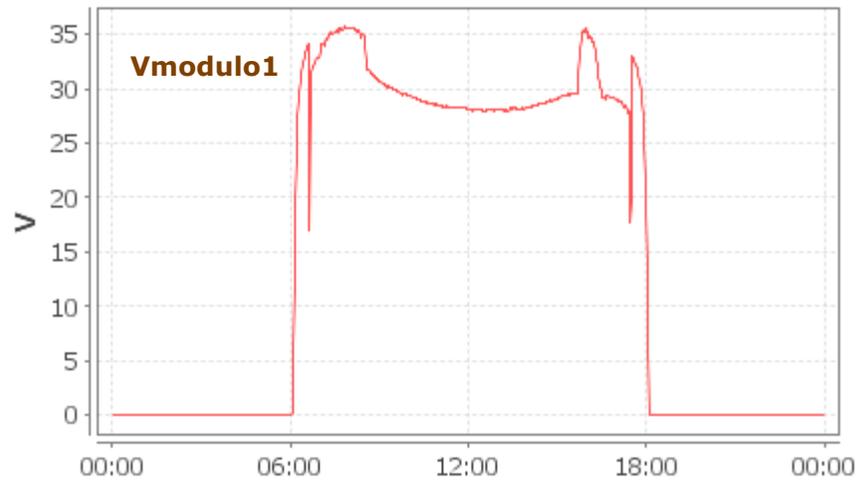
Grandezze	Risultati Monitoraggio Reale	Risultati Trnsys
η elettrico PVT	15,40%	15,50%
T - PV [°C]	24,5	25,5
T - S [°C]	27,8	28,3
T - B [°C]	22,8	22,6



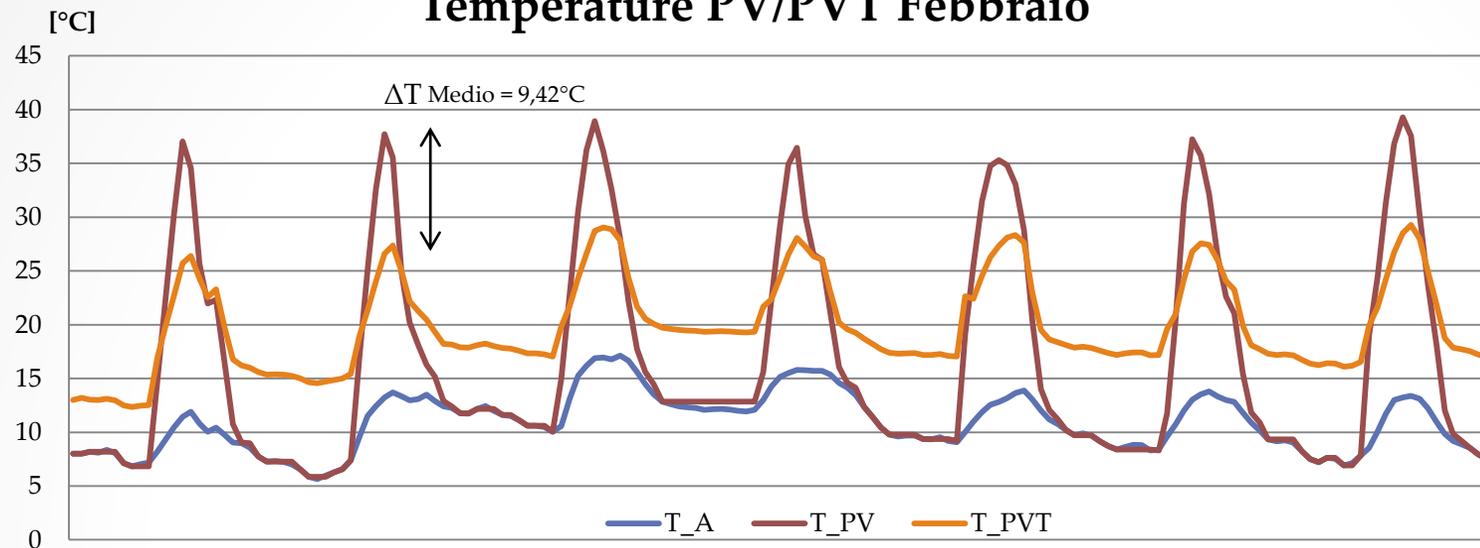


2017/03/30



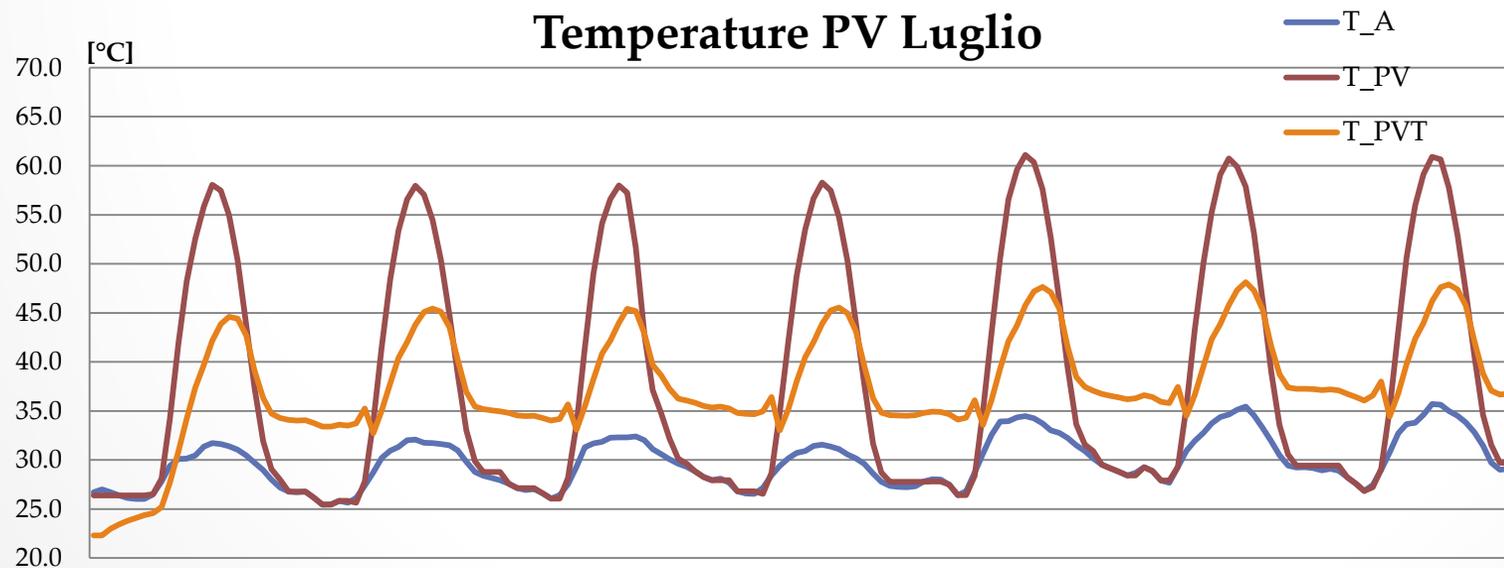


Temperature PV/PVT Febbraio



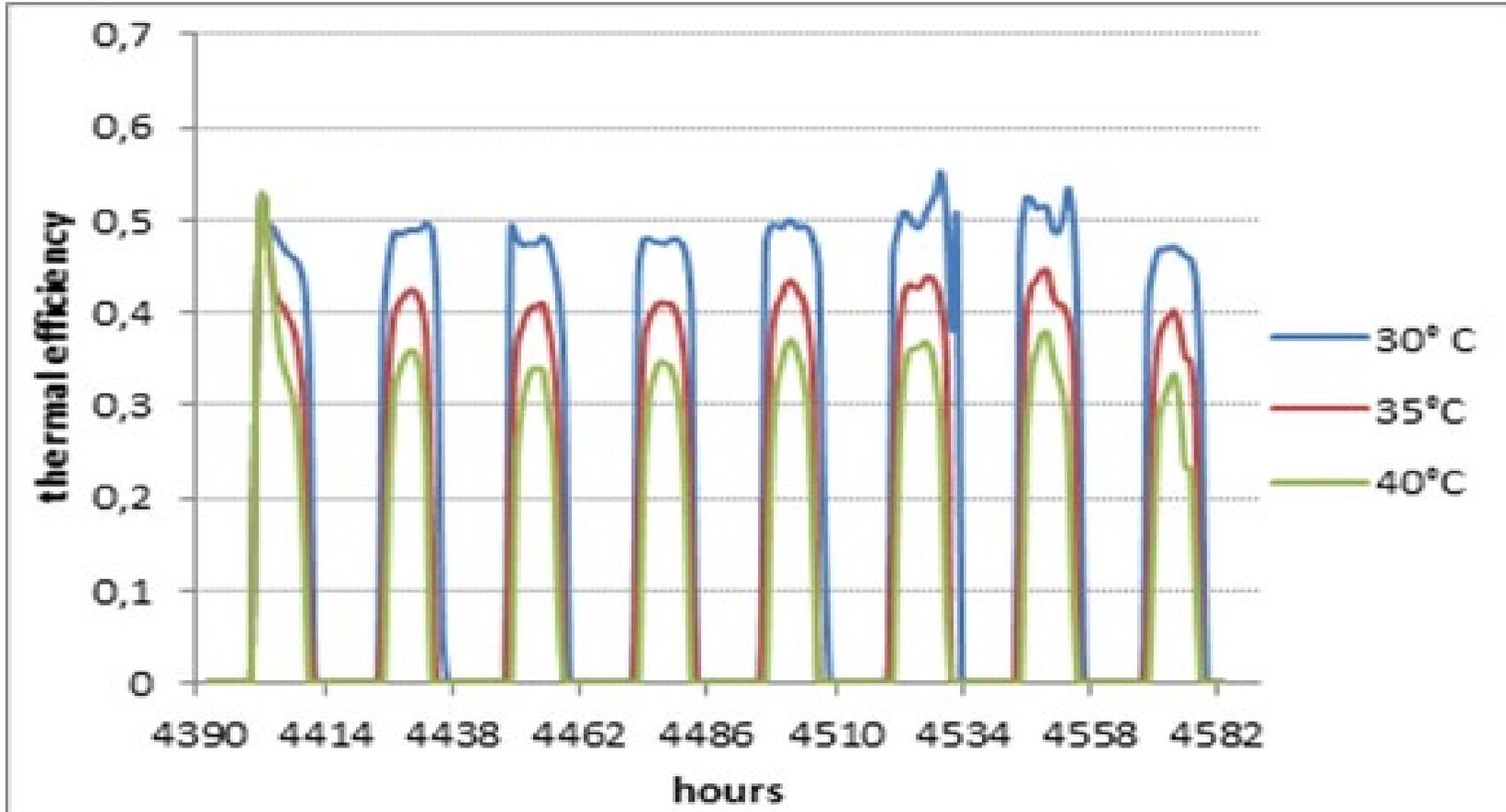
η el medio PVT	η el medio PV
0,155	0,152

Temperature PV Luglio



ΔT Medio [°C]	
12,6	
η elettrico medio PVT	η elettrico medio PV
0,145	0,140

HOURLY THERMAL EFFICIENCY



$$\eta_t = a_0 - a_1 \frac{(\Delta T)}{I_T} - a_2 \frac{(\Delta T)^2}{I_T}$$

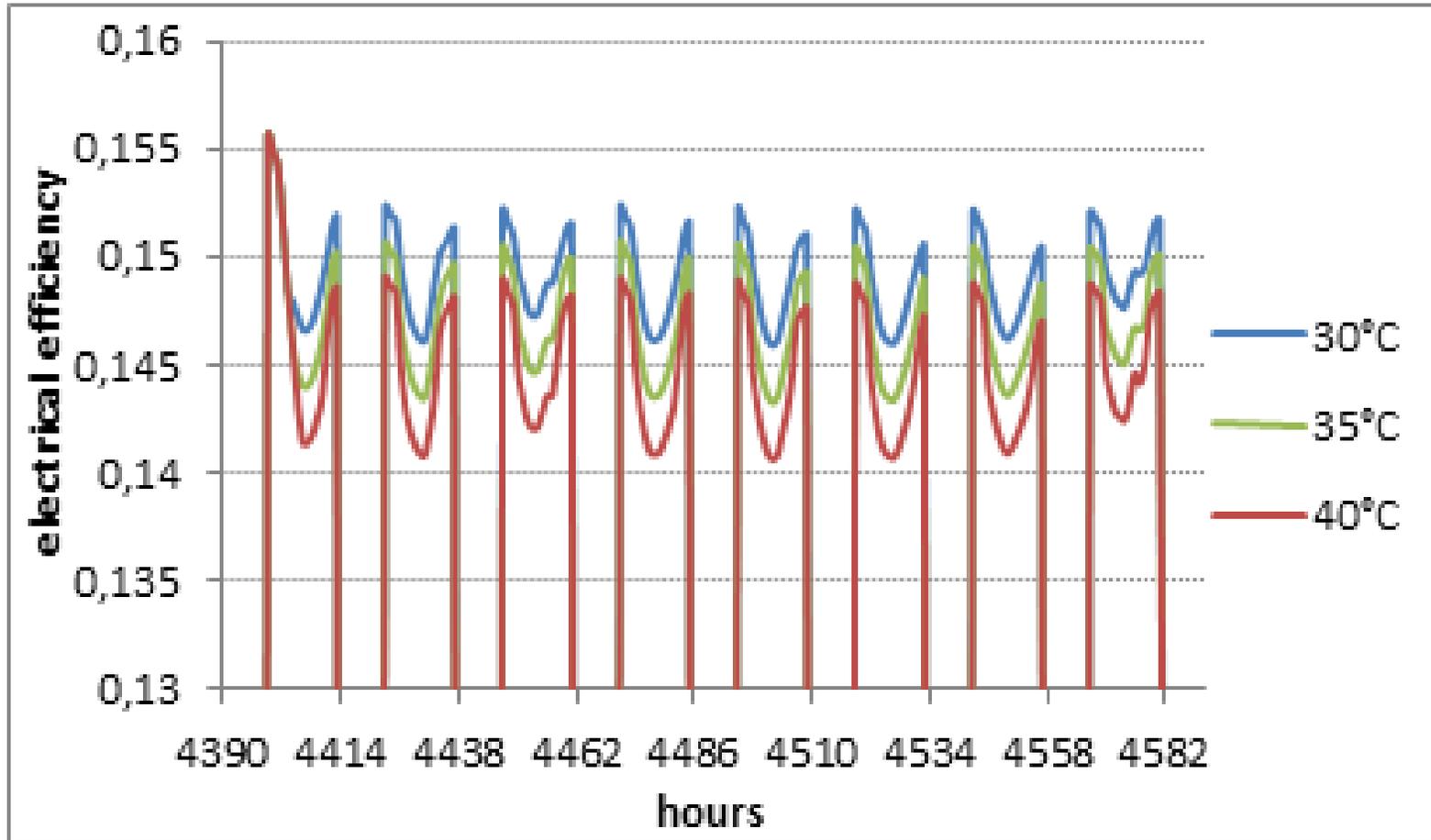
$$\Delta T = T_{c1} - T_a$$

T_{c1} = inlet solar collector temperature

T_a = outdoor temperature

I_T = modified solar radiation = $I_b (1 - \eta_{el})$

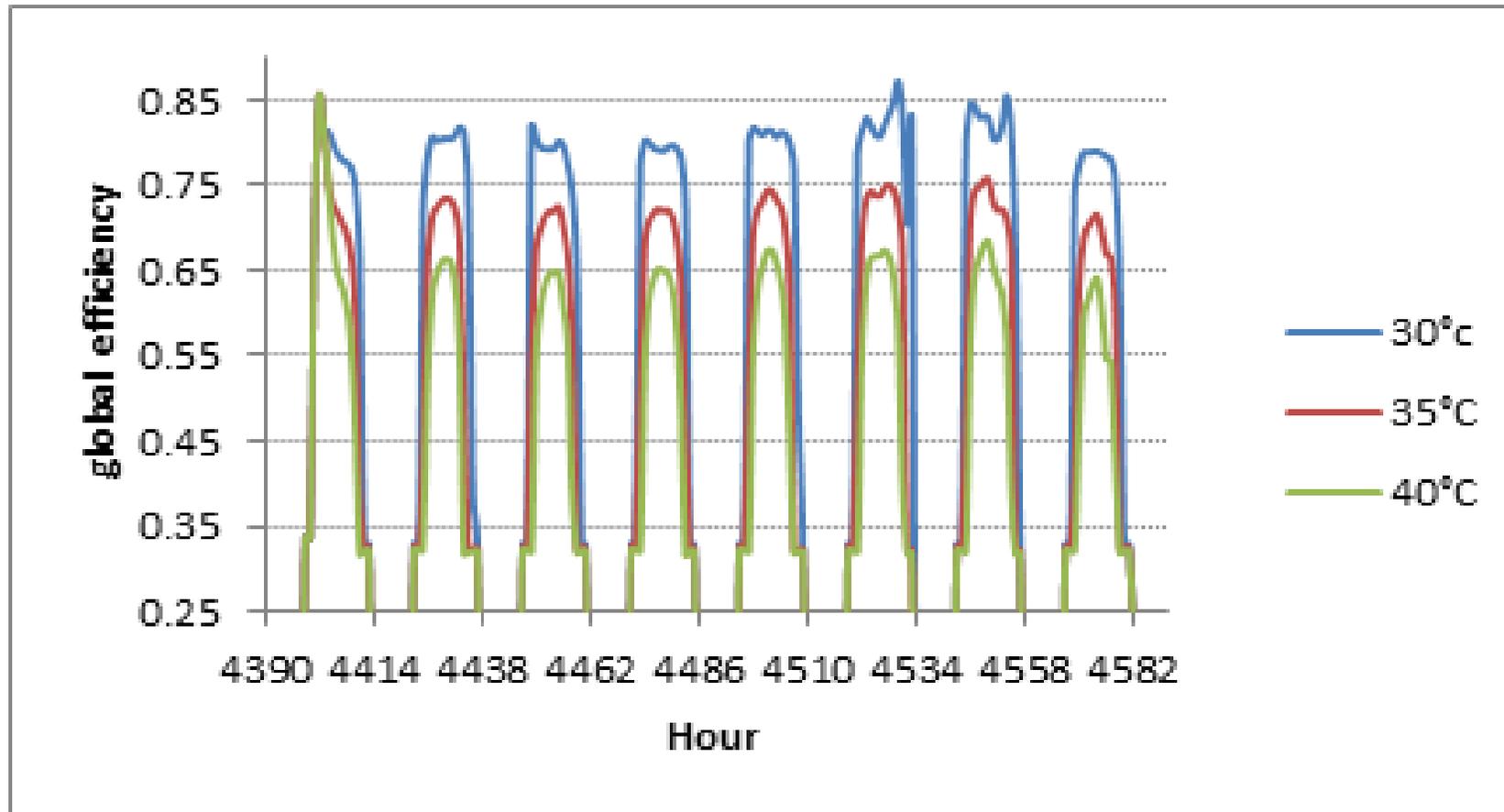
HOURLY ELECTRICAL EFFICIENCY



$$\eta_{el} = \eta_{STC} * [1 + \gamma * (T_c - 25)]$$

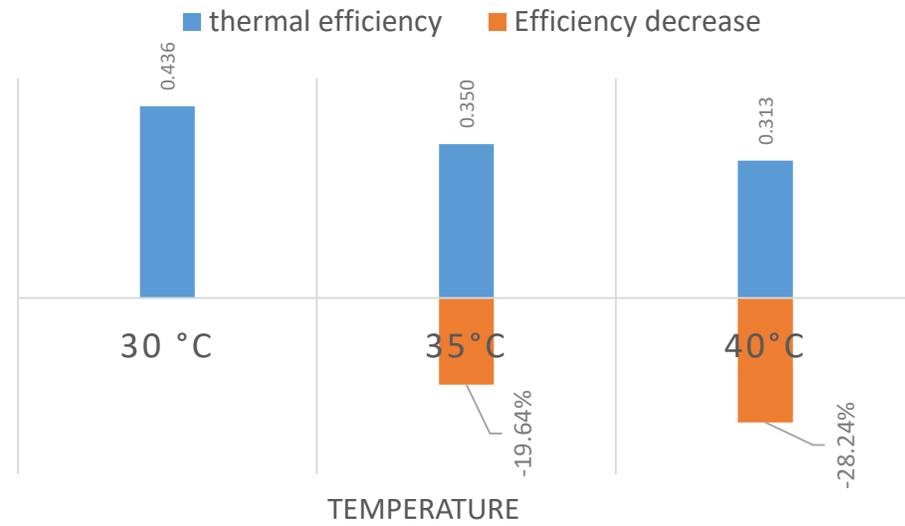
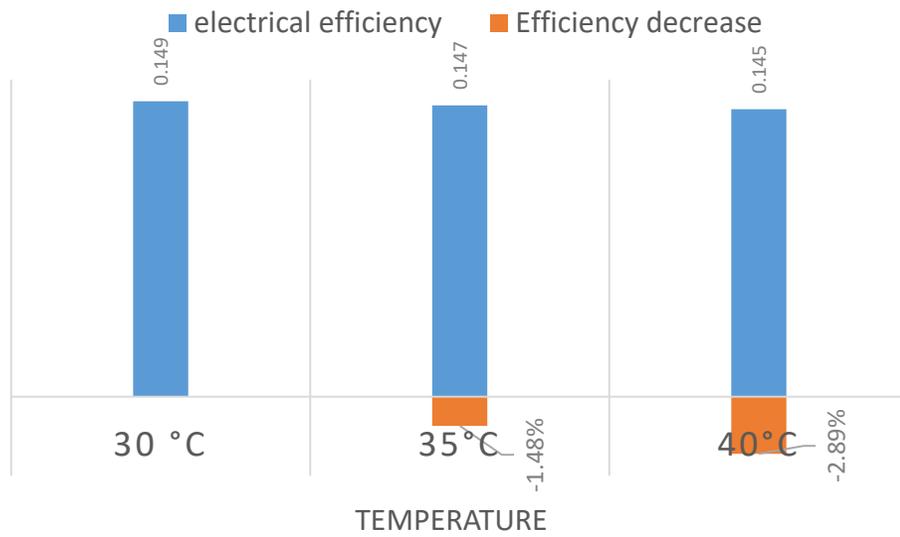
$$T_c = \frac{T_{c2} + T_{c1}}{2}$$

HOURLY GLOBAL EFFICIENCY



$$\eta_{glob} = \eta_t + \frac{1}{0.46} \eta_{el}$$

DAILY EFFICIENCY



DAILY EXERGY PRODUCTION

