



**PROVINCIA DI VENEZIA
SERVIZIO GEOLOGICO E TUTELA DEL TERRITORIO, GEOTERMIA
AUDITORIUM PROVINCIA DI VENEZIA 29 OTTOBRE 2010**

**Convegno: Energie rinnovabili per la climatizzazione
Geoscambio in provincia di Venezia
Sostenibilità e regolamentazione**

**L'ANALISI DI FATTIBILITA' TECNICO –
ECONOMICA E AMBIENTALE DEGLI
IMPIANTI GEOTERMICI**

Francesco Tinti
DICAM – Università di Bologna





Convegno

**Energie rinnovabili per la climatizzazione:
Geoscambio in provincia di Venezia
Sostenibilità e regolamentazione**
29 OTTOBRE 2010

Gli impianti geotermici: valutazioni economiche



Convegno

**Energie rinnovabili per la climatizzazione:
Geoscambio in provincia di Venezia
Sostenibilità e regolamentazione**
29 OTTOBRE 2010

Parametri da analizzare

Costi di installazione

- Impiantistica di distribuzione
- Centrale termica e frigorifera
- Tubazioni per l'approvvigionamento dell'energia
- Sistemi di convogliamento e smaltimento delle emissioni

Costi di esercizio

- @ Combustibile
- @ Approvvigionamento elettrico
- @ Manutenzione ordinaria e straordinaria



Convegno

Energie rinnovabili per la climatizzazione:
Geoscambio in provincia di Venezia
Sostenibilità e regolamentazione
29 OTTOBRE 2010

Sistema tradizionale caldaia + condizionatore

Costi di installazione

- Ventilconvettori, pannelli radianti
- Caldaia e unità split (e pannelli solari termici per 50% ACS*)
- Allacciamento rete gas, o a serbatoi interrati di GPL o gasolio
- Canna fumaria

Costi di esercizio

- @ m³ gas, t GPL, t gasolio
- @ kWh elettrici degli split e delle pompe di circolazione
- @ Manutenzione ordinaria e straordinaria

*Obbligo 50% ACS da energia rinnovabile per nuove costruzioni



Convegno

Energie rinnovabili per la climatizzazione:
Geoscambio in provincia di Venezia
Sostenibilità e regolamentazione
29 OTTOBRE 2010

Sistema a pompa di calore geotermica elettrica

Costi di installazione

- Ventilconvettori, pannelli radianti
- Pompa di calore geotermica
- Geoscambiatori (verticali, orizzontali o acqua di falda)

Costi di esercizio

- @ kWh elettrici della pdc e delle pompe di circolazione
- @ Manutenzione ordinaria e straordinaria



Convegno

Energie rinnovabili per la climatizzazione:
Geoscambio in provincia di Venezia
Sostenibilità e regolamentazione
29 OTTOBRE 2010

Un calcolo economico semplificato

Un'analisi comparata

- Es. 1 Nuovo edificio residenziale (zona Imola)
 - Superficie: 150 m², classe energetica B
 - Sonde: n°2 da 80 m PE 100 DN 40 PN 12
 - Pompa di calore (potenza): 7 kW
 - Sistema di erogazione con ventilconvettori
 - Costo kWh: 0.2 €/kWh



Convegno

Energie rinnovabili per la climatizzazione:
Geoscambio in provincia di Venezia
Sostenibilità e regolamentazione
29 OTTOBRE 2010

Un calcolo economico semplificato

(segue)

L'investimento

■ Impianto Sonde:	10.500	€
■ Collegamenti orizzontali:	1.200	€
■ Pompa di calore:	4.500	€
■ Collegamenti idraulici:	2.300	€
TOTALE INV	18.500	€

Consumi e costi di esercizio

■ Consumi risc:	2210 kWh _e
• Consumi raff:	269 kWh _e
• Costi risc:	442 €/a
• Costi raff:	54 €/a
• Costo manuten:	25 €/a
TOTALE ES	496
	€/a



Convegno

Energie rinnovabili per la climatizzazione:
Geoscambio in provincia di Venezia
Sostenibilità e regolamentazione
29 OTTOBRE 2010

Un calcolo economico semplificato

(segue)

Un'alternativa: la caldaia a condensazione, il gruppo frigo e i pannelli solari termici

- Es. 1: Nuovo edificio residenziale (zona Imola)
 - Superficie: 150 m², classe energetica B
 - Caldaia a gas: 20 kW
 - Gruppo frigorifero: 7 kW
 - Sistema di erogazione con ventilconvettori
 - Pannelli solari per il 50% dell'ACS
 - Costo gas: 0,78 €/m³

Convegno

Energie rinnovabili per la climatizzazione:
Geoscambio in provincia di Venezia
Sostenibilità e regolamentazione
29 OTTOBRE 2010

Un calcolo economico semplificato

(segue)

L'investimento

▪ Caldaia a gas:	2.500	€
▪ Allacciamento gas:	1.500	€
▪ Gruppo frigo:	2.000	€
▪ Pannelli solari:	4.200	€
▪ Colleg. idraulici:	2.000	€
TOTALE INV	12.200	€

Consumi e costi di esercizio

▪ Consumi gas risc:	982 m ³
▪ Consumi raff:	807 kWh _e
▪ Costi risc:	766 €/a
▪ Costi raff:	161 €/a
▪ Costi man:	150 €/a
TOTALE ES	1077 €/a



Convegno

Energie rinnovabili per la climatizzazione:
Geoscambio in provincia di Venezia
Sostenibilità e regolamentazione
29 OTTOBRE 2010

Un calcolo economico semplificato

(segue)

Le differenze

	Pompa di calore	Caldaia + refrigeratore + solare	Differenza
Investimento	18.500 €	12.200 €	+6.300 €
Costo annuale	496 €	1077 €	- 581 €



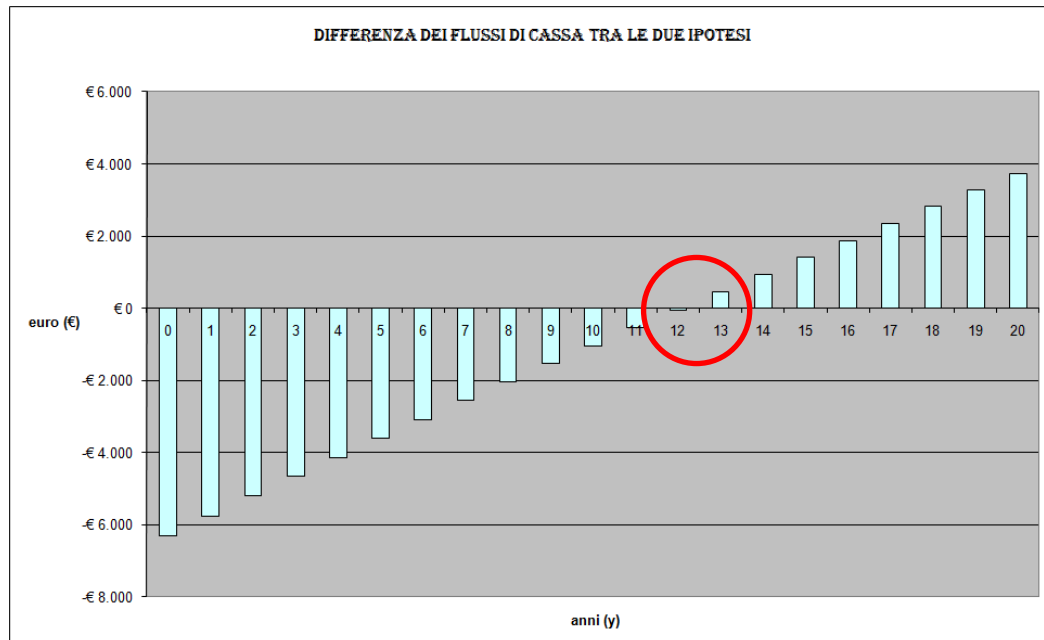
Convegno

Energie rinnovabili per la climatizzazione:
Geoscambio in provincia di Venezia
Sostenibilità e regolamentazione
29 OTTOBRE 2010

Un calcolo economico semplificato

(segue)

I cash-flows



Es 1 - PdC versus Caldaia a cond.+split+ solare

- Cash-flow differenziale
- Pay-back: 11-12 anni
- VAN = 4000 €
- TIR = 7%



Convegno

Energie rinnovabili per la climatizzazione:
Geoscambio in provincia di Venezia
Sostenibilità e regolamentazione
29 OTTOBRE 2010

Considerazioni economiche generali su tipologie di edifici differenti dal

Differenti consumi e risparmi per diverse tipologie

Weighted Average of:	Building Energy Costs, \$/SF/YR (# of data points)		
	GeoExchange	Conventional HVAC	Savings
Building Type			
All Sites and References	\$8.00 (52)	\$11.20 (42)	29%
Schools	\$5.90 (22)	\$9.20 (19)	36%
Office Buildings	\$9.90 (10)	\$13.90 (8)	29%
Retail	\$5.80 (4)	\$9.50 (3)	39%
Retirement	\$9.50 (2)	\$13.30 (3)	26%
Prisons	\$11.90 (2)	\$12.20 (1)	2%
Gas Station/Conv. Store	\$89.90 (1)	\$122.30 (1)	26%

Fonte: International Summer
School on direct
applications of geothermal
energy, USA 2006



Copyright © 2005 - Ingegneria del Risparmio - Conoscenza e Competenza



Convegno

**Energie rinnovabili per la climatizzazione:
Geoscambio in provincia di Venezia
Sostenibilità e regolamentazione**
29 OTTOBRE 2010

Gli impianti geotermici: valutazioni energetiche ed ambientali



Convegno

Energie rinnovabili per la climatizzazione:
Geoscambio in provincia di Venezia
Sostenibilità e regolamentazione
29 OTTOBRE 2010

I vantaggi energetici e ambientali

Vantaggi ambientali

Abbattimento delle emissioni (CO₂, NO_x, Pm10):

- ▶ In loco: **zero** emissioni
- ▶ Globali:
 - 👍 Abbattimento **60-70%** se con alimentazione da rete
 - 👍 **zero** emissioni se con alimentazione da impianto fotovoltaico

Vantaggi energetici

- ⊗ Riduzione del 50% delle TEP consumate
- ⊗ Utilizzo di energia rinnovabile
- ⊗ Riduzione della dipendenza da importazioni estere



Convegno

Energie rinnovabili per la climatizzazione:
Geoscambio in provincia di Venezia
Sostenibilità e regolamentazione
29 OTTOBRE 2010

I vantaggi energetici

Impianti geotermici = energia rinnovabile

(Direttiva 2009/28/CE Unione Europea)

$$E_{RES} = Q_{usable} \cdot \left(1 - \frac{1}{SPF} \right)$$

$$SPF > 1,15 \cdot \frac{1}{\eta}$$

Legenda:

E_{res} : Energia da fonti rinnovabili

Q_{usable} : Calore totale prodotto dalla pompa di calore

SPF: Seasonal Performance Factor della pompa di calore

η : Rapporto tra la produzione lorda di elettricità e il consumo di energia primaria

Convegno

Energie rinnovabili per la climatizzazione:
Geoscambio in provincia di Venezia
Sostenibilità e regolamentazione
29 OTTOBRE 2010

I vantaggi ambientali

Abbattimento delle emissioni

Emissioni CO₂ parco elettrico italiano (ENEA, 2006): 550 g CO₂ /kWh

Seasonal Performance Factor delle pompe di calore geotermiche: ca. 4



Vengono prodotti 4 kWh termici per ogni kWh elettrico consumato.



Risparmio in termini di emissioni rispetto ad un sistema caldaia + condizionatore: **oltre il 60%**

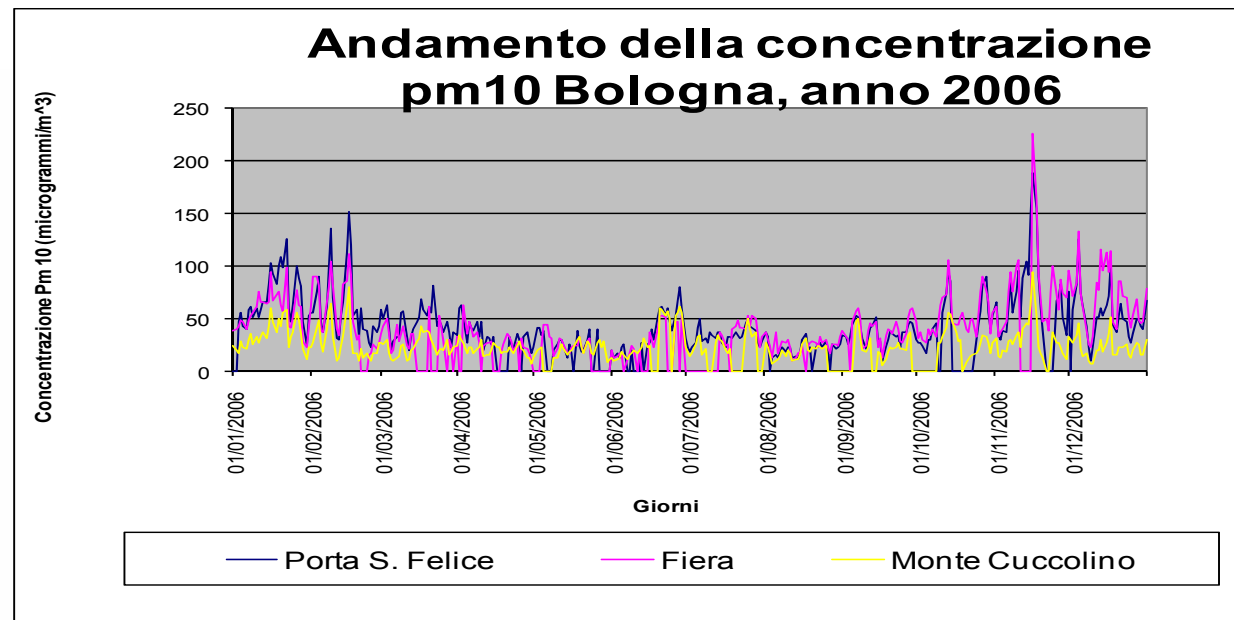


Convegno

Energie rinnovabili per la climatizzazione:
Geoscambio in provincia di Venezia
Sostenibilità e regolamentazione
29 OTTOBRE 2010

I vantaggi ambientali

L'inquinamento non è solo CO₂



Emissioni pm10 e pm2,5 in area urbana pdc geotermica: **0**

Convegno

**Energie rinnovabili per la climatizzazione:
Geoscambio in provincia di Venezia
Sostenibilità e regolamentazione
29 OTTOBRE 2010**

Vantaggi pratici e di sicurezza

- ☀ Nessun rischio di perdite di monossido di carbonio o di fuoriuscita di gas
- ☀ Nessuna perdita di spazio per locali dedicati (per grandi impianti a causa del rumore può essere opportuno prevedere il vano pompa di calore)
- ☀ Manutenzione praticamente nulla essendo rari gli interventi sulla pompa di calore
- ☀ Impianto duraturo (garanzia almeno ventennale)



Convegno

**Energie rinnovabili per la climatizzazione:
Geoscambio in provincia di Venezia
Sostenibilità e regolamentazione
29 OTTOBRE 2010**

Incentivazione all'utilizzo di sistemi geotermici

L'analisi di tutti i motivi sopra citati porta a concludere che gli impianti a pompa di calore geotermica possono essere di aiuto al raggiungimento degli obiettivi del 20-20-20 dell'Unione Europea. Per tale motivo devono essere previste forme di incentivazione mirate.





Convegno

**Energie rinnovabili per la climatizzazione:
Geoscambio in provincia di Venezia
Sostenibilità e regolamentazione**
29 OTTOBRE 2010

Gli impianti geotermici: forme di incentivazione



Convegno

Energie rinnovabili per la climatizzazione:
Geoscambio in provincia di Venezia
Sostenibilità e regolamentazione
29 OTTOBRE 2010

Sistemi di incentivazione esistenti

Delibera 348/2007 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas: "Condizioni economiche per l'erogazione del servizio di connessione"

Tariffa elettrica incentivante per pompe di calore: 0,14
€/kWh_e

Legge 24 dicembre 2007, n. 244 (legge finanziaria 2008):
"Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato"

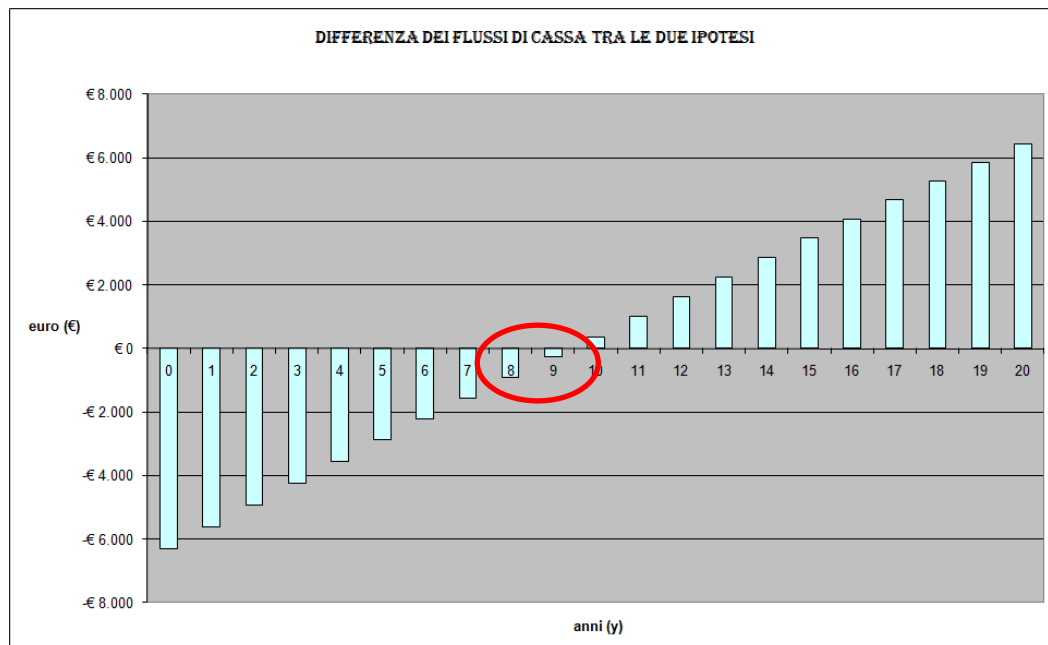
Detrazione fiscale del 55% applicabile alla sostituzione di
impianti esistenti con impianti geotermici a bassa entalpia

Convegno

Energie rinnovabili per la climatizzazione:
Geoscambio in provincia di Venezia
Sostenibilità e regolamentazione
29 OTTOBRE 2010

Sistemi di incentivazione esistenti

Il cash flow con la tariffa incentivante per pdc



Es 1 - PdC versus Caldaia a cond.+split+ solare

- Cash-flow differenziale
- Pay-back: 8-9 anni
- VAN = 6000 €
- TIR = 8%

Convegno

**Energie rinnovabili per la climatizzazione:
Geoscambio in provincia di Venezia
Sostenibilità e regolamentazione
29 OTTOBRE 2010**

Sistemi di incentivazione da mettere in atto

Essendo l'80% del mercato delle pompe di calore geotermiche composto da nuove installazioni (a causa della difficoltà ad adattare gli esistenti sistemi di distribuzione interna e della mancanza di spazio per l'installazione dei geoscambiatori in molti contesti), è necessaria una forma di incentivazione che abbatta il costo iniziale dei nuovi impianti.

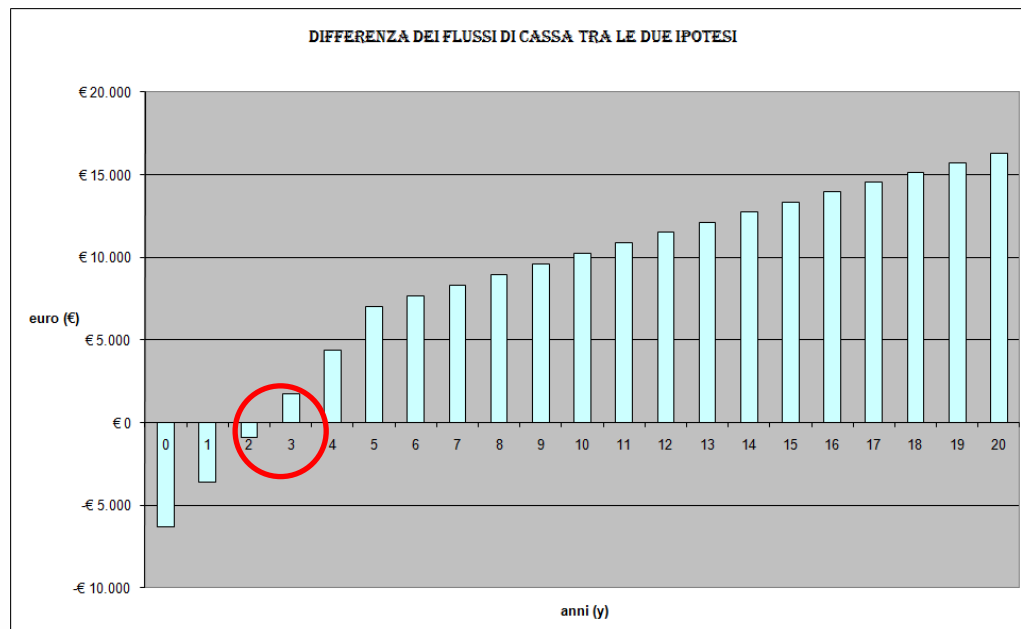


Convegno

Energie rinnovabili per la climatizzazione:
Geoscambio in provincia di Venezia
Sostenibilità e regolamentazione
29 OTTOBRE 2010

Sistemi di incentivazione possibili

Il cash flow con lo sgravio fiscale applicato su nuovi impianti



Es 1 - PdC versus Caldaia a cond.+split+ solare

- Cash-flow differenziale
- Pay-back: 2-3 anni
- VAN = 16000 €
- TIR = 37%



Convegno

**Energie rinnovabili per la climatizzazione:
Geoscambio in provincia di Venezia
Sostenibilità e regolamentazione**
29 OTTOBRE 2010

Problematiche ambientali: il caso del glicole



Convegno

Energie rinnovabili per la climatizzazione:
Geoscambio in provincia di Venezia
Sostenibilità e regolamentazione
29 OTTOBRE 2010

Il caso del glicole

Vantaggi dell'utilizzo del glicole nelle sonde

- ➡ Aumento dei margini di temperatura nel circuito sonde, possibilità di raggiungere e superare gli 0°C.
- ➡ Maggiore sicurezza sull'affidabilità e sulla resa sul breve e sul lungo periodo dell'impianto geotermico.

Svantaggi e problematiche ambientali

- @ Diminuzione delle portate del circuito, variazione di potenza per m lineare e di consumi
Possibile inquinamento:
- @ delle falde freatiche superficiali in caso di rottura dei collegamenti orizzontali
- @ delle falde artesiane profonde in caso di rottura delle sonde e di non adeguata cementazione



Casi studio inverno 2010

Caso studio 1: villa in legno. PDC per riscaldamento e raffrescamento

Situazione attuale, sistema con glicole

- ➡ 2 sonde 80 m. Potenza: 7 kW
- ➡ Sistema glicolato (20%)
- ➡ Minima temperatura esterna: -15°C
- ➡ Minima temperatura di ingresso alle sonde in inverno: $8,5^{\circ}\text{C}$
- ➡ Minima temperatura di uscita dalle sonde in inverno: 10°C

Situazione plausibile in caso di rimozione di glicole

- ⊗ Aumento della portata (50%) e conseguente diminuzione di spese elettriche di circolazione
- ⊗ Temperature sugli scambiatori difficilmente sotto i 6°C
- ⊗ Caso studio di possibile funzionamento senza glicole



Casi studio inverno 2010

Caso studio 2: Edificio in muratura. PDC per risc., raffr. e ACS

Situazione attuale, sistema con glicole

- ➡ 2 sonde 80 m. Potenza: 8 kW
- ➡ Sistema glicolato (20%)
- ➡ Minima temperatura esterna: -15°C
- ➡ Minima temperatura di ingresso alle sonde in inverno: 6°C
- ➡ Minima temperatura di uscita dalle sonde in inverno: 9°C

Situazione plausibile in caso di rimozione di glicole

- Ⓜ Aumento della portata (50%) e conseguente diminuzione di spese elettriche di circolazione
- Ⓜ Temperature sugli scambiatori sicuramente sotto i 6°C
- Ⓜ Caso studio di impossibile funzionamento senza glicole
- Ⓜ Necessario aumento del numero delle sonde (da 2 a 3)



Casi studio inverno 2010

Caso studio 3: Edificio in muratura. PDC AD INVERTER per risc., raffr. e ACS

Situazione attuale, sistema con glicole

- 4 sonde 80 m. Potenza: 16 kW
- Sistema glicolato (20%)
- Minima temperatura esterna: -15°C
- Minima temperatura di ingresso alle sonde in inverno: 7°C
- Minima temperatura di uscita dalle sonde in inverno: 10°C

Situazione plausibile in caso di rimozione di glicole

- ⊗ Aumento della portata (50%) e conseguente diminuzione di spese elettriche di circolazione
- ⊗ Temperature sugli scambiatori difficilmente sotto i 6°C
- ⊗ Caso studio di possibile funzionamento senza glicole



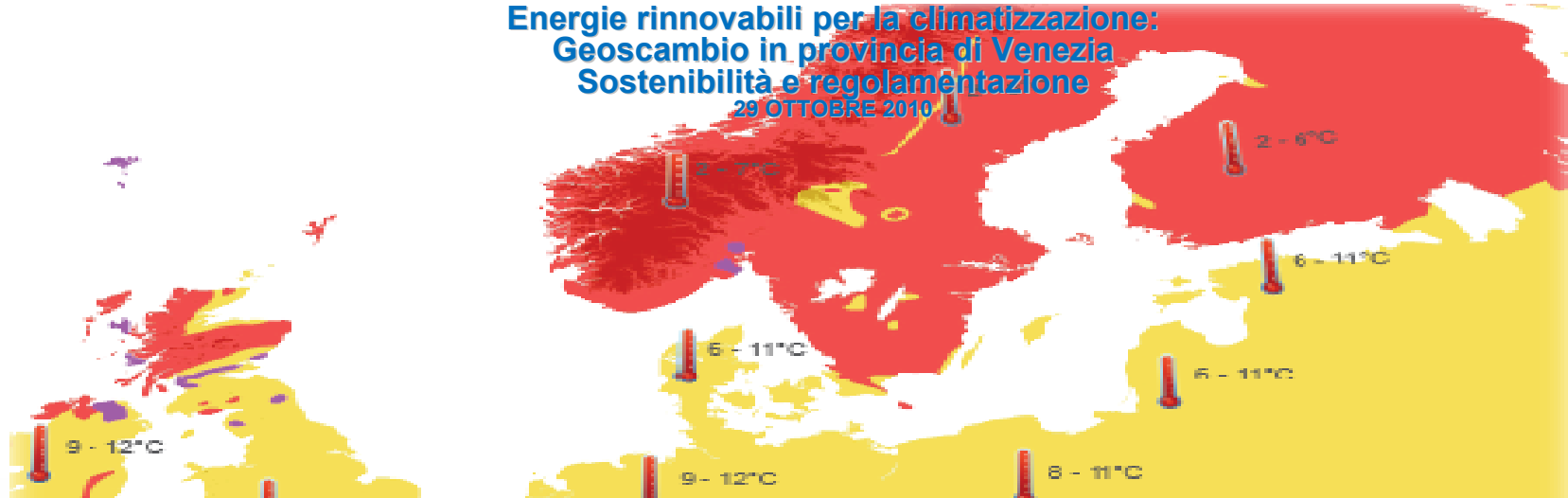
Il caso del glicole: considerazioni finali

- ⊗ Può risultare pericolosa l'assenza di glicole, in particolare per i fasci tubieri degli scambiatori della pompa di calore: nel processo di raffreddamento di fluidi a temperature intorno a 6°C, si genera una patina di ghiaccio dannosa per il funzionamento della pompa di calore
- ⊗ La totale assenza di glicole, per impianti geotermici che debbano sopperire al fabbisogno di acqua calda sanitaria, comporta necessariamente un aumento dei metri lineari di sonda di una cifra intorno al 50%, senza fornire adeguate sicurezze sul corretto funzionamento a lungo termine dell'impianto
- ⊗ Laddove non ci siano necessità di acqua calda sanitaria, o si utilizzino pompe di calore ad inverter, il sistema geotermico è meno stressato e si può pensare di diminuire la percentuale di glicole nel circuito (da 20% a 5-10%) con una conseguente diminuzione dei consumi di elettricità delle pompe di circolazione.

Convegno

**Energie rinnovabili per la climatizzazione:
Geoscambio in provincia di Venezia
Sostenibilità e regolamentazione**

29 OTTOBRE 2010



Grazie per l'attenzione

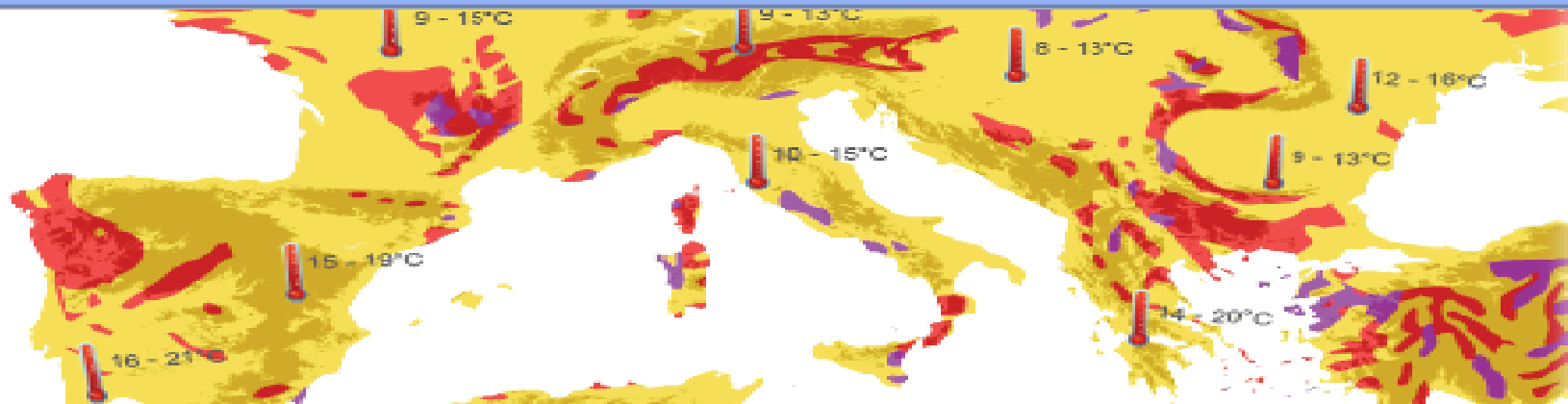


Immagine tratta dal sito
www.geotrainer.eu

Sedimentary rocks

Extrusive volcanic rocks

Intrusive volcanic rocks

Altitude above 800 m

Ground average temperature

Monitoraggio online
su www.brt.it