

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

IL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO E L’UTILIZZO DELLE POMPE DI CALORE

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

IL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO HA UN PROBLEMA DI FONDO !!!

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

**ED E' UN PROBLEMA
DI FONDO
NEL VERO SENSO
DELLA PAROLA !!!**

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

**Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”
Fano 27/05/2011**

La metafora del secchio bucato



Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

IL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO E’ UN CONTENITORE SENZA FONDO !!!

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

MECCANISMI DI PERDITA DEL CALORE

- TRASMISSIONE
- VENTILAZIONE

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

TRASMITTANZA TERMICA U
(W/m² °K)

FLUSSO DI CALORE
ATTRAVERSO LE
STRUTTURE DELL’EDIFICIO

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

TRASMITTANZA TERMICA U
(W/m² °K)

MISURATO PER UNITA' DI
SUPERFICIE (m²)

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

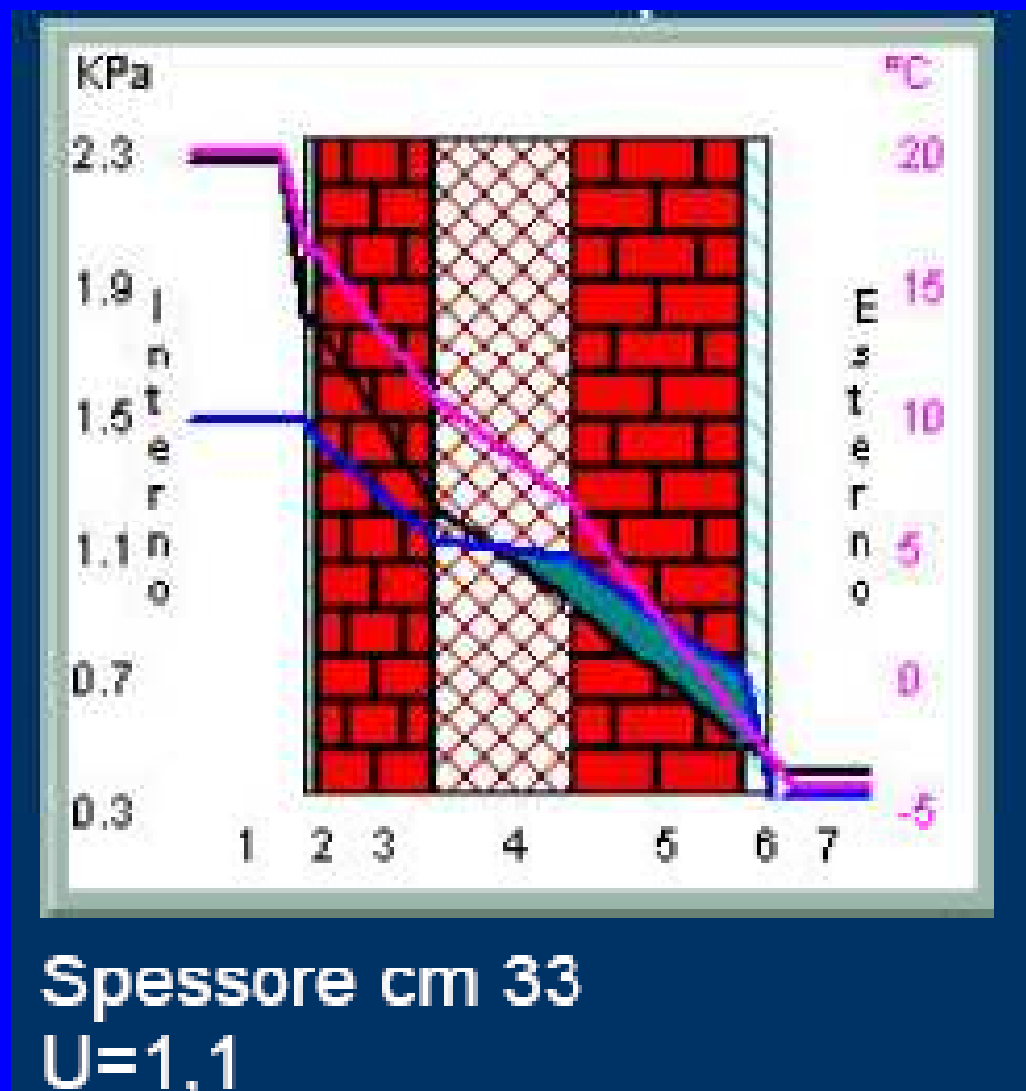
Fano 27/05/2011

TRASMITTANZA TERMICA U
(W/m² °K)

E PER OGNI GRADO (°K)
DI DIFFERENZA DI
TEMPERATURA (INT./EST.)

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

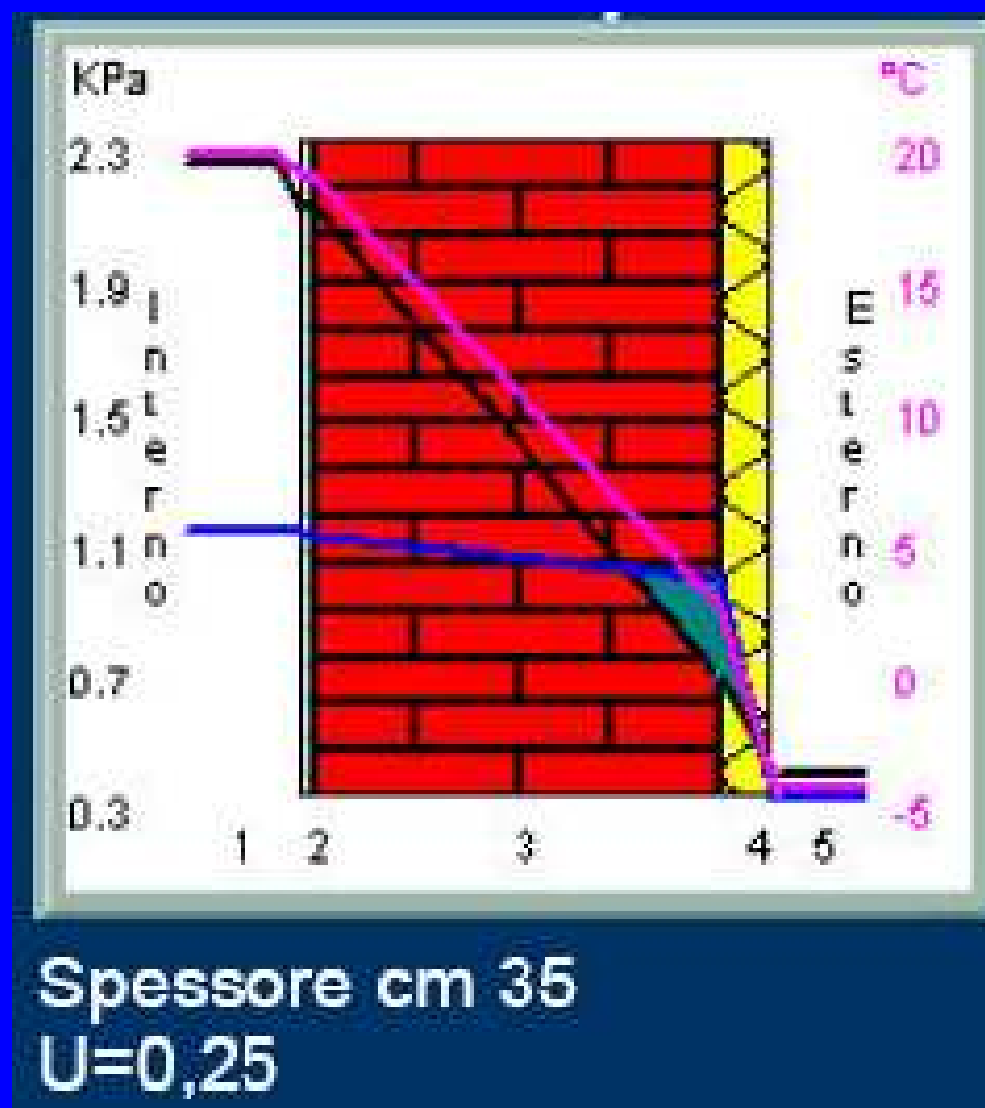
Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”
Fano 27/05/2011



Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011



Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

**INERZIA TERMICA
CAPACITA' DELL'EDIFICIO DI
MANTENERE LA
TEMPERATURA INTERNA
COSTANTE NEL TEMPO**

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

**INERZIA TERMICA
E INDIPENDENTE DALLE
VARIAZIONI DI
TEMPERATURA CHE SI
VERIFICANO ALL’ESTERNO**

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

VENTILAZIONE

**E’ UN PROCESSO DI
SOSTITUZIONE DELL’ARIA
PRESENTE NELL’AMBIENTE
CON ARIA ESTERNA**

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

VENTILAZIONE

LO SCOPO E' QUELLO DI
GARANTIRE IL RICAMBIO
IGIENICO DELL'ARIA
PRESENTE IN AMBIENTE

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

VENTILAZIONE

**L'EFFETTO E' PERO'
QUELLO DI AVERE IN
AMBIENTE ARIA A
TEMPERATURA INFERIORE
A QUELLA INIZIALE**

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

CALORE DI VENTILAZIONE

- V (m^3/h) aria esterna di rinnovo
- T_i ($^{\circ}\text{K}$) temperatura aria interna
- T_e ($^{\circ}\text{K}$) temperatura aria esterna

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

CALORE DI VENTILAZIONE

$$Q_v = C_s * (T_i - T_e) * V$$

- C_s (Wh/m³ °K) calore specifico

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

VENTILAZIONE

- **NATURALE**
- **MECCANICA CONTROLLATA**
- **CON RECUPERO DI CALORE**

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”
Fano 27/05/2011

VENTILAZIONE

- NATURALE

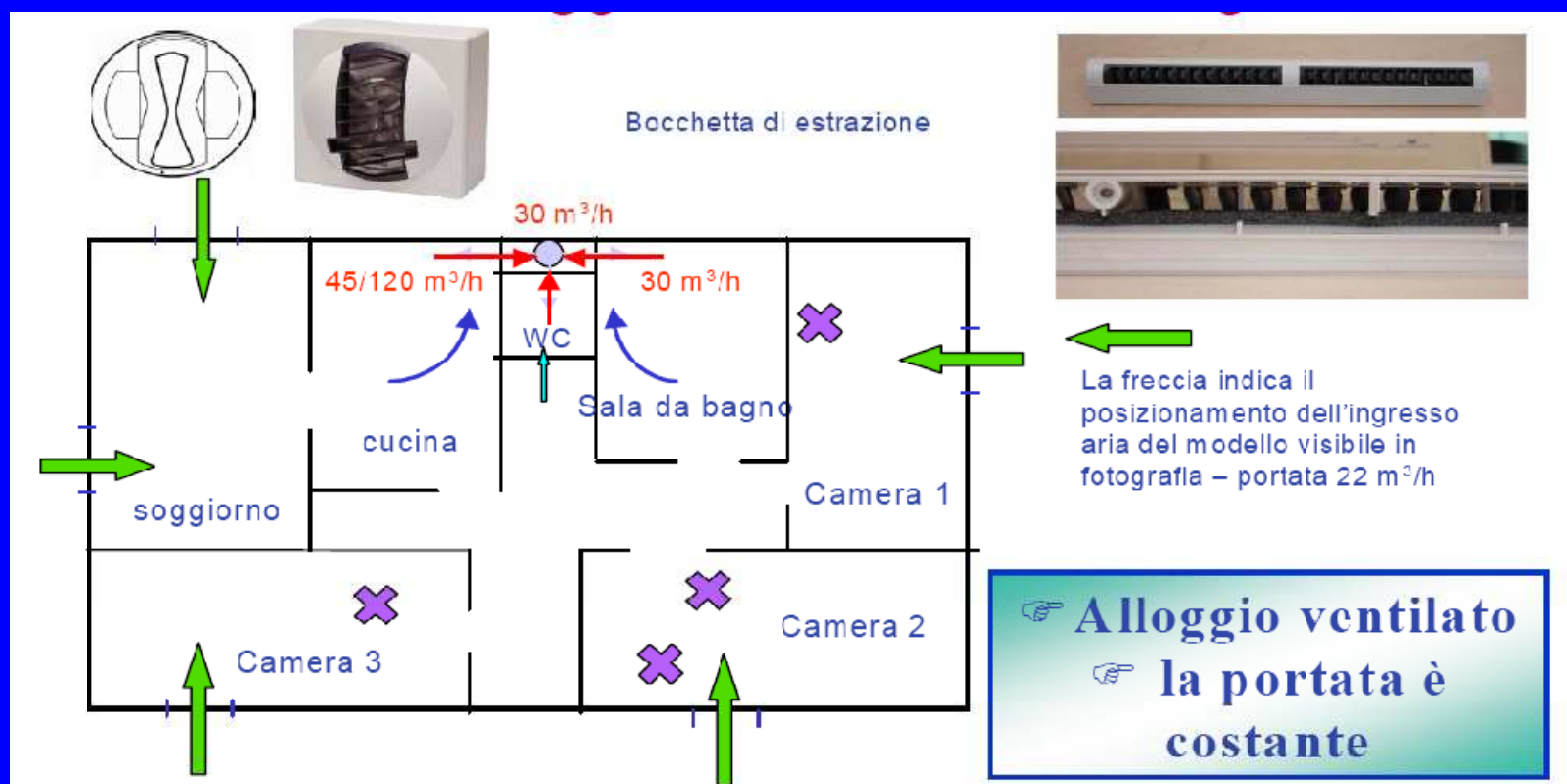


Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA

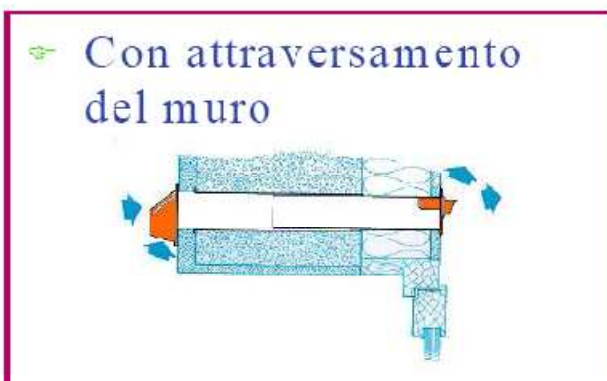


Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

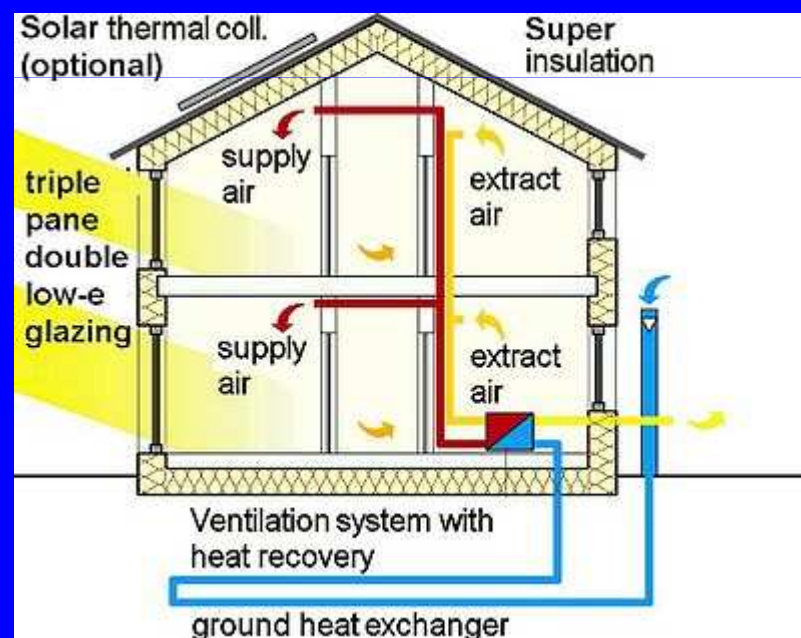
VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA



Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”
Fano 27/05/2011

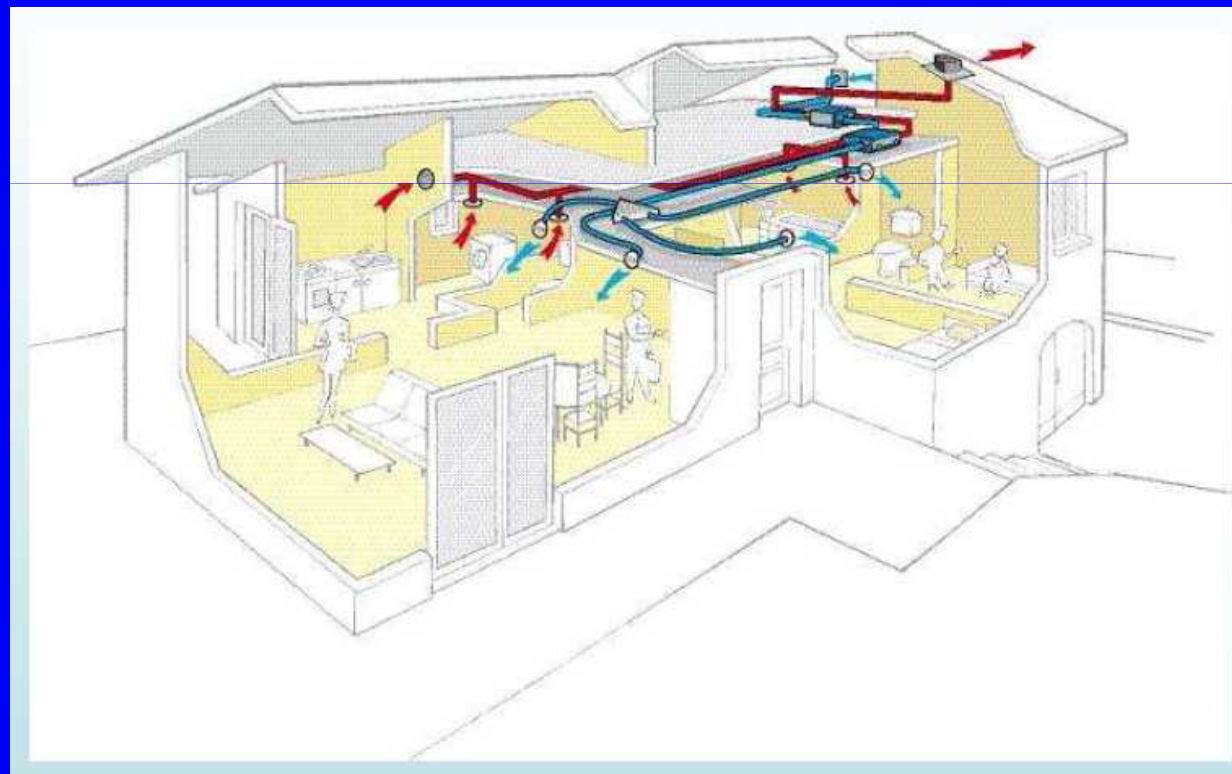
VENTILAZIONE CON RECUPERO CALORE



Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”
Fano 27/05/2011

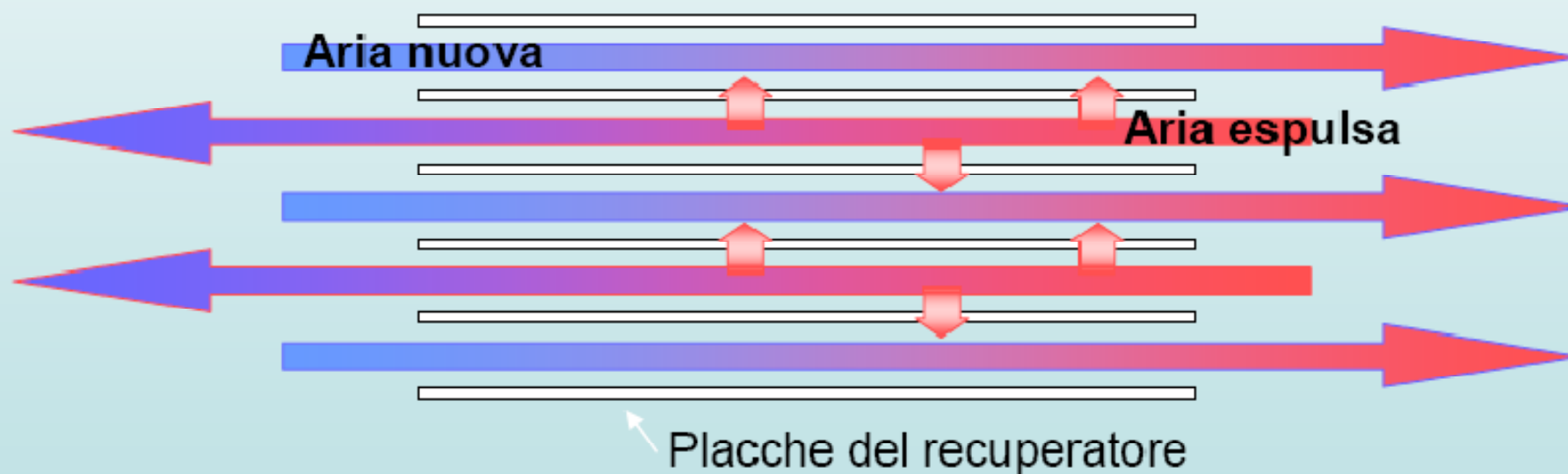
VENTILAZIONE CON RECUPERO CALORE



Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”
Fano 27/05/2011

VENTILAZIONE CON RECUPERO CALORE



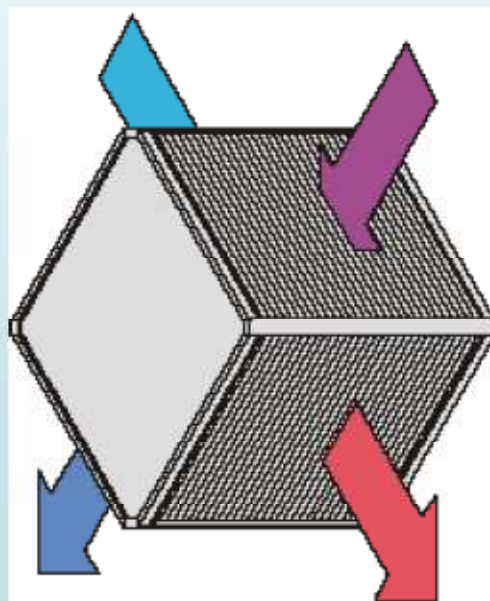
Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”
Fano 27/05/2011

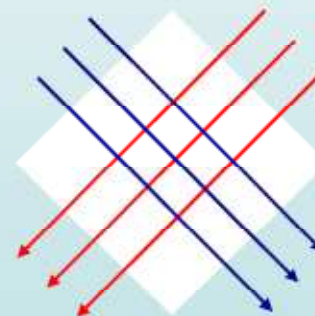
VENTILAZIONE CON RECUPERO CALORE

Aria esterna $T = 0^{\circ}\text{C}$

Espulsione aria $T = 6^{\circ}\text{C}$



Aria ambiente estratta $T = 20^{\circ}\text{C}$

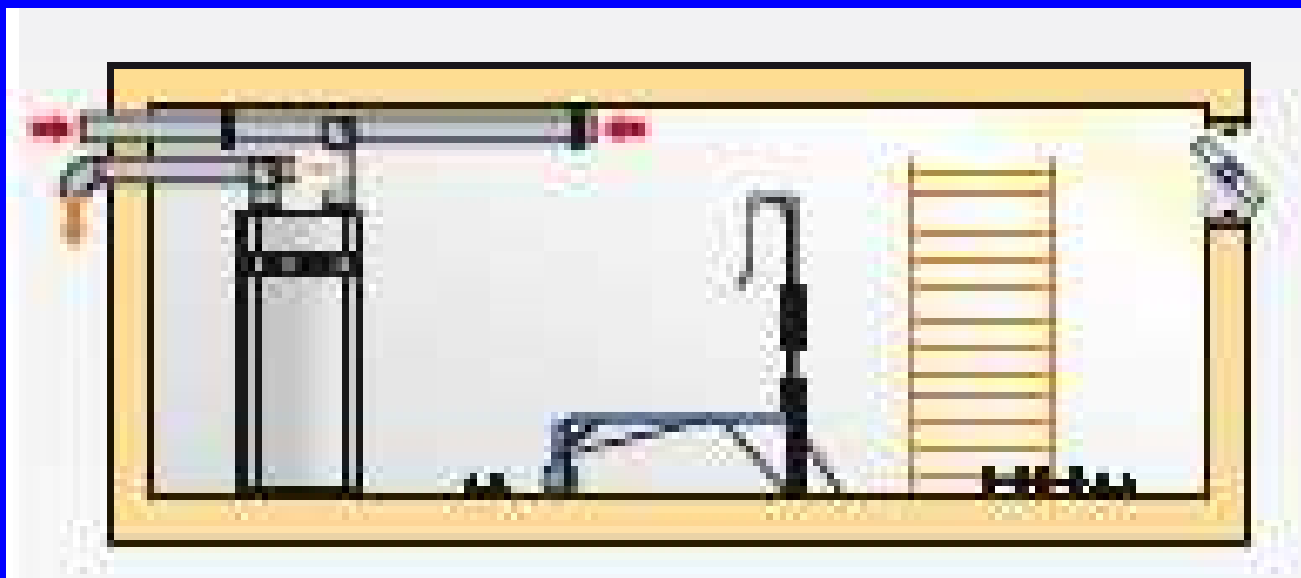


Aria nuova immessa $T = 14^{\circ}\text{C}$

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”
Fano 27/05/2011

VENTILAZIONE CON RECUPERO CALORE



Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

FABBISOGNO DI ENERGIA UTILE STAGIONALE

$$Q_{h,s} = Q_t + Q_v$$

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

SISTEMA IMPIANTO

- **PRODUZIONE**
- **DISTRIBUZIONE**
- **EMISSIONE**
- **REGOLAZIONE**

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

SISTEMA IMPIANTO

- η_p rendimento di produzione
- η_d rendimento di distribuzione
- η_e rendimento di emissione
- η_r rendimento di regolazione

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

SISTEMA IMPIANTO

- η_g rendimento globale medio stagionale

$$\eta_g = \eta_p * \eta_d * \eta_e * \eta_r$$

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

SOTTOSISTEMA EMISSIONE

- T_r temperatura media radiante è il valore medio delle temperature superficiali delle strutture che delimitano un ambiente

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

SOTTOSISTEMA EMISSIONE

- T_a temperatura dell’aria a bulbo secco

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

RISCALDAMENTO INVERNALE A RADIATORI

$$T_r < T_a (4 - 6 \text{ }^{\circ}\text{C})$$

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

RISCALDAMENTO INVERNALE RADIANTE

$$T_a < T_r (2 - 4 ^\circ\text{C})$$

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

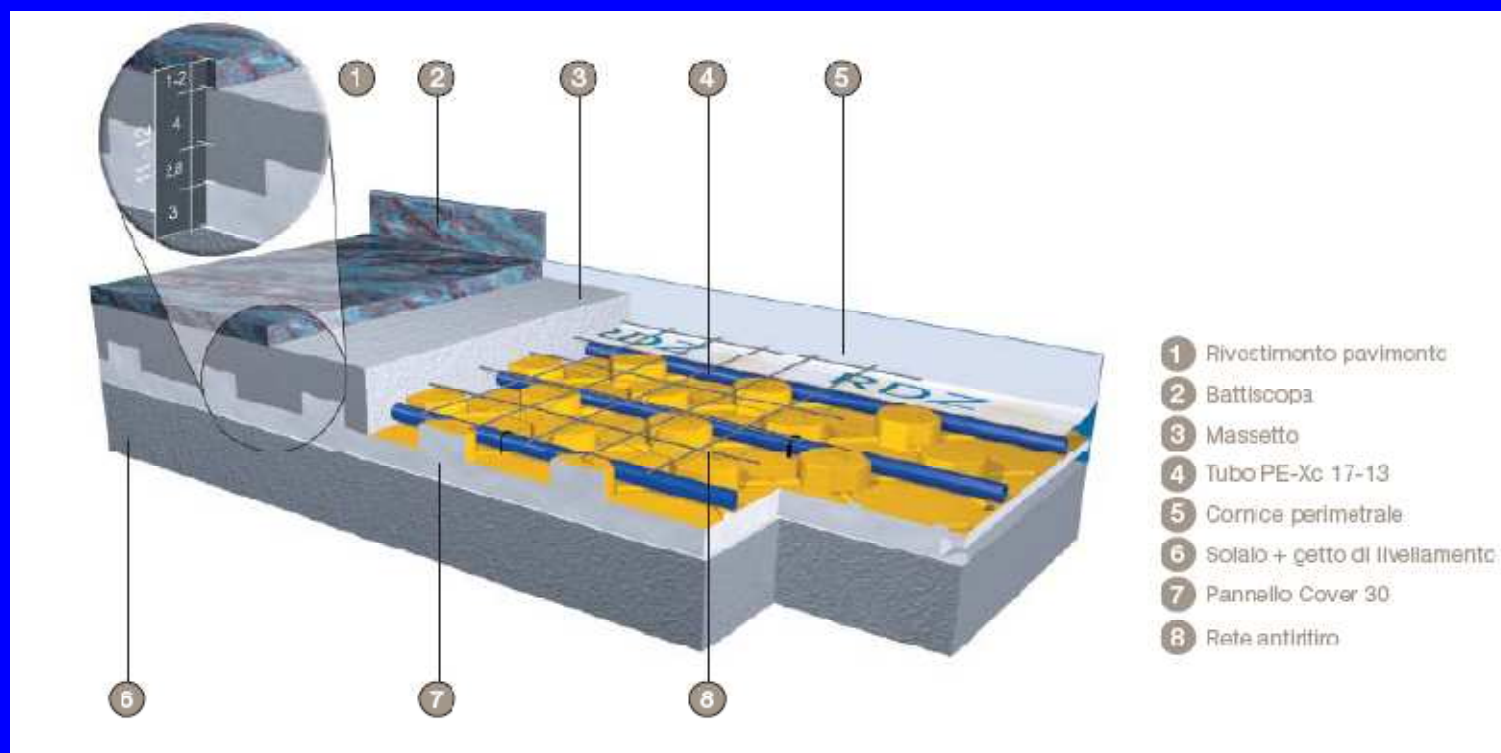
RISCALDAMENTO INVERNALE RADIANTE

- T_m temperatura di mandata del fluido termovettore 35 - 45 °C favorevole per funzionamento pompe di calore

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”
Fano 27/05/2011

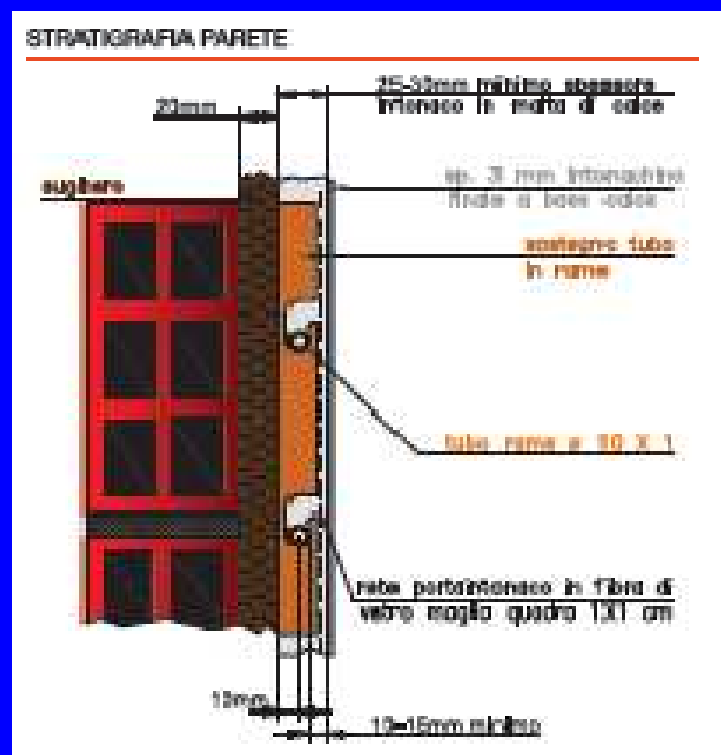
RISCALDAMENTO INVERNALE RADIANTE



Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”
Fano 27/05/2011

RISCALDAMENTO INVERNALE RADIANTE



Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”
Fano 27/05/2011

RISCALDAMENTO INVERNALE RADIANTE



Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA STAGIONALE

$$Q_{pr,s} = Q_{h,s} / \eta_{g,s}$$

(kWh / anno)

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA

$$EP_i = Q_{pr,s} / S_u$$

(kWh / m² anno)

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

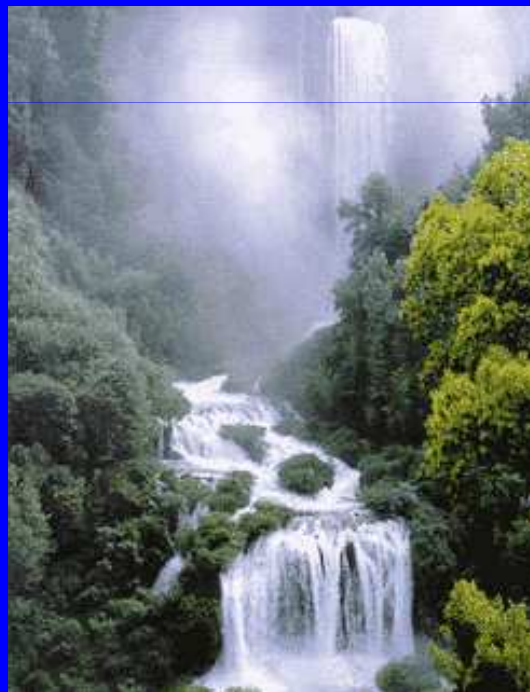
Fano 27/05/2011

UTILIZZO DELLE POMPE DI CALORE

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”
Fano 27/05/2011

SIMILITUDINE IDRAULICA/CALORE

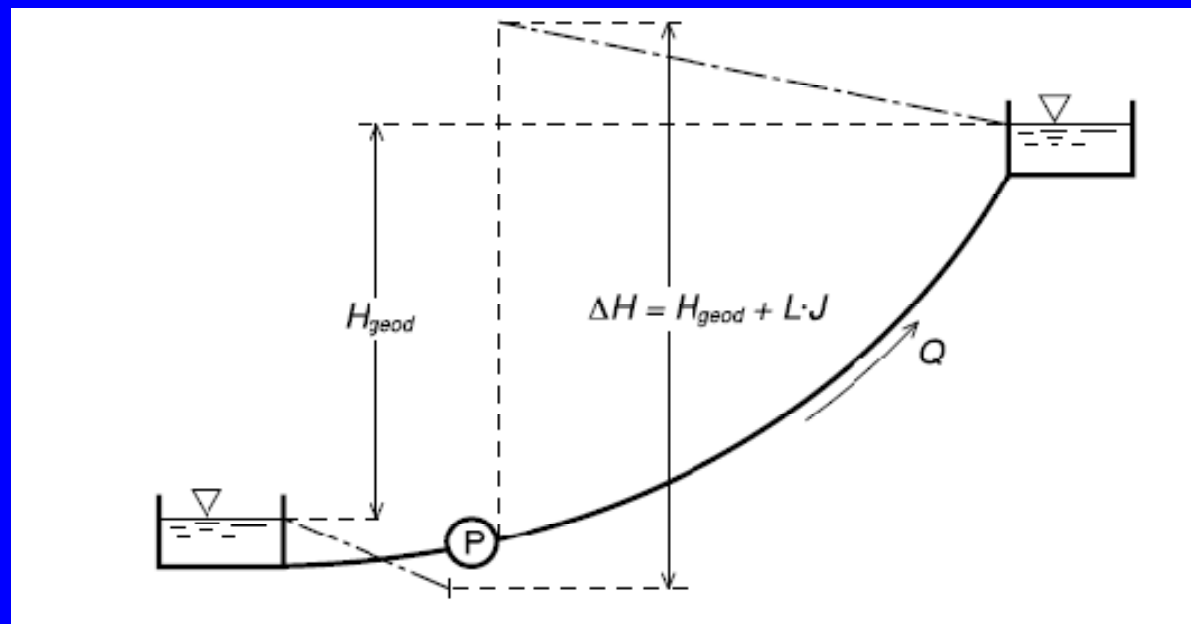


Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

SIMILITUDINE IDRAULICA/CALORE



Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”
Fano 27/05/2011

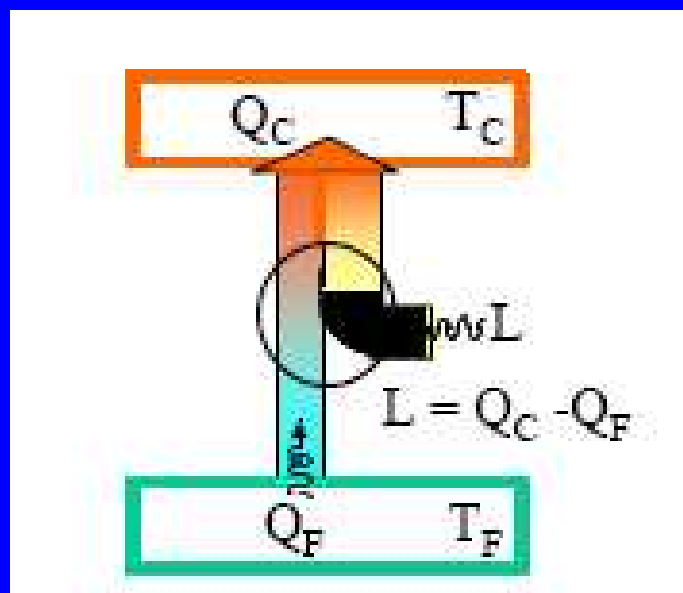
SIMILITUDINE IDRAULICA/CALORE



Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”
Fano 27/05/2011

SIMILITUDINE IDRAULICA/CALORE



Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

POMPE DI CALORE

Dispositivi in grado di
trasferire energia termica
da una sorgente a
temperatura più bassa T_F

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

POMPE DI CALORE

ad un pozzo a temperatura
più alta T_C utilizzando
energia per fare lavoro
esterno L

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

POMPE DI CALORE

Coefficiente di prestazione

$$\text{C.O.P.} = Q_c / L$$

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

POMPE DI CALORE

Coefficiente di prestazione

$$\text{C.O.P.} = 2,5 - 4$$

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

POMPE DI CALORE

Se la differenza $T_C - T_F$ è
contenuta la pompa di
calore utilizza meno lavoro
esterno L

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

POMPE DI CALORE

di conseguenza il C.O.P.
risulta più elevato

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

POMPE DI CALORE

per questo motivo è
ottimale l’associazione con
impianti radianti a parete
e/o a pavimento

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

POMPE DI CALORE

con temperature di lavoro
in mandata comprese
nell’intervallo 35 - 45 °C

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

POMPE DI CALORE

Le pompe di calore si
differenziano in base alla
sorgente da cui prelevano
energia termica

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

SORGENTI FREDDE

- ARIA
- ACQUA (superficiale/falda)
- TERRA (superficiale/profondità)

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

POMPE DI CALORE

Le pompe di calore si
differenziano in base al
pozzo a cui cedono energia
termica

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

POZZI CALDI

- ARIA
- ACQUA

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

POMPE DI CALORE



Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”
Fano 27/05/2011

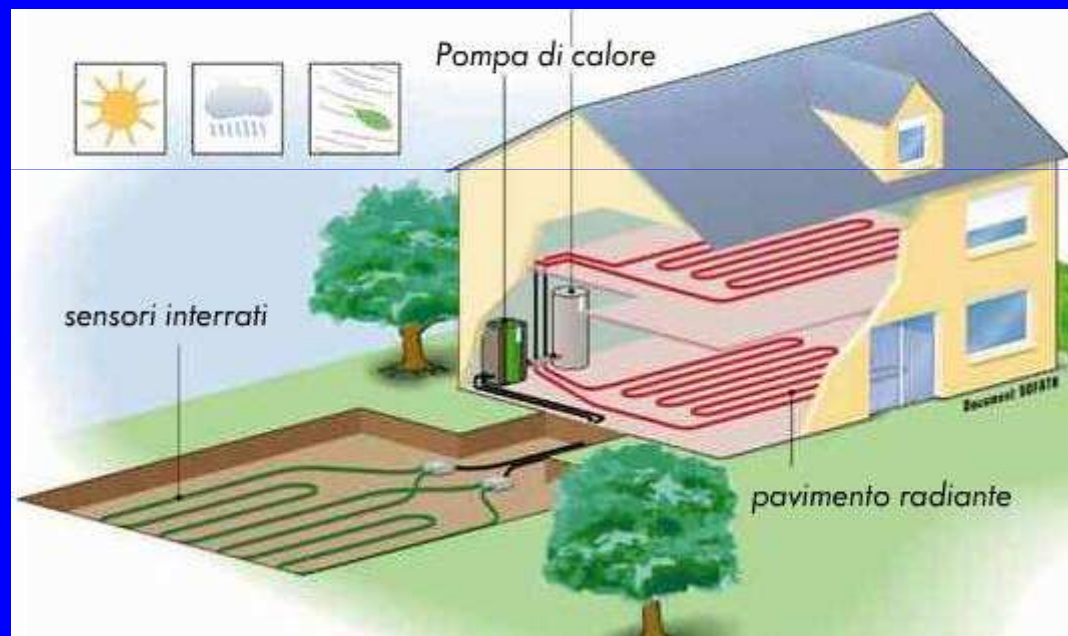
POMPE DI CALORE



Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”
Fano 27/05/2011

POMPE DI CALORE



Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”
Fano 27/05/2011

POMPE DI CALORE



Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”
Fano 27/05/2011

POMPE DI CALORE



Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

POMPE DI CALORE

Le pompe di calore beneficiano
della presenza di accumuli
inerziali e di un comportamento
inerziale da parte dell’edificio

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

POMPE DI CALORE

Nel dimensionamento vanno
tenute in considerazione le
variazioni di prestazione legate
alle variazioni di T_F e T_C

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

POMPE DI CALORE

Possibilità di integrazione con
altre fonti energetiche e di
funzionamento in relazione alle
condizioni di esercizio

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

**INTERVENTI
RIQUALIFICAZIONE
ENERGETICA PATRIMONIO
EDILIZIO ESISTENTE
(D.M. 19/02/2007 s.m.i.)**

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

DETRAZIONE DALL’IMPOSTA SUL REDDITO DEL 55% DELLE SPESE SOSTENUTE

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

TIPOLOGIA INTERVENTI AMMESSI A DETRAZIONE

Interventi di riduzione della trasmittanza termica U di componenti opachi dell’involucro edilizio comprese le opere provvisoriale ed accessorie

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

TIPOLOGIA INTERVENTI AMMESSI A DETRAZIONE

Interventi di riduzione della trasmittanza termica U di componenti trasparenti dell’involucro edilizio comprese le opere provvisoriale ed accessorie

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

TIPOLOGIA INTERVENTI AMMESSI A DETRAZIONE

Interventi di realizzazione di impianti solari termici organicamente collegati alle utenze anche in integrazione con impianti di riscaldamento

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

TIPOLOGIA INTERVENTI AMMESSI A DETRAZIONE

Interventi di sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con impianti dotati delle seguenti apparecchiature di generazione del calore:

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

TIPOLOGIA INTERVENTI AMMESSI A DETRAZIONE

- Caldaie a condensazione
- Pompe di calore ad alta efficienza
- Impianti geotermici a bassa entalpia

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

PRESTAZIONI POMPE DI CALORE (ANNO 2010)

- Pompa di calore aria-acqua
- Temperatura aria 7°C
- Temperatura acqua impianto 35°C
- C.O.P. = 4,1

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone

Convegno “La geotermia nell’ambito delle energie rinnovabili”

Fano 27/05/2011

PRESTAZIONI POMPE DI CALORE (ANNO 2010)

- Pompa di calore geotermica bassa entalpia
- Temperatura fluido sonde 0°C
- Temperatura acqua impianto 35°C
- C.O.P. = 4,3

Relatore: ing. Guglielmo Cetrone