

The logo for ENEA, featuring the word "ENEA" in a bold, white, sans-serif font. To the left of the text is a stylized graphic of a sun or starburst with rays emanating from it, set against a dark blue background.

AGENZIA NAZIONALE
PER LE NUOVE TECNOLOGIE, L'ENERGIA
E LO SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE

"Strumenti per la valutazione dell'efficienza delle
pompe di calore nel settore civile"

Terza Conferenza nazionale sulle rinnovabili termiche

Roma, 31 Maggio 2012

Biagio Di Pietra
ENEA – UTEE GED

«La quota complessiva di energia da fonti rinnovabili sul consumo finale lordo di energia da conseguire nel 2020 è pari a 17 per cento»

Il Consumo finale lordo comprende:

- Consumi elettrici
- Consumi per trasporti
- Consumi per riscaldamento e raffrescamento

Nuovi edifici o ristrutturazioni rilevanti: copertura da fonte rinnovabile per il fabbisogno termico per l'acqua calda sanitaria, il riscaldamento e il raffrescamento:

- a) il 20% quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 31 maggio 2012 al 31 dicembre 2013;
- b) il 35% quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 1° gennaio 2014 al 31 dicembre 2016;
- c) il 50% quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è rilasciato dal 1° gennaio 2017.

Nella progettazione degli impianti termici diventa inscindibile il binomio efficienza energetica e fonti rinnovabili

$$E_{res} = E_{PdC} * (1 - 1/SPF)$$

E_{pdC} : energia termica stagionale prodotta mediante la pompa di calore

SPF: fattore di rendimento stagionale medio stimato per la pompa di calore

$$SPF_{PdC} = \frac{E_{PdC}}{E_{ass}} \quad SPF_{Min} > \frac{1,15}{\eta}$$

E_{ass} : energia spesa per l'alimentazione della pompa di calore

η : rendimento del mix termoelettrico calcolato come media a livello UE sulla base dei dati Eurostat

η : vale 1 nel caso di pompe di calore a gas

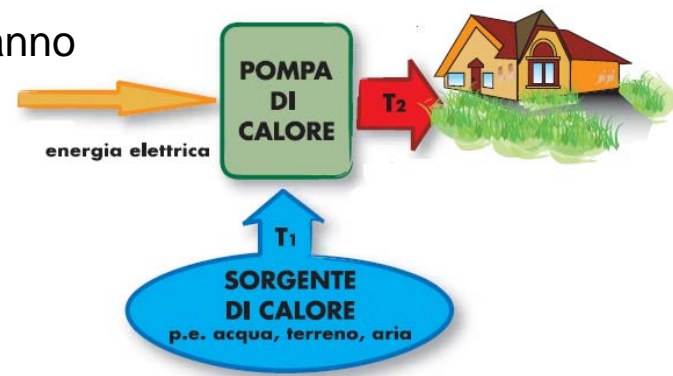
Esempio numerico limiti da FER dal 1 gennaio 2017

Nuovo edificio con pompa di calore

- Richiesta termica per ACS e riscaldamento: 100.000 kWh/anno
- Pompa di calore SPF = 4

$$E_{RES} = E_{PdC} \left(1 - \frac{1}{SPF_{PdC}} \right) = 100.000 \left(1 - \frac{1}{4} \right) = 75.000 \text{ kWh}$$

- Eres_min = 50.000 kWh (50%)



Eres > Eres_min

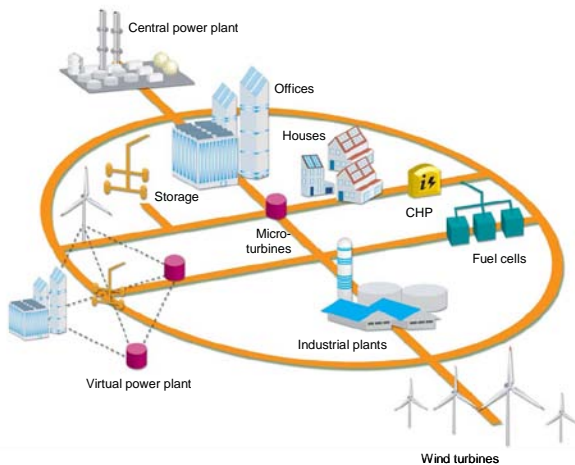
La sovrapproduzione da rinnovabile (25.000 kWh) potrebbe essere utilizzata per compensare una richiesta termica per raffrescamento fino a 50.000 kWh anno

In questo contesto assume particolare importanza la progettazione integrata del sistema edificio-impianto in grado di

- coniugare soluzioni ottimali per la *riduzione di energia termica finale*
- corretto dimensionamento dei sistemi di produzione valutati nelle effettive condizioni di carico.

Strumento per la simulazione delle pompe di calore in reali condizioni di esercizio

Il tool in oggetto è parte integrante di una nuova piattaforma software denominata ODESSE (Optimal DESign for Smart Energy) sviluppato nell'ambito dell'Accordo di Programma MiSE-ENEA sulla Ricerca di Sistema Elettrico.



Piattaforma software in grado di simulare dinamicamente l'esercizio di fonti energetiche funzionanti in generazione distribuita al servizio di utenze reali (edifici) e con condizioni tariffarie, fiscali e normative reali.

- Simula il comportamento reale di configurazioni impiantistiche complesse
- Scopo: integrare la facilità e la rapidità di utilizzo (minimo numero di input) di un software stazionario con la complessità delle metodologie di calcolo dinamiche.

Interfaccia utente generale




ODESSE (Optimal DESign for Smart Energy) v0.2

File Action DataBase Help Credits

Dati Generali Chiusure verticali Chiusure orizzontali PontiTermici Impianti

Zone Climatiche secondo DPR 412/93



- Zona A - GG<600
- Zona B - 600<GG<900
- Zona C - 900<GG<1400
- Zona D - 1400<GG<2100
- Zona E - 2100<GG<3000
- Zona F - GG>3000

Selezione Regione: Lazio

Selezione Provincia: Roma

Latitudine [°,'] : 41,53

Longitudine [°,'] : 12,28

Altitudine [m] : 20

Zona Climatica: Zona D

Numero di piani: 3

Altezza [m]: 10

Superficie in pianta [m²]: 100

Volume [m³]: 1.000

Superficie riscaldata totale [m²]: 300

Tipo di edificio: residenziale

Ricambi d'aria [Volumi/h]: 2

Numero medio delle persone presenti: 0

Tipo di lampade prevalenti: risparmio



Comfort termico: Norme UNI

T inverno [°C]: 20

Climatizzazione T estate [°C]: 26

Calcolo consumi: riscaldamento Caldaia

Calcolo consumi: raffrescamento Pompa di calore

  Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile


Interfaccia utente involucro

Configura Pareti

PARETE 1

Superficie totale (opaca + vetrata) [m²]

Assorbimento solare: seleziona colore parete



assorbimento: 0.31

Superficie vetro [m²]

Tipo vetro

Trasmittanza vetro [W/m²K]

Superficie telaio [m²]

Tipo telaio

Trasmittanza telaio [W/m²K]

Perimetro giunto vetro/telaio [m]

Trasmittanza lineare giunto Ψ [W/mK]

Trasmittanza totale [W/m²K]

Lunghezza oggetto orizzontale [m]

Altezza finestra [m]

Salva

Cerca nel DB

Materiali	Murature	Materiali o Murature	Spessore[cm]
		mat.97-intonaco di calce e gesso	1,5
		mat.102-mattoni pieni forati leggeri1	8
		mat.19-aria in quiete(>1cm)	8
		mat.101-intonaco di vermiculite	2
		mur.1-mattone pieno lat. 1A	14
		mat.94-malte di gesso per intonac4	2

carica struttura

salva struttura

verifica condensa

Stratigrafia parete

interno

Trasmittanza [W/mq K]: 0

Valore di hi=1/0.13 [W/mq]

Cerca Muratura

Codice	Nome	Descrizione	Spessore [mm]	Massa Volumica** [Kg/	Massa Superficiale [Kg/m ²	Resistenza Termica [m ² K/W]	Cs [KJ/Kg*°K]	δ [Kg/m ³ *Pa]
24	blocco forato lat. 4	strutture verticali con elementi di laterizio	200.0	1800.0	153.0	0.6	1.0	37.25
25	blocco forato lat. 5	strutture verticali con elementi di laterizio	250.0	1800.0	187.0	0.77	1.0	37.25
32	blocco forato lat. 8	strutture verticali con elementi di laterizio	200.0	1800.0	153.0	0.61	1.0	37.25
33	blocco forato lat. 9	strutture verticali con elementi di laterizio	250.0	1800.0	187.0	0.77	1.0	37.25
50	blocco pieno cls 7A	strutture verticali realizzate con elementi di calcest.	245.0	650.0	157.0	0.95	1.0	1.88
51	blocco pieno cls 7B	strutture verticali realizzate con elementi di calcest.	245.0	800.0	189.0	0.83	1.0	1.88
52	blocco pieno cls 8A	strutture verticali realizzate con elementi di calcest.	295.0	650.0	191.0	1.15	1.0	1.88
75	blocco forato cls 1C	strutture verticali realizzate con elementi di calcest.	245.0	1100.0	162.0	0.61	1.0	1.88
76	blocco forato cls 1D	strutture verticali realizzate con elementi di calcest.	245.0	1200.0	174.0	0.57	1.0	1.88
77	blocco forato cls 1E	strutture verticali realizzate con elementi di calcest.	245.0	1400.0	198.0	0.51	1.0	1.88
79	blocco forato cls 2B	strutture verticali realizzate con elementi di calcest.	295.0	900.0	160.0	0.76	1.0	1.88
80	blocco forato cls 2C	strutture verticali realizzate con elementi di calcest.	295.0	1100.0	188.0	0.66	1.0	1.88
84	blocco semipieno cls 5B	strutture verticali realizzate con elementi di calcest.	250.0	900.0	178.0	0.86	1.0	1.88
89	blocco semipieno cls 6B	strutture verticali realizzate con elementi di calcest.	245.0	900.0	159.0	0.93	1.0	1.88
90	blocco semipieno cls 6C	strutture verticali realizzate con elementi di calcest.	245.0	1000.0	175.0	0.87	1.0	1.88
92	blocco semipieno cls 7B	strutture verticali realizzate con elementi di calcest.	295.0	900.0	171.0	0.96	1.0	1.88
114	blocco semipieno cls 12A	strutture verticali realizzate con elementi di calcest.	295.0	900.0	174.0	1.91	1.0	1.88
118	blocco semipieno cls 13A	strutture verticali realizzate con elementi di calcest.	295.0	900.0	172.0	1.69	1.0	1.88
122	blocco semipieno cls 14A	strutture verticali realizzate con elementi di calcest.	295.0	700.0	169.0	1.2	1.0	1.88
125	blocco semipieno cls 15A	strutture verticali realizzate con elementi di calcest.	295.0	700.0	182.0	1.08	1.0	1.88
131	blocco semipieno cls 16B	strutture verticali realizzate con elementi di calcest.	245.0	900.0	178.0	0.97	1.0	1.88
132	blocco semipieno cls 1...	strutture verticali realizzate con elementi di calcest.	245.0	1000.0	195.0	0.9	1.0	1.88
133	blocco semipieno cls 17A	strutture verticali realizzate con elementi di calcest.	295.0	700.0	171.0	1.31	1.0	1.88

**Valore riferito al materiale costituente l'elemento

Cerca per Tipologia

Cerca per Spessore

Cerca per Massa Volumica

Cerca per Massa Superficiale

Cerca per Resistenza Termica



Interfaccia utente: impianti

ODESSE (Optimal DESign for Smart Energy) v0.2

File Action DataBase Help Credits

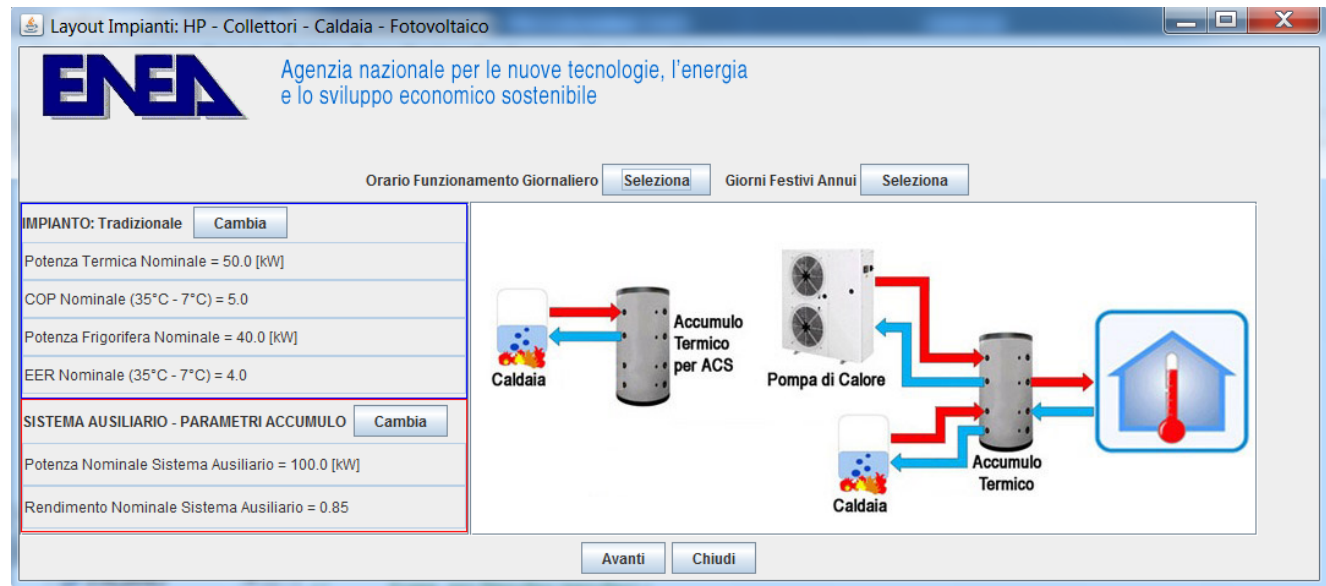
General Data Vertical Closures Horizontal Closures **Plant Layout**

<input checked="" type="checkbox"/> TRADITIONAL	<input type="checkbox"/> COMBINED HEAT and POWER
Configure Traditional Layout Gas Burner and Heat Pump	Configure Cogenerator Type: MicroTurbine Following Type: Thermal
<input type="checkbox"/> COMBINED COOLING HEATING and POWER	<input type="checkbox"/> SOLAR DEC (DESICCANT COOLING)
Configure Cogenerator Type: ICE Following Type: Thermal	Configure Type: Wheel Silica-gel Configuration Type: Traditional
<input type="checkbox"/> HEAT PUMP	<input type="checkbox"/> SOLAR COOLING
Configure Layout with Heat Pump with Solar Collectors and Photovoltaic	Configure Solar Cooling Solar Collectors and Absorption Chiller



Italian National Agency for New Technologies,
Energy and Sustainable Economic Development

LAYOUT IMPIANTO CON POMPA DI CALORE

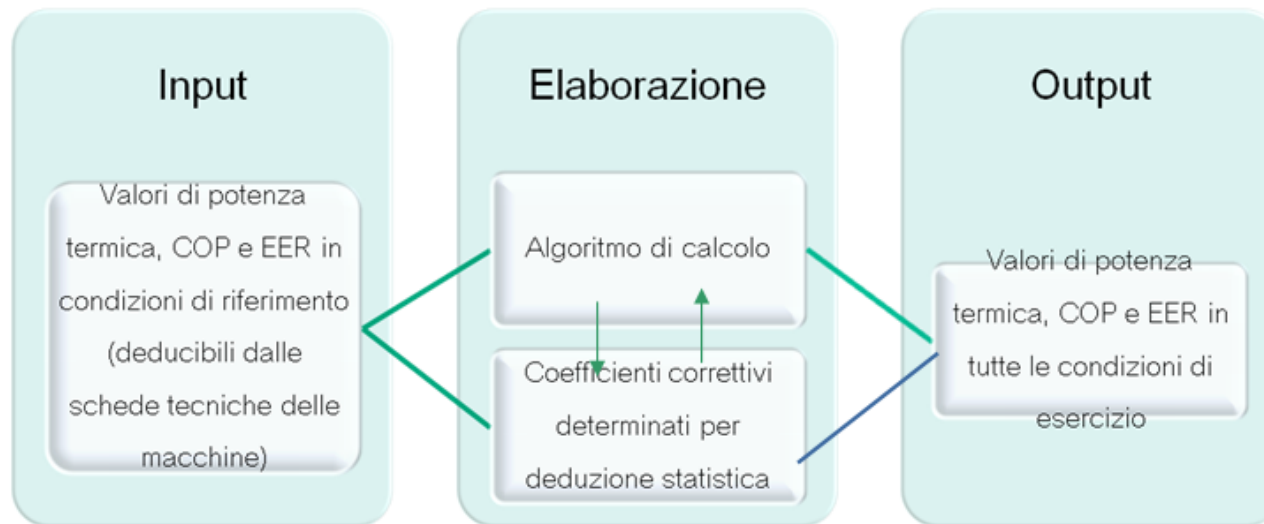


COMPONENTI PRINCIPALI

- Pompa di calore
- Caldaia (tradizionale/condens)
- Accumulo termico (risc/raffr)
- Caldaia per ACS;
- Accumulo termico per ACS;
- Sistema di distribuzione (Fancoil/radiatori)

Sviluppo del modello pompa di calore elettrica

Scopo: Ottenere un modello capace di valutare il COP, l'EER, la potenza termica fornita dalla macchina al variare delle condizioni di esercizio inserendo **un numero minimo di input** (forniti dal costruttore)



Premesse

Effettiva potenza elettrica assorbita dalla PdC in reali condizioni di esercizio

Modello pompa di calore elettrica

ENEA in collaborazione con AICARR sta validando e calibrando specifici modelli di pompa di calore (aria-acqua, acqua-acqua), basati su “matrici di correzione” del COP e Potenza termica nominale al variare delle reali condizioni operative (temp. esterna, temperatura di mandata, %load).



Campione 1																						
$\theta_{\text{esterna}} (^{\circ}\text{C})$																						
$\theta_{\text{c}} (^{\circ}\text{C})$	-10	-8	-6	-4	-2	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
25	3.6	3.8	4.0	4.1	4.3	4.4	4.5	4.7	4.8	5.1	5.3	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
26	3.7	3.8	3.9	4.0	4.2	4.3	4.4	4.6	4.8	4.9	5.1	5.3	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
27	3.6	3.7	3.8	3.9	4.1	4.2	4.3	4.5	4.6	4.8	5.0	5.2	5.4	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
28	3.5	3.6	3.7	3.8	4.0	4.1	4.2	4.3	4.5	4.6	4.8	5.0	5.2	5.4	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
29	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.4	4.5	4.7	4.8	5.0	5.2	5.4	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
30	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.3	4.4	4.5	4.7	4.9	5.0	5.2	5.4	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
31	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.2	4.3	4.4	4.6	4.7	4.9	5.1	5.3	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
32	3.3	3.4	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.1	4.2	4.3	4.4	4.6	4.8	4.9	5.1	5.3	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
33	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.6	3.7	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	4.5	4.6	4.8	5.0	5.1	5.3	5.5	5.5	5.5	5.5
34	3.2	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.4	4.5	4.6	4.8	5.0	5.2	5.4	5.5	5.5	5.5
35	3.1	3.2	3.3	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.3	4.4	4.5	4.7	4.8	5.0	5.2	5.4	5.5	5.5
36	3.1	3.1	3.2	3.3	3.4	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.3	4.4	4.5	4.7	4.9	5.0	5.2	5.4	5.5
37	3.0	3.1	3.2	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.1	4.2	4.3	4.4	4.6	4.7	4.9	5.1	5.3	5.5	5.5
38	3.0	3.0	3.1	3.2	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	4.5	4.6	4.8	4.9	5.1	5.3
39	2.9	3.0	3.1	3.1	3.2	3.3	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	4.5	4.6	4.8	4.9	5.1
40	2.9	2.9	3.0	3.1	3.1	3.2	3.3	3.4	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.4	4.5	4.7	4.8	5.0
41	2.8	2.9	3.0	3.0	3.1	3.2	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.3	4.4	4.5	4.7	4.8	5.0
42	2.8	2.9	2.9	3.0	3.0	3.1	3.2	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.6	3.7	3.8	3.9	4.1	4.2	4.3	4.4	4.6	4.7
43	2.8	2.8	2.9	2.9	3.0	3.1	3.1	3.2	3.3	3.4	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.6
44	2.7	2.8	2.8	2.9	3.0	3.1	3.1	3.2	3.3	3.4	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	4.5	4.6
45	2.7	2.7	2.8	2.9	3.0	3.0	3.1	3.2	3.2	3.3	3.4	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.4	4.5
46	2.7	2.7	2.8	2.9	3.0	3.0	3.1	3.2	3.2	3.3	3.4	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.3	4.4	4.5
47	2.6	2.7	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.1	3.2	3.3	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5
48	2.6	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.0	3.1	3.1	3.2	3.3	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.4
49	2.6	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.0	3.1	3.2	3.2	3.3	3.4	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3
50	2.5	2.6	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.0	3.1	3.2	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.4

Procedura seguita per lo sviluppo del modello

Implementazione in ambiente Matlab/Simulink di un algoritmo basato sui procedimenti di calcolo prescritti dalla normativa (UNI EN 15316)

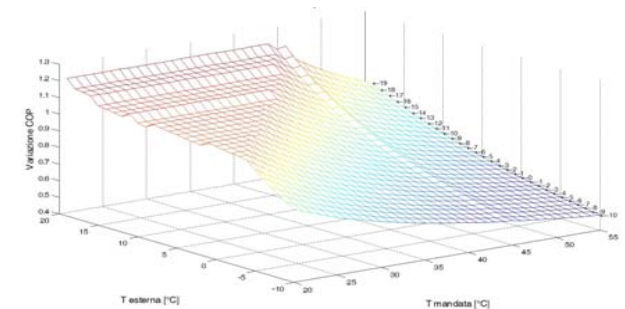
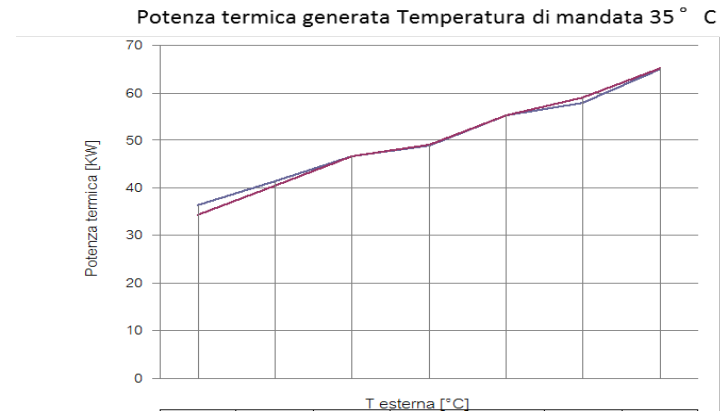


Confronto dati sperimentali (forniti dal costruttore) con i risultati dell'algoritmo proposto dalla normativa



Utilizzo dell'algoritmo validato per l'implementazione in Matlab/Simulink delle «matrici di correzione» del COP e Potenza termica nominali al variare delle reali condizioni di esercizio

Modello macchina	Condizioni di riferimento		Potenzialità termica [kW]	Potenza assorbita [kW]	COP
	T esterna [°C]	T mandata [°C]			
Campione 1	7	30/35	55.3	12.3	4.49
Campione 2	7	45	28.8	9	3.2
Campione 3	7	40/45	7.67	2.1	3.24
Campione 4	7	30/35	17	4.47	3.8



Esempio matrice di correzione del COP nominale - Limiti validità

riscaldamento

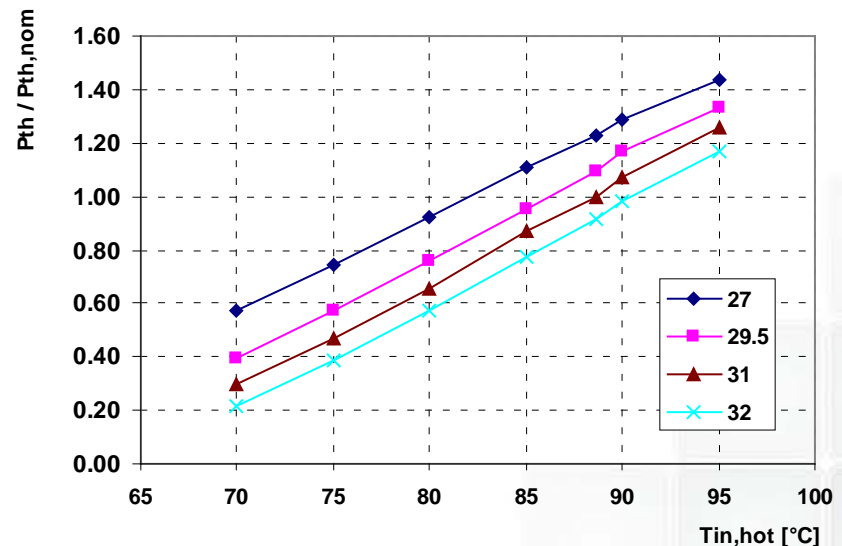
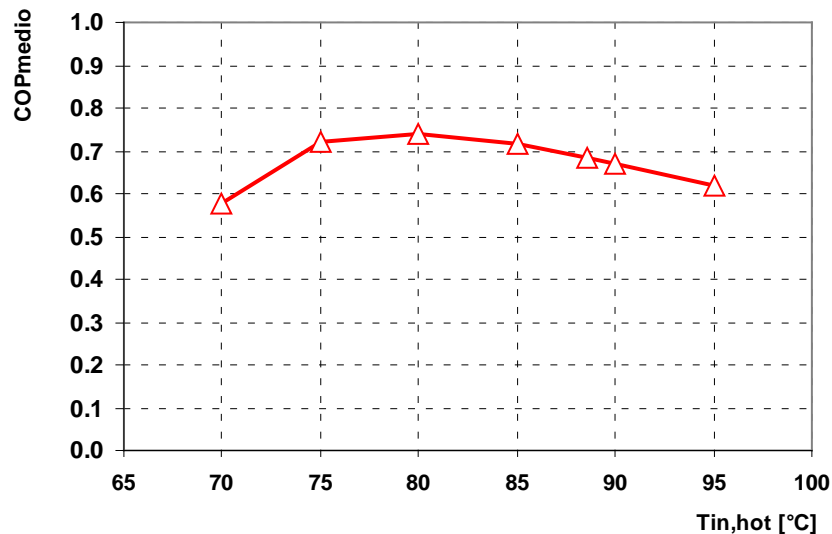
		Campione 1																									
		θ esterna (°C)																									
θ_c (°C)		-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
25		3.8	3.9	4.0	4.1	4.3	4.4	4.6	4.7	4.9	5.1	5.3	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
26		3.7	3.8	3.9	4.0	4.2	4.3	4.4	4.6	4.8	4.9	5.1	5.3	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
27		3.6	3.7	3.8	3.9	4.1	4.2	4.3	4.5	4.6	4.8	5.0	5.2	5.4	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
28		3.5	3.6	3.7	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	4.5	4.6	4.8	5.0	5.2	5.4	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
29		3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.4	4.5	4.7	4.8	5.0	5.2	5.4	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
30		3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.3	4.4	4.5	4.7	4.9	5.0	5.2	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
31		3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.2	4.3	4.4	4.6	4.7	4.9	5.1	5.3	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
32		3.3	3.4	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.1	4.2	4.3	4.4	4.6	4.8	4.9	5.1	5.3	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
33		3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.6	3.7	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	4.5	4.6	4.8	5.0	5.1	5.3	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
34		3.2	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.4	4.5	4.6	4.8	5.0	5.2	5.4	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
35		3.1	3.2	3.3	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.3	4.4	4.5	4.7	4.8	5.0	5.2	5.4	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
36		3.1	3.1	3.2	3.3	3.4	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.3	4.4	4.5	4.7	4.9	5.0	5.2	5.4	5.6	5.5	5.5	5.5	5.5
37		3.0	3.1	3.2	3.2	3.3	3.4	3.5	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.1	4.2	4.3	4.4	4.6	4.7	4.9	5.1	5.3	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
38		3.0	3.0	3.1	3.2	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	4.5	4.6	4.8	4.9	5.1	5.3	5.5	5.5	5.5	5.5
39		2.9	3.0	3.1	3.1	3.2	3.3	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	4.5	4.6	4.8	4.9	5.1	5.3	5.5	5.5	5.5
40		2.9	2.9	3.0	3.1	3.1	3.2	3.3	3.4	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.4	4.5	4.7	4.8	5.0	5.2	5.3	5.5	5.5
41		2.8	2.9	3.0	3.0	3.1	3.2	3.2	3.3	3.4	3.5	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.3	4.4	4.5	4.7	4.8	5.0	5.2	5.4	5.6
42		2.8	2.9	2.9	3.0	3.0	3.1	3.2	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.6	3.7	3.8	3.9	4.1	4.2	4.3	4.4	4.6	4.7	4.9	5.0	5.2	5.4
43		2.8	2.8	2.9	2.9	3.0	3.1	3.1	3.2	3.3	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.6	4.7	4.9	5.1	5.2
44		2.7	2.8	2.8	2.9	2.9	3.0	3.1	3.1	3.2	3.3	3.4	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	4.5	4.6	4.8	4.9	5.1
45		2.7	2.7	2.8	2.9	2.9	3.0	3.0	3.1	3.2	3.2	3.3	3.4	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.4	4.5	4.6	4.8	4.9
46		2.7	2.7	2.8	2.8	2.9	2.9	3.0	3.0	3.1	3.2	3.2	3.3	3.4	3.5	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.3	4.4	4.5	4.7	4.8
47		2.6	2.7	2.7	2.8	2.8	2.9	2.9	3.0	3.1	3.1	3.2	3.3	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.7	3.8	3.9	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.7
48		2.6	2.6	2.7	2.7	2.8	2.8	2.9	3.0	3.0	3.1	3.1	3.2	3.3	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.6
49		2.6	2.6	2.7	2.7	2.8	2.8	2.9	2.9	3.0	3.0	3.1	3.2	3.2	3.3	3.4	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	4.5
50		2.5	2.6	2.6	2.7	2.7	2.8	2.8	2.9	2.9	3.0	3.0	3.1	3.2	3.2	3.3	3.4	3.5	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.4

In fase di calibrazione con AICARR..

Modello Gruppo frigo assorbimento

Il funzionamento dell'assorbitore è stato simulato per mezzo delle **mappe sperimentali**

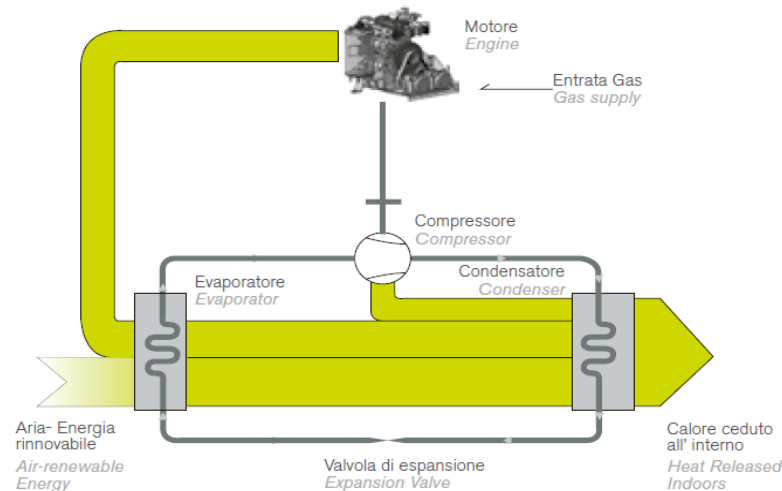
In collaborazione con il Politecnico di Torino (DENER) è stata implementata una **mappa** della potenza termica adimensionalizzata e del COP medio valida per le taglie nel range da 40 kWf a 200 kWf, parametrizzata in funzione della temperatura dell'acqua di torre (modellata), e al variare della temperatura dell'acqua calda in ingresso



Modello Pompe di calore a gas con MCI

In collaborazione con il Politecnico di Torino (DENER) è in corso una **campagna di acquisizione** dei dati di funzionamento di pompe di calore con azionamento meccanico del compressore mediante motore endotermico.

Verranno elaborate delle *curve di funzionamento* reali della pompa di calore da utilizzare per costruire il modello all'interno del simulatore



Riferimenti



http://old.enea.it/attivita_ricerca/energia/ricerca_sistema_elettrico.html

Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia
e lo sviluppo economico sostenibile

Ambiente
Energia
Innovazione

Home L'ENEA La Ricerca L'ENEA Per il Paese Attività Internazionali Produzione scientifica Comunicare la ricerca Opportunità Link utili

Home > [La Ricerca](#) > Energia > Ricerca di Sistema elettrico

- LA RICERCA
- ENERGIA
 - Fusione nucleare
 - Fissione nucleare
 - Fonti rinnovabili
 - Tecnologie avanzate per l'energia e l'industria
 - Ricerca di Sistema elettrico**
- SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE
- NUOVE TECNOLOGIE

Ricerca di Sistema elettrico

LA RICERCA AL SERVIZIO DELL'UTENTE



La Ricerca di Sistema ha come obiettivo l'innovazione del Sistema Elettrico per migliorarne l'economicità, la sicurezza e la compatibilità ambientale, assicurando al Paese le condizioni per uno sviluppo sostenibile.

Per lo svolgimento delle attività di ricerca e sviluppo previste dal Piano Triennale della Ricerca di Sistema Elettrico il Ministero dello Sviluppo Economico ha stipulato Accordi di Programma con ENEA, CNR ed ERSE.

Le attività sono finanziate attraverso un fondo alimentato dalla componente A5 della tariffa di fornitura dell'energia elettrica, il cui ammontare viene stabilito dall'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas.

Nell'Accordo di Programma sono previsti temi di ricerca fondamentale e studi di carattere sistemico e prenormativo a totale beneficio dell'utente di sistema elettrico nazionale.

Le ricerche sono condotte dall'ENEA in collaborazione con le principali Istituzioni universitarie nazionali (oltre 28 Atenei e 65 diversi Dipartimenti coinvolti) e con le partecipate SOTACARBO e FN Nuove Tecnologie Avanzate.

Nell'ambito dell'Accordo di Programma Triennale, l'ENEA ha terminato le attività del primo e secondo anno di attività. Sono disponibili in queste pagine i risultati degli studi effettuati e tutti i documenti prodotti:

- [Risultati primo anno](#)
- [Risultati secondo anno](#)
- [Resoconto evento "L'ENEA e la Ricerca di Sistema Elettrico" \(26 ottobre 2010, Roma\)](#)

UNITÀ DI RIFERIMENTO

Unità di Progetto Ricerca di Sistema Elettrico
Responsabile: Ing. Vincenzo Porgiglia
e-mail: vincenzo.porgiglia@enea.it

ricerca

[RISULTATI PRIMO ANNO](#)

[RISULTATI SECONDO ANNO](#)

Rapporti anno 2009:

- *Sviluppo dell'ambiente di progettazione optimal design for smart energy – ODESSE (ENEA)*
- *E3: energy and economic evaluation sviluppo di un tool per la stima dei consumi energetici di impianti termici (Università del Salento Dipartimento Ingegneria dell'Innovazione)*
- *Sviluppo algoritmi su ambiente integrato ENEA (Università Palermo – DREAM)*

Rapporti anno 2010:

- *ODESSE: simulazione dinamica del sistema edificio-impianti per la climatizzazione estiva (ENEA)*
- *Integrazioni allo sviluppo del modello di simulazione della piattaforma odesse e implementazione di un tool di progettazione di impianti solar (Università Palermo – DREAM)*
- *Micro - cogenerazione nel settore residenziale con l'utilizzo di motori a combustione interna: sviluppo di un modello matematico per la simulazione oraria e analisi di un caso reale (Politecnico Torino – DENER)*
- *Analisi del comportamento energetico di edifici monozona. Comparazione tra gli strumenti odesse, TRNSYS ed ENERGY PLUS. (Politecnico di Milano – BEST)*

Rapporti anno 2011:

- **Integrazione di layout impiantistici nella piattaforma di simulazione ODESSE (ENEA Report RSE/2011/x)**