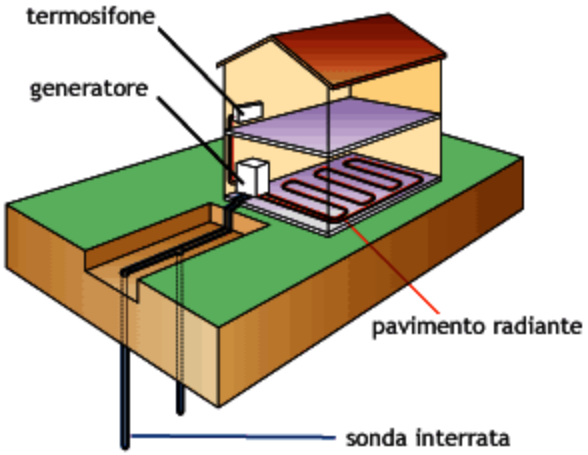
GEOTERMIA VERONESE

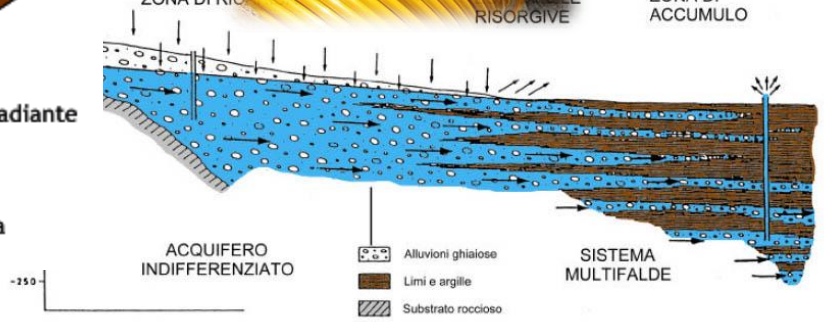
Giornata formativa:

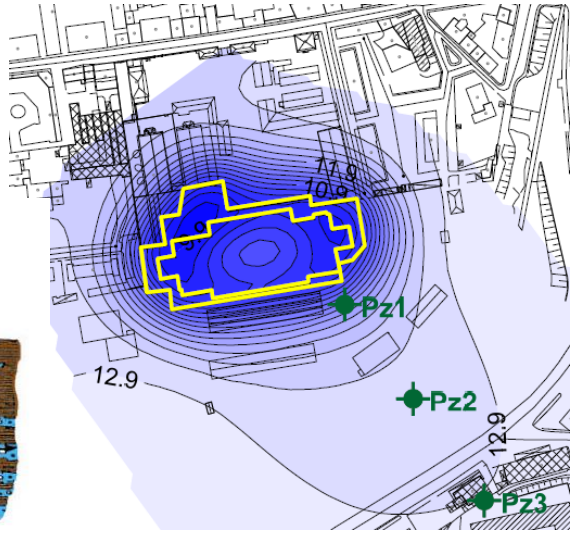
PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI DI CONDIZIONAMENTO CLIMATICO CON SONDE GEOTERMICHE A CIRCUITO CHIUSO

Auditorium Villa Albertini di Arbizzano Negrar (VR) – 14 marzo 2014

Comune di Negrar







Le indagini geologiche e i criteri di progettazione dell'impianto di geoscambio. La modellazione stratigrafica e termica del sottosuolo connessa con i sistemi di monitoraggio. Alcuni casi studio

Ordine dei Geologi Regione del Veneto

ORDINE DEGLI INGEGNERI DI VERONA E PROVINCIA

GeoSistemi Geological Partner

provincia verona

weishaupt

COLLEGIO GEOMETRI e GEOMETRI LAUREATI della Provincia di Verona

RELATORE: Dr. Geol. RIMSKY VALVASSORI

LA GEOTERMIA "A BASSA ENTALPIA"

La geotermia a "bassa entalpia" è quella che sfrutta il sottosuolo (a debole profondità) come serbatoio termico dal quale estrarre calore durante la stagione invernale ed al quale cederne durante la stagione estiva.

La geotermia a bassa entalpia, è quella "geotermia" con la quale qualsiasi edificio, in qualsiasi luogo della terra, può riscaldarsi e raffrescarsi, invece di usare la classica caldaia d'inverno ed il gruppo frigo d'estate

MA COME FUNZIONA ?

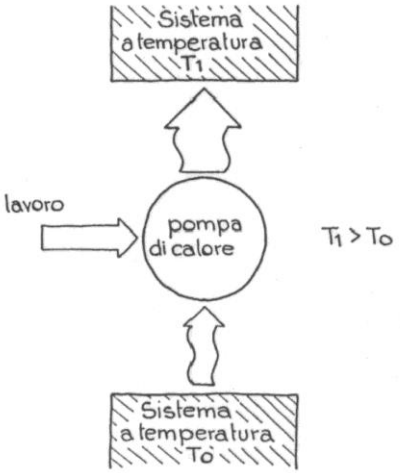
Come faccio ad utilizzare il (modesto) calore del sottosuolo per scaldare la casa e per farmi la doccia?

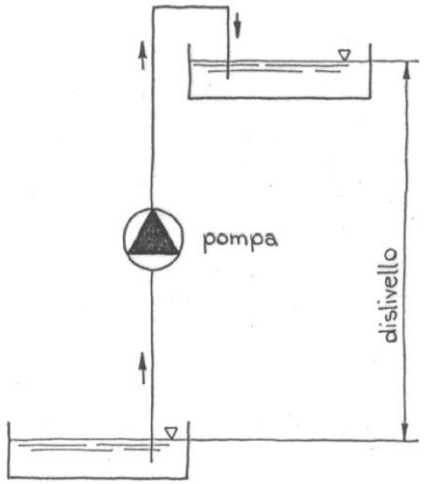
POMPE DI CALORE

CHE COSA SONO?

Sono delle "macchine" in grado di trasferire calore da un corpo a temperatura più bassa ad un corpo a temperatura più alta, utilizzando energia elettrica. Può risultare utile l'analogia idraulica della pompa che consente di estrarre l'acqua da un pozzo profondo e portarla in superficie , utilizzando l'energia elettrica…..

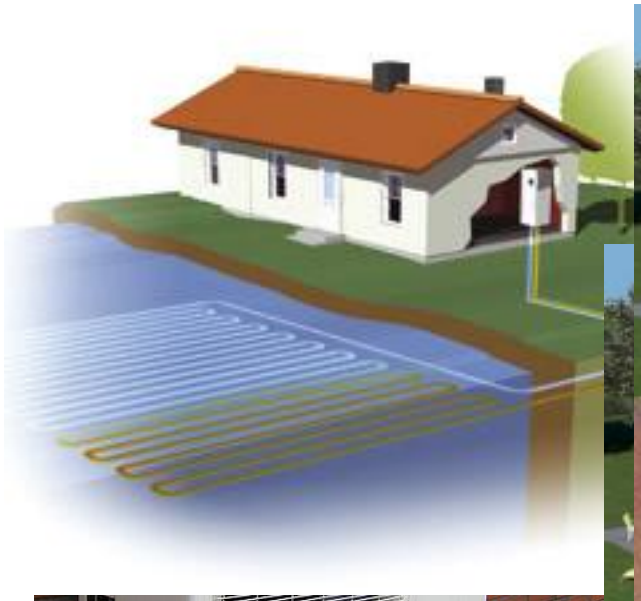
Lo stesso si può fare con il calore….





POMPE DI CALORE

QUALI SONO LE SORGENTI DI CALORE ?



TERRENO

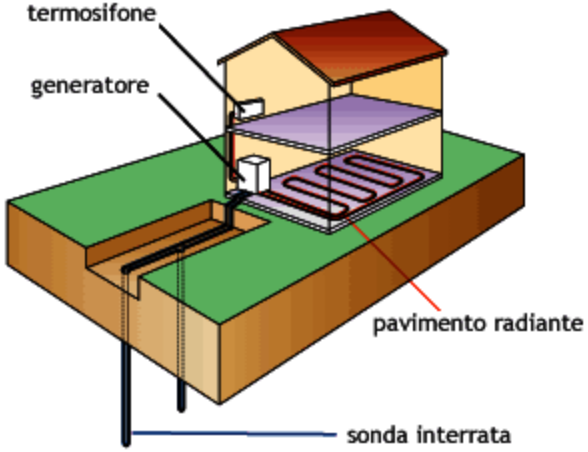
ACQUA (di falda e superficiale) e TERRENO SONO CONSIDERATE FONTI GEOTERMICHE A BASSA ENTALPIA

SISTEMI GEOTERMICI A BASSA ENTALPIA

PRINCIPALI SISTEMI DI GEOSCAMBIO A CIRCUITO CHIUSO

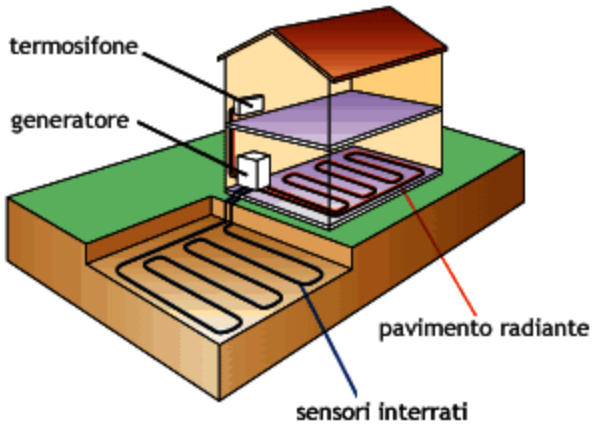
SONDE VERTICALI

Richiesta di poco spazio
Massimo prelievo/immissione di calore nel terreno



COLLETTORI ORIZZONTALI

Richiesta di ampio spazio
Influenza della variabilità stagionale



PALI ENERGETICI

Ipotizzabile con fondazioni profonde
Progettazione termica e strutturale integrata

SONDE GEOTERMICHE VERTICALI

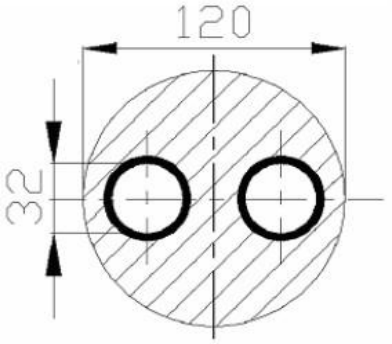
DEFINIZIONE "STANDARD":

Una sonda geotermica verticale consiste di un circuito chiuso, composto da uno o più tubi ad U, del diametro variabile tra 32 e 40 mm. Tale circuito, in polietilene o polietilene reticolato, viene inserito nel terreno a seguito di una perforazione, riempita di malta bentonitica, di profondità variabile a seconda dei criteri progettuali. All'interno della sonda scorre il fluido termovettore, che si riscalda o si raffredda a seconda dell'utilizzo del sistema.

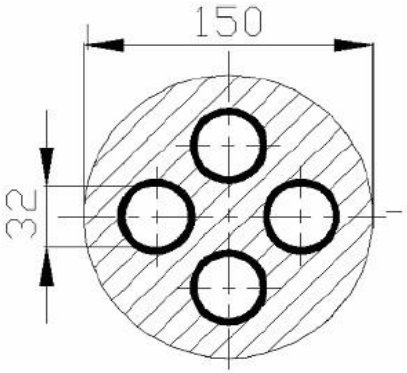
SONDE GEOTERMICHE VERTICALI

Principali tipologie di SONDE GEOTERMICHE

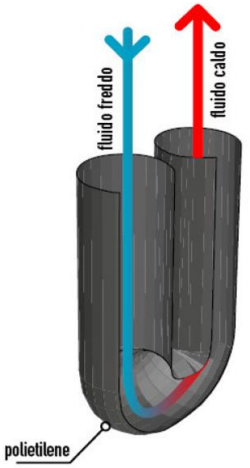
SINGOLA o DOPPIA "U" IN HDPE

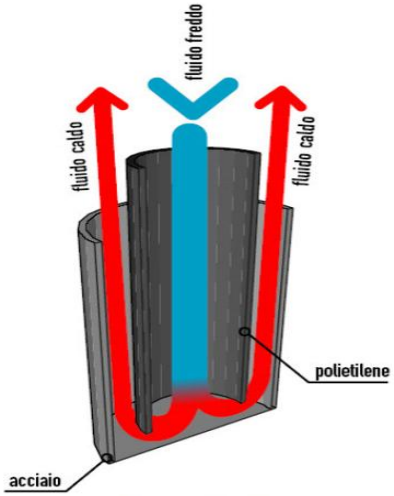


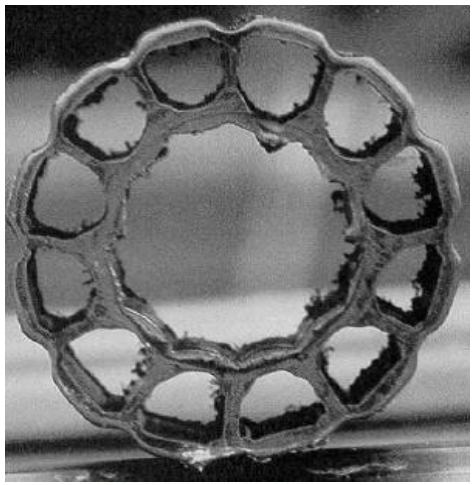
a) - SGV a un tubo ad U (simple U-tube)

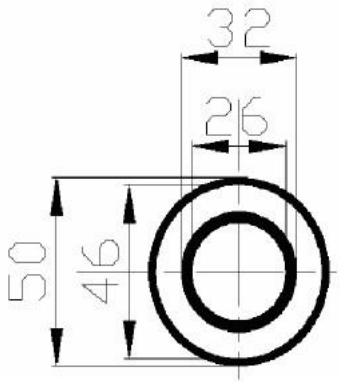


b) - SGV a due tubi ad U (double U-tube)





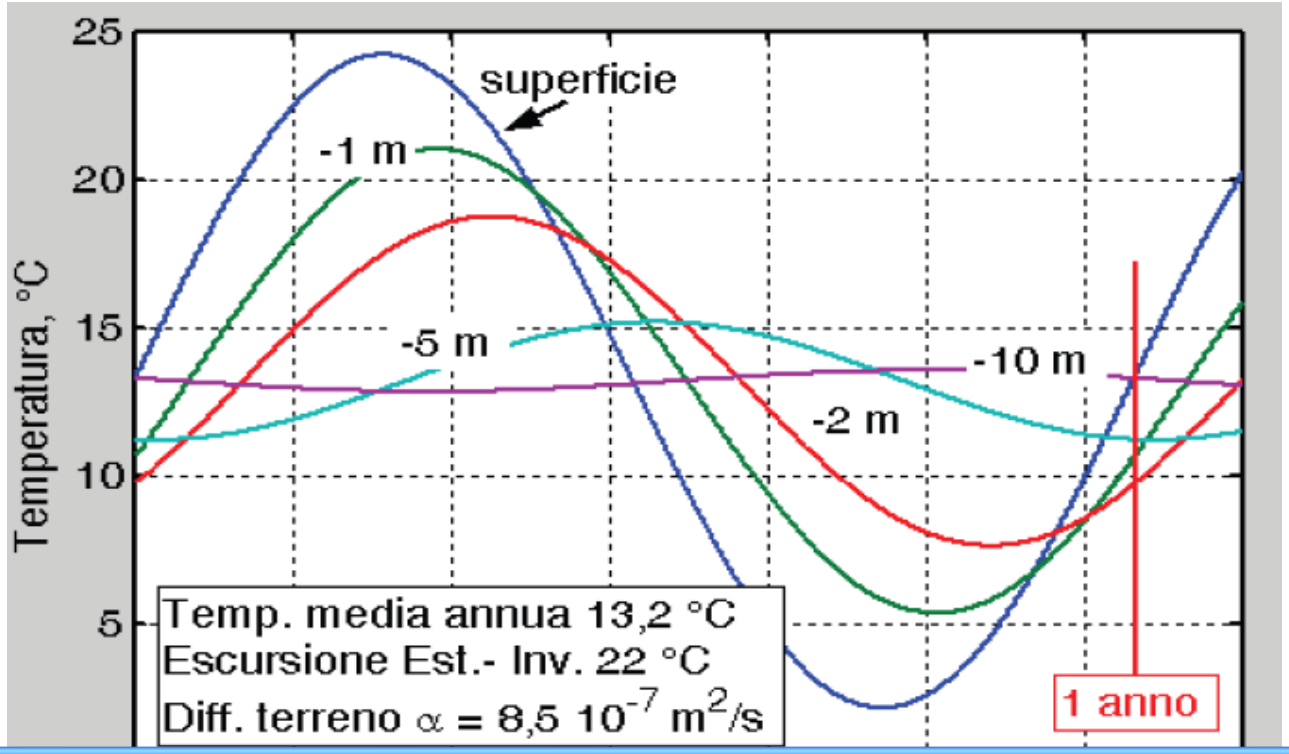




c) - SGV a tubi coassiali

COASSIALI IN HDPE, IN ACCIAIO INOX o ZINCATO

PERCHE' IL TERRENO COME SORGENTE DI CALORE ?



Perché la temperatura nel sottosuolo, fino a circa 100-150 m di profondità è praticamente costante durante tutto l'anno e non risente delle variazioni diurne

IL RUOLO DEL SOTTOSUOLO NELLO SCAMBIO TERMICO

La fase geognostica preliminare risulta di fondamentale importanza per la corretta scelta e dimensionamento di un sistema di scambio termico con il sottosuolo.

In particolare appaiono necessari soprattutto:

- ***la definizione della stratigrafia del sottosuolo, da cui derivano le proprietà termiche del terreno***
- ***la valutazione della presenza della acqua, in termini assoluti ed in relazione ai movimenti della stessa nel terreno.***

Lo studio geologico, o più correttamente la prospezione geologica, deve essere esteso alla parte di sottosuolo interessata, direttamente o indirettamente, dalla realizzazione dell'opera o che influenza il comportamento dell'opera stessa

(concetto di volume significativo)

IL RUOLO DEL SOTTOSUOLO NELLO SCAMBIO TERMICO

INOLTRE, Dal punto di vista economico, la percentuale di costo maggiore di un impianto di scambio termico con il terreno, ad es. a circuito chiuso verticale, è costituito dalle sonde, ovvero dalle perforazioni.

Questo è vero anche nei sistemi geotermici a circuito aperto, dove il pozzo di prelievo e soprattutto il pozzo di reimmissione, costituiscono le incognite tecniche e gli impegni economici maggiori.

Appare quindi evidente e banale come una corretta e proporzionata fase geognostica sia opportuna e necessaria per la corretta progettazione di un impianto di scambio termico.

IL RUOLO DEL SOTTOSUOLO NELLO SCAMBIO TERMICO

Sottosuolo	Conducibilità termica (W/m K)	Potenza d'estrazione (W/m)
Sottosuolo di cattiva qualità (rocce mobili secche)	meno di 1,5	20
Rocce indurite o rocce mobili sature d'acqua	1,5 a 3,0	50
Rocce indurite a conducibilità termica elevata	superiore a 3,0	70
Ghiaia, sabbia, secco	0,4	meno di 20
Ghiaia, sabbia, acquifero	1,8 a 2,4	55 a 65
Argilla, limo, umido	1,7	30 a 40
Calcare, massiccio	2,8	45 a 60
Arenaria	2,3	55 a 65
Granito	3,4	55 a 70
Basalto	1,7	35 a 55
Gneiss	2,9	60 a 70

GEOGNOSTICA E DIMENSIONAMENTO DELLE SONDE GEOTERMICHE

In generale è possibile osservare come la conducibilità termica di un terreno dipenda da:

- *Composizione mineralogica della roccia costituente il terreno*

In generale la conducibilità delle rocce è superiore a quella dei terreni alluvionali.

- *Porosità del terreno o della roccia*

La conducibilità termica di un terreno a grana grossa è minore di quella di un terreno a grana fine, a parità di contenuto di umidità.

GEOGNOSTICA E DIMENSIONAMENTO DELLE SONDE GEOTERMICHE

- ***Grado di umidità del sistema multifase***

La proprietà più importante però, è senza dubbio l'umidità del terreno, non solo per l'influenza sulla densità, ma soprattutto perché la conducibilità dell'acqua è circa venti volte superiore a quella dell'aria di cui prende il posto. Il compattamento del terreno, riducendo i vuoti tra i grani, ha quindi un effetto benefico sulla resistività

- ***Presenza di acqua in movimento e quindi permeabilità del sottosuolo***

I moti di filtrazione nel sottosuolo possono incrementare in maniera sostanziale le capacità di scambio termico del sistema, maggiore a parità di condizioni in terreni ad elevata permeabilità e minore in terreni impermeabili.

IMPORTANTE: c'è un evidente effetto di "diluizione" della perturbazione termica, in termini qualitativi e quantativi

MEZZI DI PROSPEZIONE GEOGNOSTICA

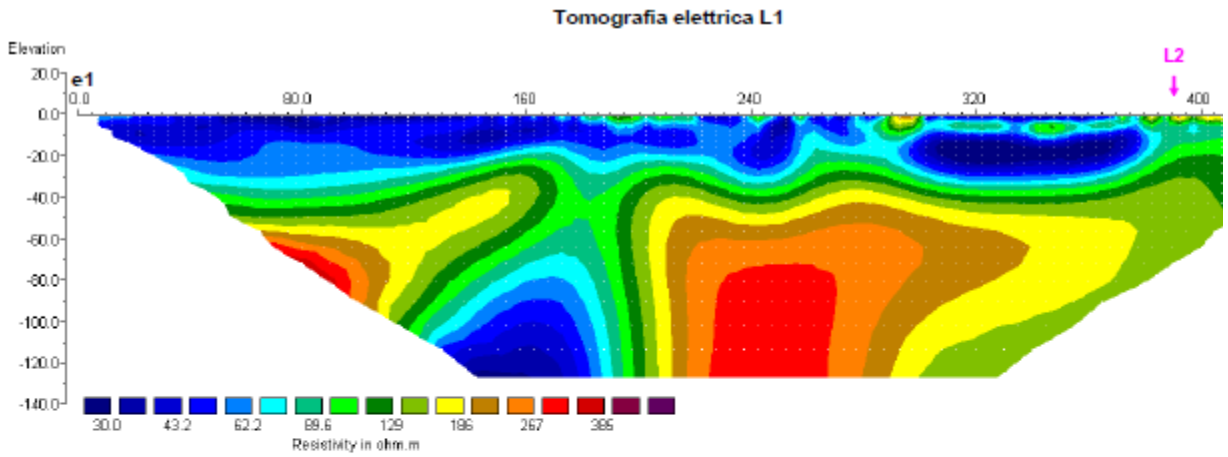
I principali metodi di investigazione del sottosuolo

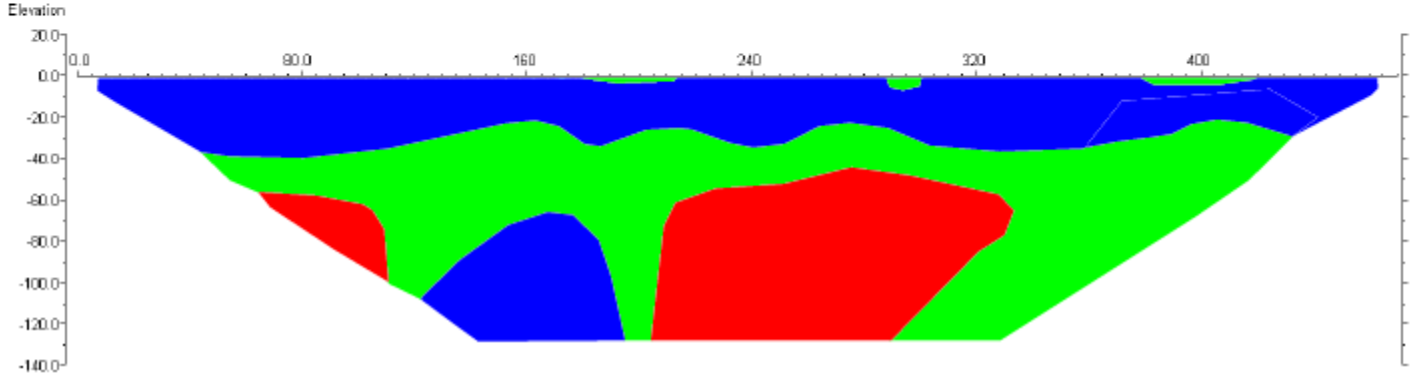
definire il modello geologico per le finalità del geo

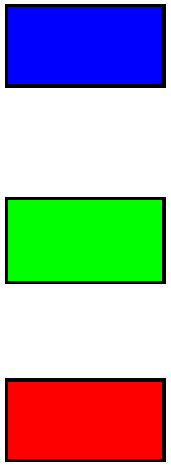
- ***Rilevamento geologico e geomorfologico***
- ***Sondaggi meccanici***
- ***Prove Penetrometriche***

MEZZI DI PROSPEZIONE GEOGNOSTICA

❑ METODI GEOFISICI - *Tomografia elettrica*







LEGENDA

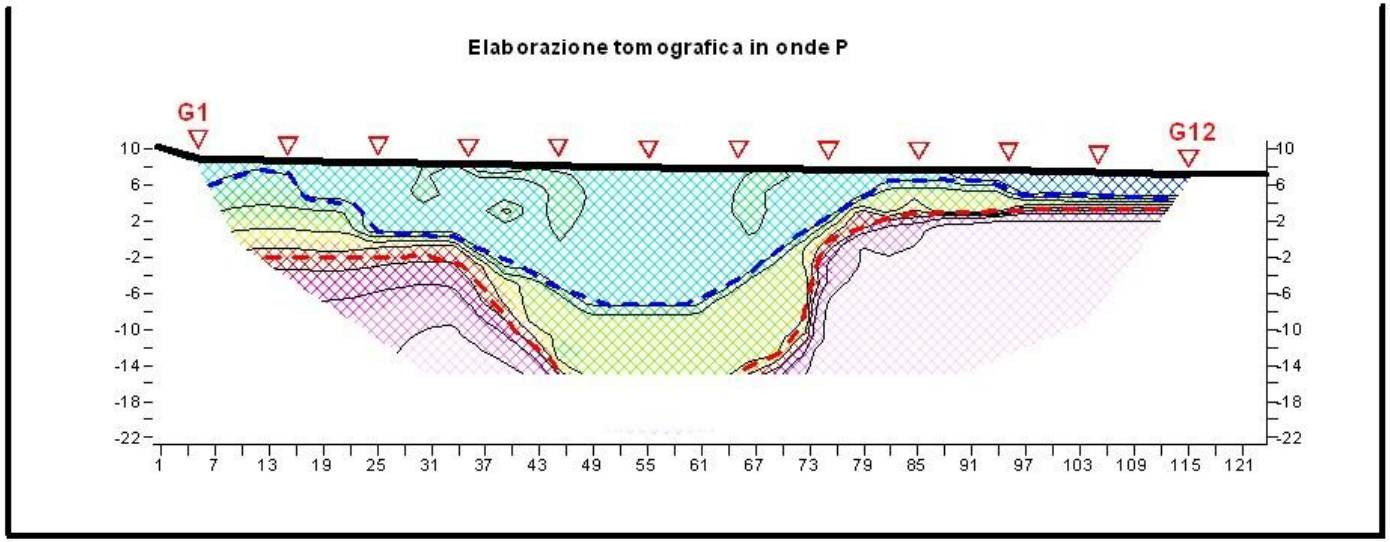
Unità geoelettrica A: conduttiva associabile al probabile materiale coesivo limoso e argilloso o con prevalente matrice limosa

Unità geoelettrica B: mediamente resistiva associabile alla probabile presenza di sabbie e ghiaie con matrice limosa e sabbiosa

Unità geoelettrica C: resistiva associabile alla probabile presenza di ghiaie e sabbie

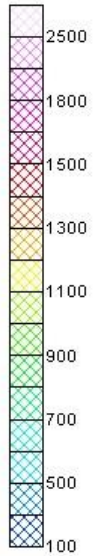
MEZZI DI PROSPEZIONE GEOGNOSTICA

❑ METODI GEOFISICI - *Sismica a rifrazione*



Quote in metri

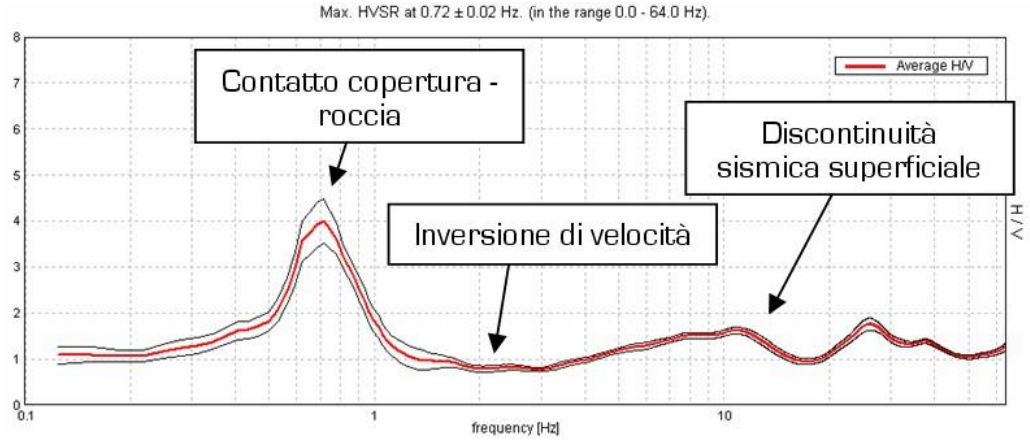
Velocità sismiche misurate



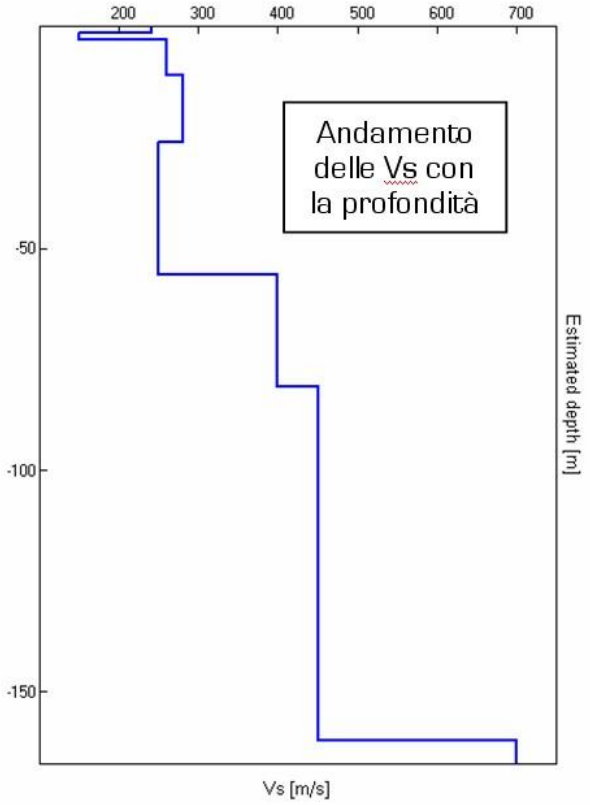
Scala delle velocità sismiche ONDE P in m/s

MEZZI DI PROSPEZIONE GEOGNOSTICA

❑ METODI GEOFISICI - *Metodi sismici passivi HVSR*



Rapporto spettrale H/V misurato. In rosso è indicato l'HV medio mentre in nero l'intervallo di confidenza al 95%.



Spessore [m]	Profondità [m]	Velocità onde Vs [m/s]	Correlazione stratigrafica
1,4	0,0 – 1,4	240	Alternanze di sismostrati più o meno veloci
1,7	1,4 – 3,1	150	
23	3,1 – ≈26	260 – 280	
30	≈26 – ≈56	250	
105	≈56 – ≈160	400 – 450	Copertura rigida
Semispazio	≈160 –	700	Roccia

Tabella 2

SOSTENIBILITA' AMBIENTALE DEL GEOSCAMBIO ED ANALISI DEL RISCHIO

È necessario puntualizzare come esistano comunque rischi ambientali connessi non con l'esercizio del sistema di geoscambio ma con la sua realizzazione, ovvero con l'installazione delle sonde geotermiche. In particolare:

- ***potenziale inquinamento delle falde da parte di additivi di perforazione non compatibili con la qualità degli acquiferi***
- ***penetrazione di strati impermeabili e conseguente eventuale messa in comunicazione di acquiferi separati di caratteristiche qualitative differenti***
- ***eccessiva risalita di falde artesiane, tali da non consentire l'immediata ricostruzione del livelli impermeabili di separazione delle falde stesse***
- ***modificazione temporanea dei caratteri quali/quantitativi attinenti ad emungimenti idrici adiacenti***

SOSTENIBILITA' AMBIENTALE DEL GEOSCAMBIO ED ANALISI DEL RISCHIO

Ma quali sono VERAMENTE i rischi ambientali del geoscambio?

Ovvero, quali sono le possibili interferenze (negative) sul sottosuolo degli impianti geotermici a circuito chiuso in esercizio, fermi restando gli innegabili vantaggi?

1. ***Modificazione della solubilità di alcuni minerali disciolti in falda***
2. ***Modificazione della popolazione batterica all'interno delle opere di presa***
3. ***Interferenza con opere e manufatti artificiali sotterranei***

Dal punto di vista dell'efficienza dell'impianto invece gli effetti di una scorretta progettazione/dimensionamento sono rappresentati soprattutto dalla possibilità di corto-circuitazione termica dell'impianto o della riduzione dell'efficienza nel tempo (creazione di un "pozzo termi

...e LASCIAMO PERDERE LA QUESTIONE DEL GLICOLE PROPILENICO.....

SOSTENIBILITA' AMBIENTALE DEL GEOSCAMBIO ED ANALISI DEL RISCHIO

Quali strumenti abbiamo a disposizione per valutare la sostenibilità ambientale dei sistemi di geoscambio a circuito chiuso?

(che vuole anche dire, come facciamo a essere sicuri di progettare un impianto che sia efficiente nel tempo?)

STRUMENTO: ANALISI DI RISCHIO

LA VALUTAZIONE DELL'IMPATTO TERMICO DEGLI IMPIANTI A CIRCUITO CHIUSO

CONCETTO IMPORTANTE:

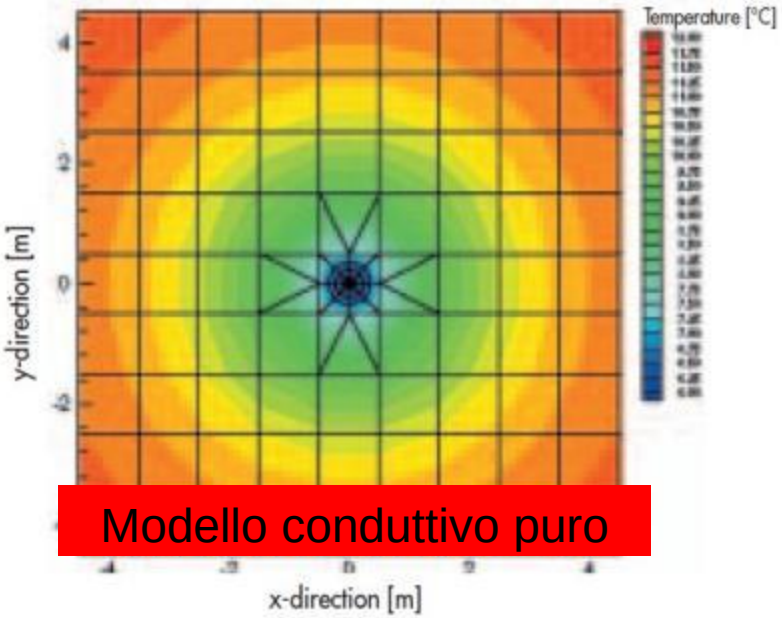
L'analisi dell'impatto termico del geoscambio sul sottosuolo e sulla falda è necessaria ed opportuna sia ai sensi di una corretta progettazione sia in termini di valutazione della sostenibilità ambientale dell'impianto stesso.

PROSPETTIVA PROGETTUALE ⟷ ***PROSPETTIVA AMBIENTALE***

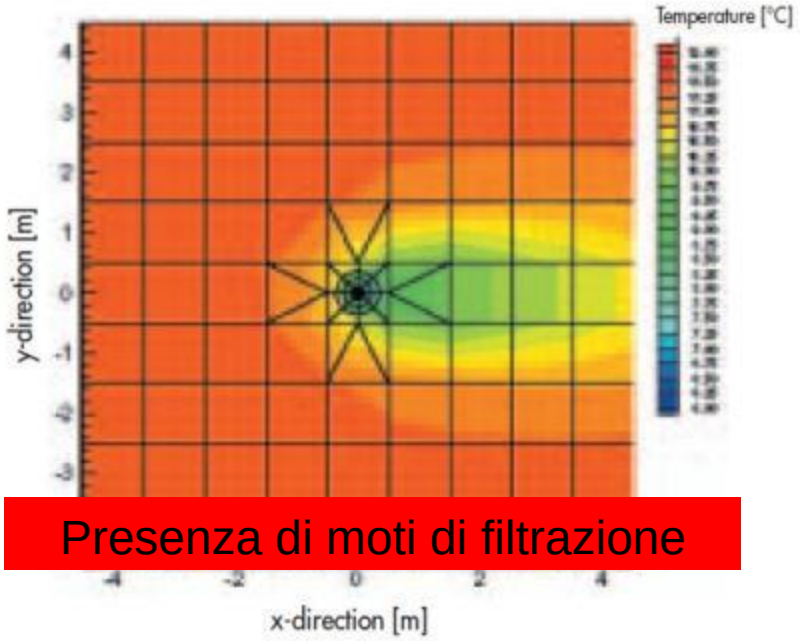
Appare opportuno puntualizzare che le questioni sono intimamente connesse, in quanto la corretta progettazione deve necessariamente giungere a garantire la sostenibilità e funzionalità nel tempo del geoscambio, oltre a preoccuparsi di non generare impatti ambientali non desiderati.

LA VALUTAZIONE DELL'IMPATTO TERMICO DEGLI IMPIANTI A CIRCUITO CHIUSO

Cosa succede quando la sonda geotermica scambia calore con il sottosuolo?



Modello conduttivo puro



Presenza di moti di filtrazione

In sostanza i moti di filtrazione nel sottosuolo possono incrementare in maniera sostanziale le capacità di scambio termico del sistema, maggiore a parità di condizioni in terreni ad elevata permeabilità e minore in terreni poco permeabili.

METODOLOGIE PER LA MODELLAZIONE DEL TRASPORTO DI CALORE IN FALDA

Per la modellazione del trasporto del calore in falda, ovvero per l'analisi quantitativa del comportamento delle sonde geotermiche in presenza di moti di filtrazione nel sottosuolo, è necessario combinare gli aspetti relativi alla simulazione del flusso idrogeologico e del flusso termico, in regime stazionario o transitorio.

In generale il trasporto di calore attraverso un mezzo poroso saturo (ad esempio un terreno sabbioso) avviene secondo i seguenti processi:

1. *Trasferimento attraverso il solido per conduzione*
2. *Trasferimento attraverso il liquido per conduzione*
3. *Trasferimento attraverso il liquido per convezione*

METODOLOGIE PER LA MODELLAZIONE DEL TRASPORTO DI CALORE IN FALDA

Al fine di simulare il comportamento di un sistema di geoscambio nel sottosuolo in presenza di falda, possono essere utilizzate principalmente due metodologie:

1. *Metodi "SEMPLIFICATI", ad esempio utilizzando la soluzione analitica della sorgente lineare infinita mobile (Carslaw, Jaeger 1959)*
2. *Metodi NUMERICI, ovvero metodi agli elementi finiti, differenze finite, etc… tramite codici di calcolo commerciali*

In ogni caso risulta necessario, come prima chiarito, la definizione del modello geologico ed idrogeologico di riferimento, oltre che la determinazione dei parametri di progetto relativi alle temperature del fluido termovettore.

METODOLOGIE PER LA MODELLAZIONE DEL TRASPORTO DI CALORE IN FALDA

Ma prima di tutto, quando effettivamente il flusso di falda incide in maniera significativa sullo scambio termico?

Tale verifica può essere effettuata tramite la determinazione del NUMERO DI PECLET, la cui espressione matematica è la seguente:

$$Pe = \frac{\rho c_p L V}{k} = RePr$$

Dove:

- ***ρ è la densità del fluido***
- ***Cp è il calore specifico***
- ***k è la conduttività termica media del suolo***
- ***V è la velocità di flusso della falda***
- ***L una lunghezza caratteristica***

In linea teorica, la convezione diventa significativa per valori di Pe maggiori di 1, ma in realtà la comparazione deve essere fatta una volta nota la scelta di L.

METODOLOGIE PER LA MODELLAZIONE DEL TRASPORTO DI CALORE IN FALDA

Metodi "SEMPLIFICATI" (rif: bozza di norma UNI-CTI)

Tali metodi forniscono una stima dell'estensione dell'anomalia termica in presenza di falda acquifera, ma scontano dell'assunzioni semplificative che ne relegano l'utilizzo a casi "semplici" dal punto di vista idrogeologico ed in relazione alle dimensioni del campo sonde.

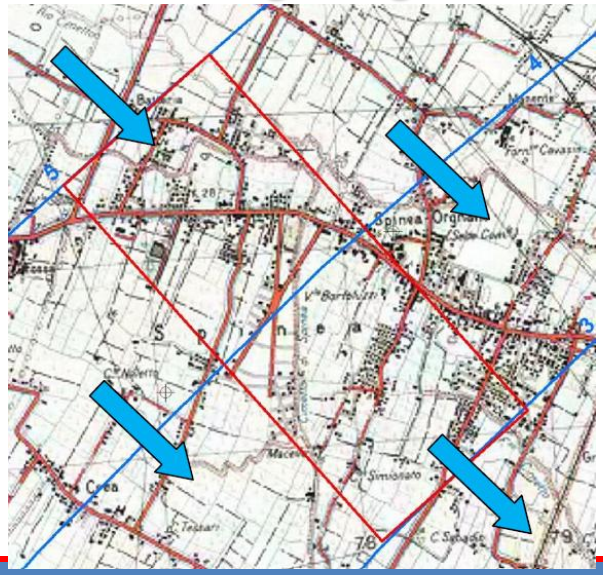
In particolare:

1. Il sistema terreno-fluido è omogeneo e non cambia con la T°
2. Lo scambiatore ha lunghezza infinita (approssimato alla sorgente lineare)
3. La T del sottosuolo è constante ed uniforme
4. Il flusso termico dallo scambiatore è costante nel tempo
5. L'analisi considera un solo scambiatore

METODOLOGIE PER LA MODELLAZIONE DEL TRASPORTO DI CALORE IN FALDA

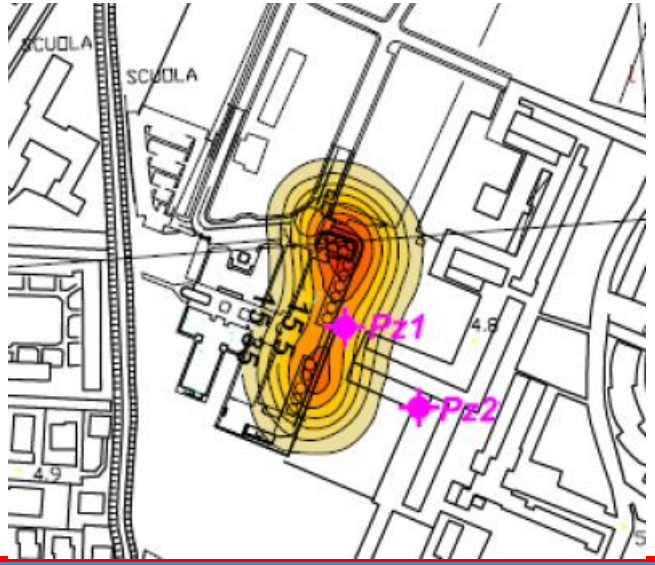
Metodo "NUMERICI"

In casi in cui il sottosuolo è disomogeneo ed il campo sonde ha un'estensione considerevole (ad esempio >30 sonde) risulta necessario utilizzare metodi numerici (FDM, FEM, etc) per modellizzare il trasporto del calore all'interno del sistema idrogeologico.



Dal modello idrogeologico

Al modello termico



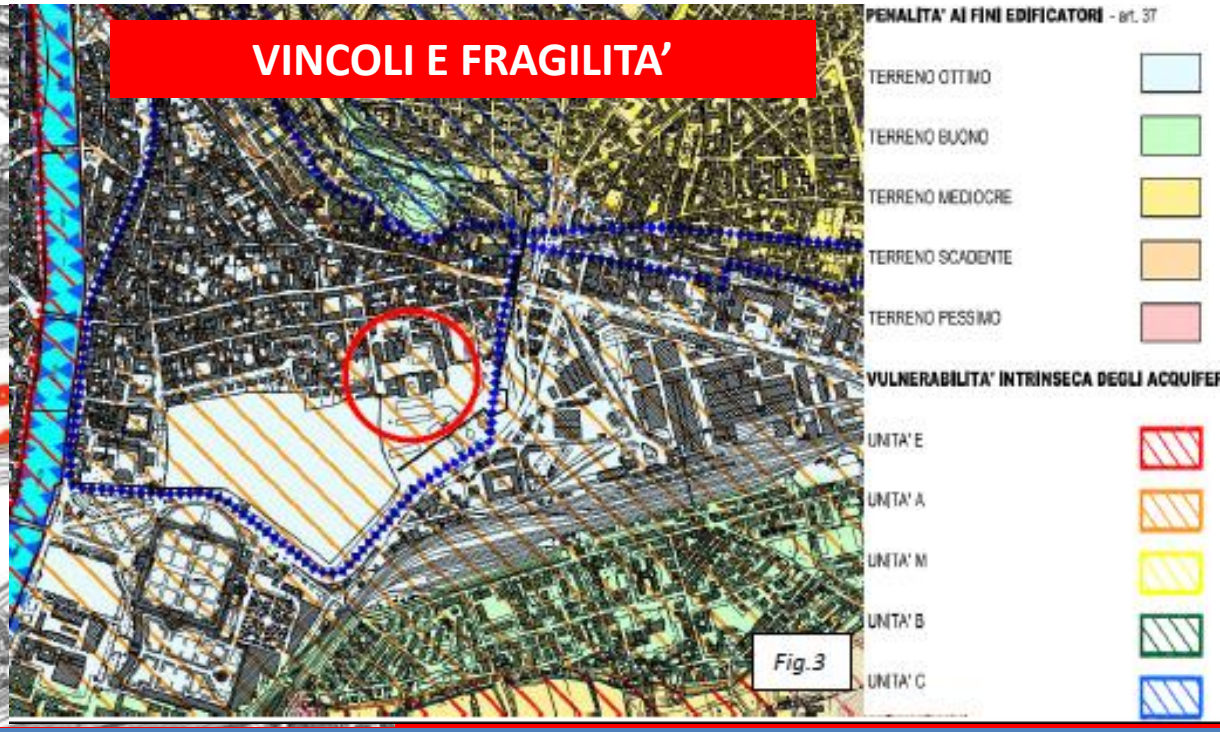
METODOLOGIE PER LA MODELLAZIONE DEL TRASPORTO DI CALORE IN FALDA

PROCEDURA PER LA MODELLAZIONE

1. Definizione del modello geologico-stratigrafico
2. Definizione del modello idrogeologico di dettaglio (profondità e spessori degli acquiferi, parametri idrodinamici, presenza di opere di captazione, etc…)
3. Discretizzazione tridimensionale degli acquiferi e soluzione del modello idrogeologico in regime stazionario o transitorio (in caso di presenza di pozzi in pompaggio)
4. Definizione dei parametri termici di input, in termini di carichi mensili o settimanali, e quindi definizione delle temperature del fluido termovettore
5. Modellazione tridimensionale del campo di sonde geotermiche

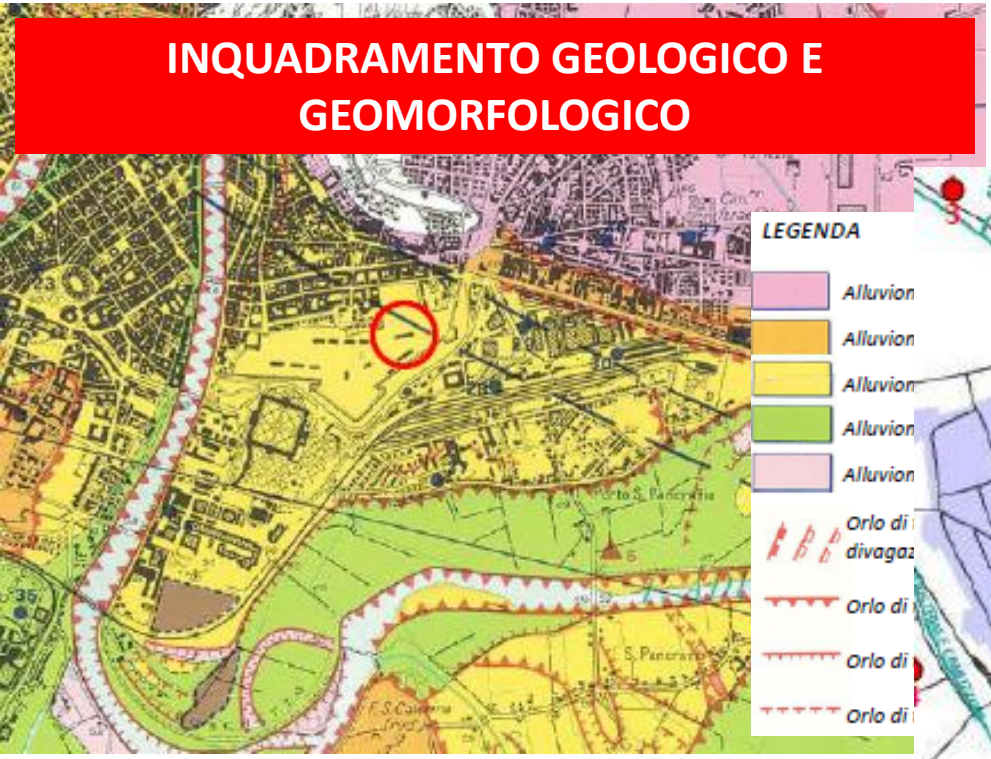
ESEMPIO PRATICO DI MODELLAZIONE DEL TRASPORTO DI CALORE IN FALDA

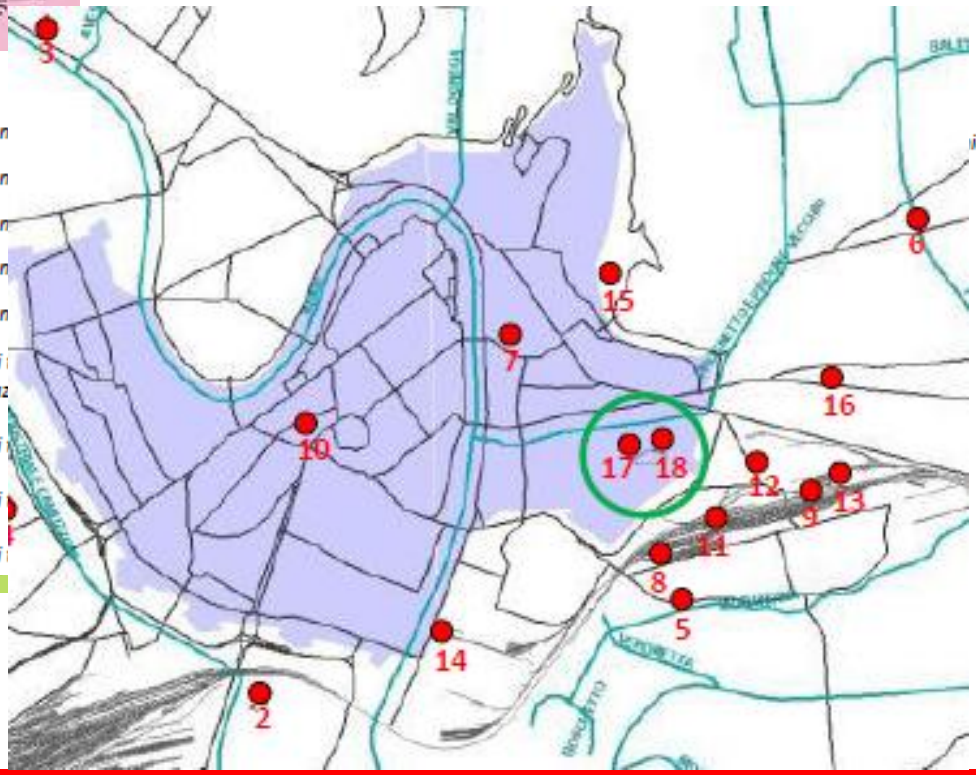
ESEMPIO PRATICO: modellazione idrogeologica e termica di un campo di sonde geotermiche in terreno stratificato, con presenza di falda ad elevata velocità di flusso.



ESEMPIO PRATICO DI MODELLAZIONE DEL TRASPORTO DI CALORE IN FALDA

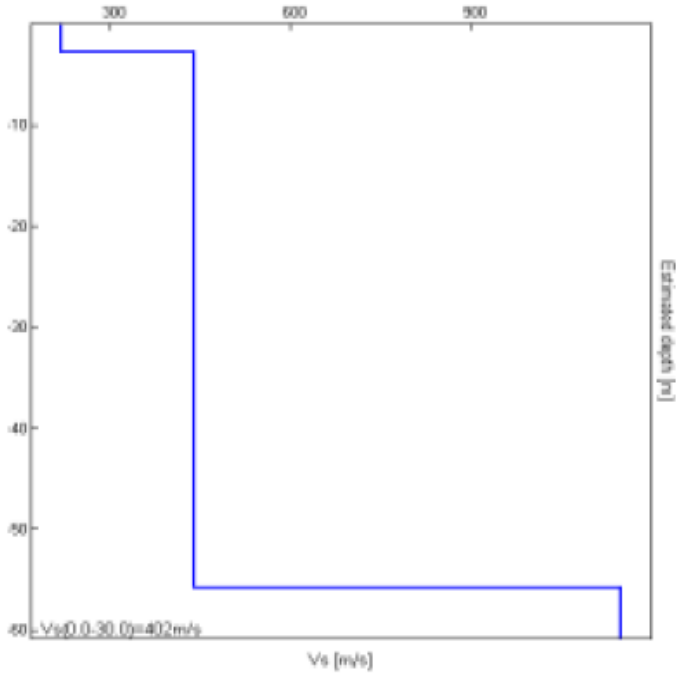
INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO



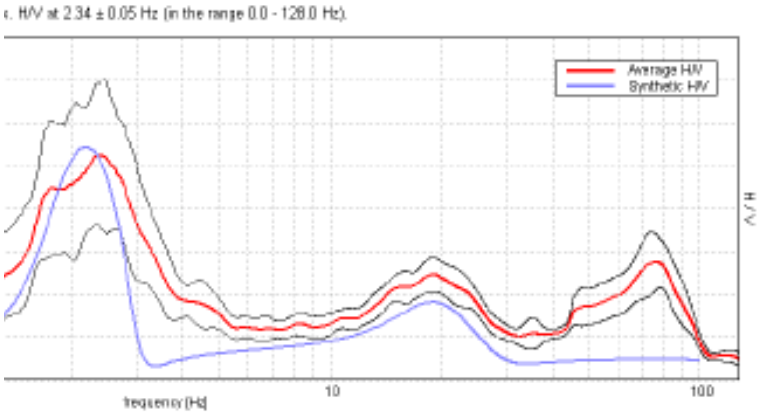


ESEMPIO PRATICO DI MODELLAZIONE DEL TRASPORTO DI CALORE IN FALDA

H.V.S.R.	Velocità onde di taglio [m/s]	Spessori [m]	Profondità [m]
I SISMOSTRATO	220	2.80	0,0 – 2,8
II SISMOSTRATO	440	53.00	2,8 – ≈ 55,8
III SISMOSTRATO	1150	inf.	≈ 55,8 – ....



MODELLO GEOLOGICO LOCALE

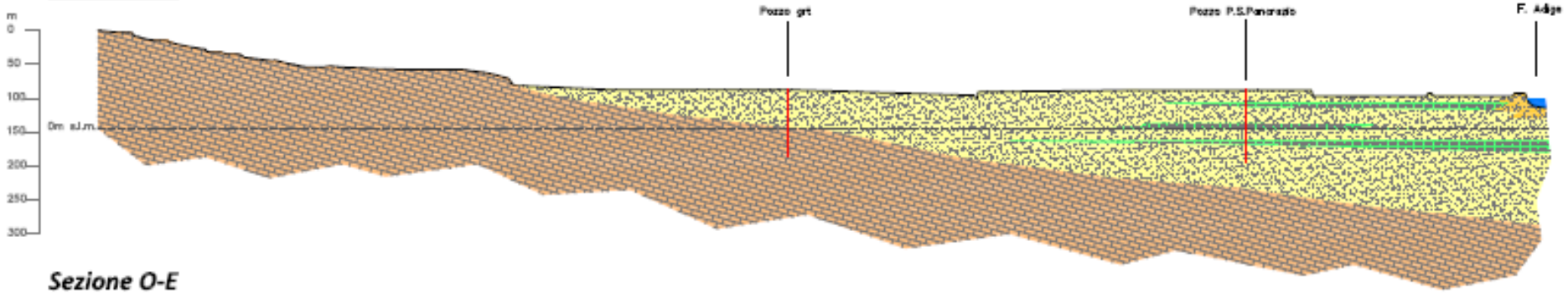


...senta l'andamento sismico registrato in campagna mentre ...urva sintetica generata dal codice di calcolo.

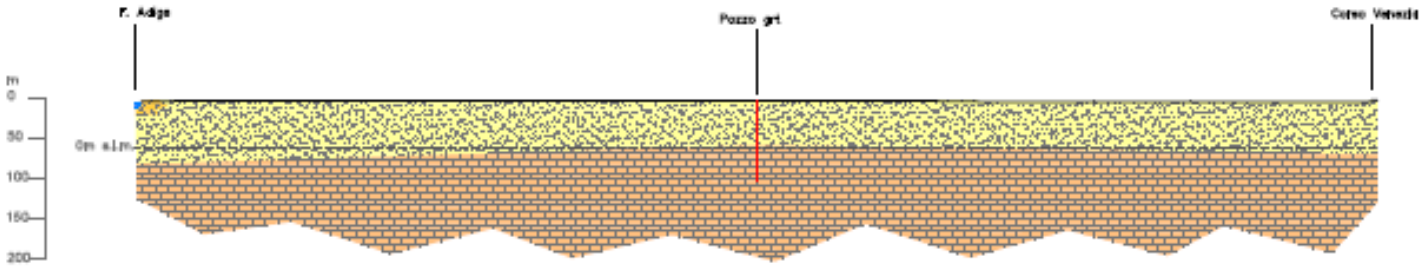
ESEMPIO PRATICO DI MODELLAZIONE DEL TRASPORTO DI CALORE IN FALDA

MODELLO GEOLOGICO LOCALE

Sezione N-S

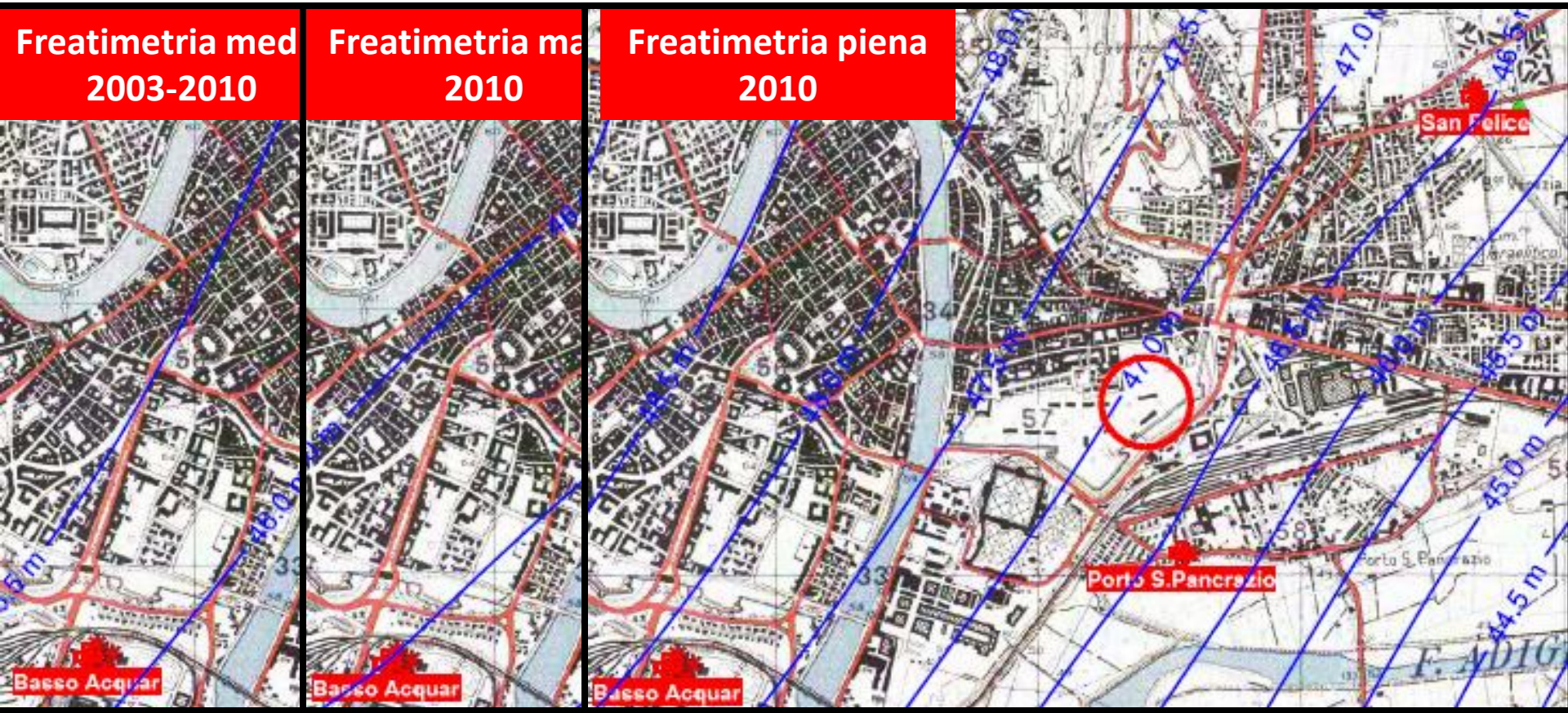


Sezione O-E

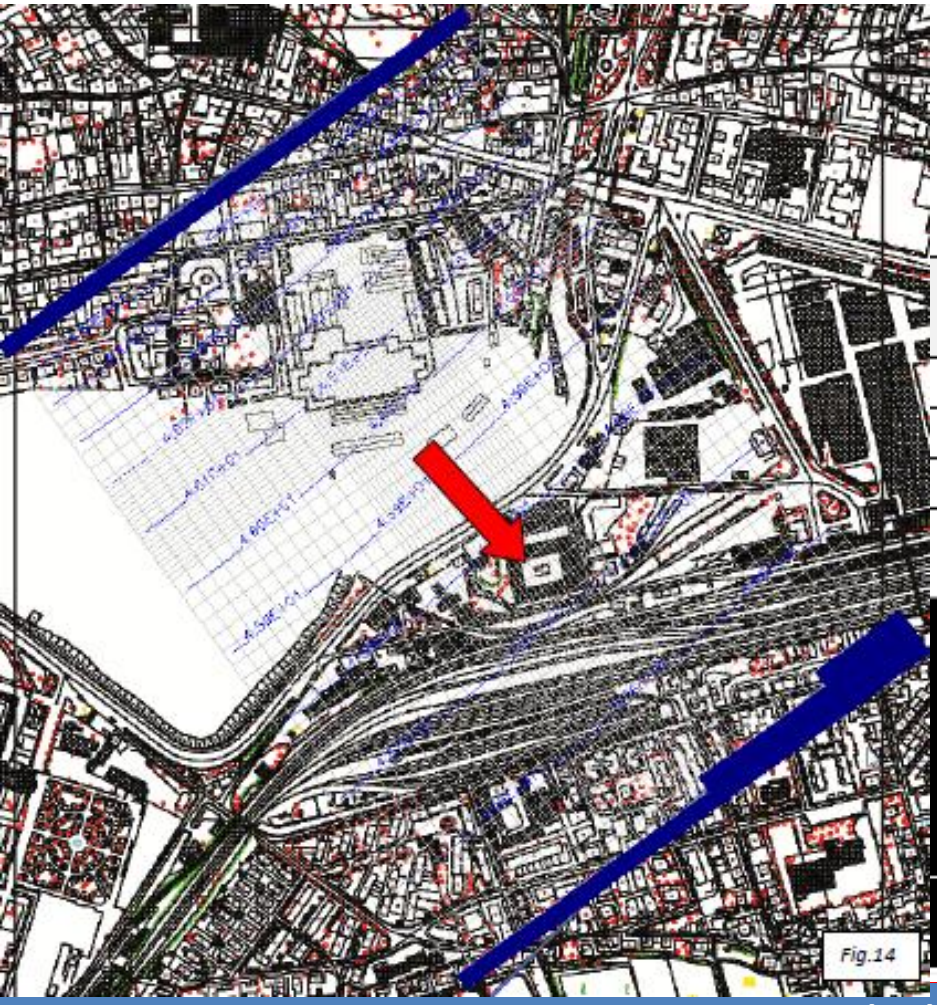


ESEMPIO PRATICO DI MODELLAZIONE DEL TRASPORTO DI CALORE IN FALDA

MODELLO IDROGEOLOGICO



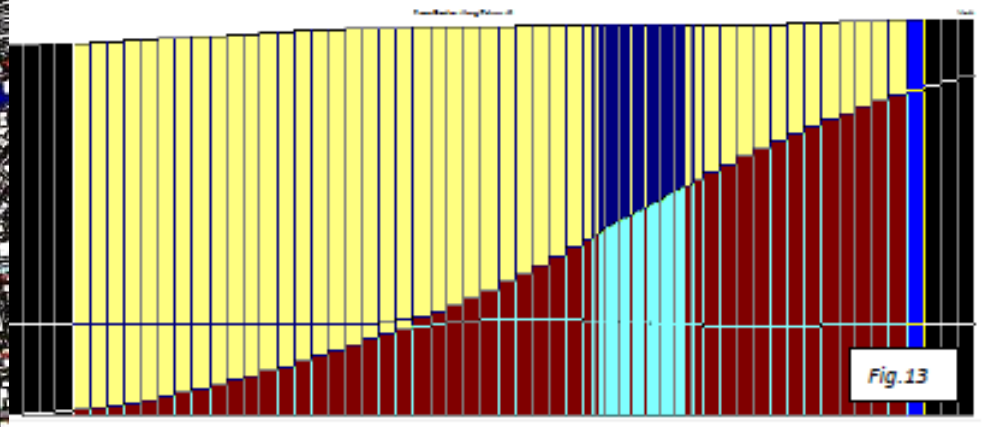
ESEMPIO PRATICO DI MODELLAZIONE DEL TRASPORTO DI CALORE IN FALDA



MODELLO NUMERICO DI FLUSSO IDROGEOLOGICO

Modello matematico di flusso e trasporto

Litologia prevalente	*Profondità (m)*	*Permeabilità (m/s)*
Ghiaie e sabbie (con sonde)	0 - 55	5×10^{-3}
Roccia marnoso-calcarea (con sonde)	55 – 100	1×10^{-6}
Roccia marnoso-calcarea (senza sonde)	100 – 120	1×10^{-9}



ESEMPIO PRATICO DI MODELLAZIONE DEL TRASPORTO DI CALORE IN FALDA

PARAMETRI DI CONFIGURAZIONE DEL MODELLO DI TRASPORTO DI CALORE

Il modello di trasporto termico deve essere configurato a partire dal modello di flusso precedentemente elaborato, utilizzando le stesse impostazioni per quanto riguarda il dominio modellizzato e le caratteristiche idrauliche dell'acquifero. Nello specifico sono state impostate le seguenti caratteristiche legate al flusso idraulico:

1. *Porosità*
2. *Permeabilità (funzione della permeabilità verticale, della temperatura e pressione del fluido)*
3. *Potenziale idraulico iniziale (importato da modflow)*

Per quanto concerne, invece, le caratteristiche termiche sono stati impostati nel software di simulazione i seguenti parametri:

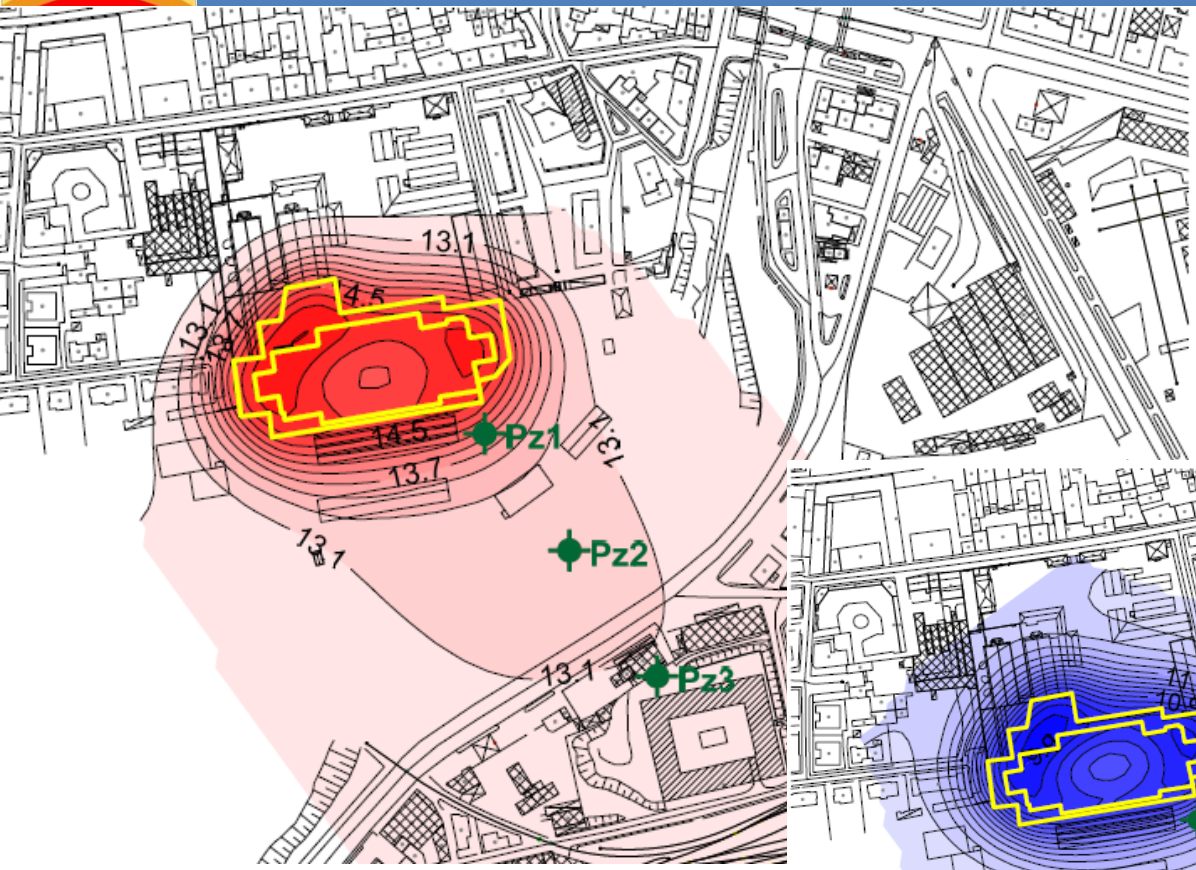
1. *Temperatura iniziale*
2. *Condizioni al contorno termiche (thermal boundaries)*
3. *Proprietà termiche (capacità termica e conducibilità termica)*
4. *Flusso termico*

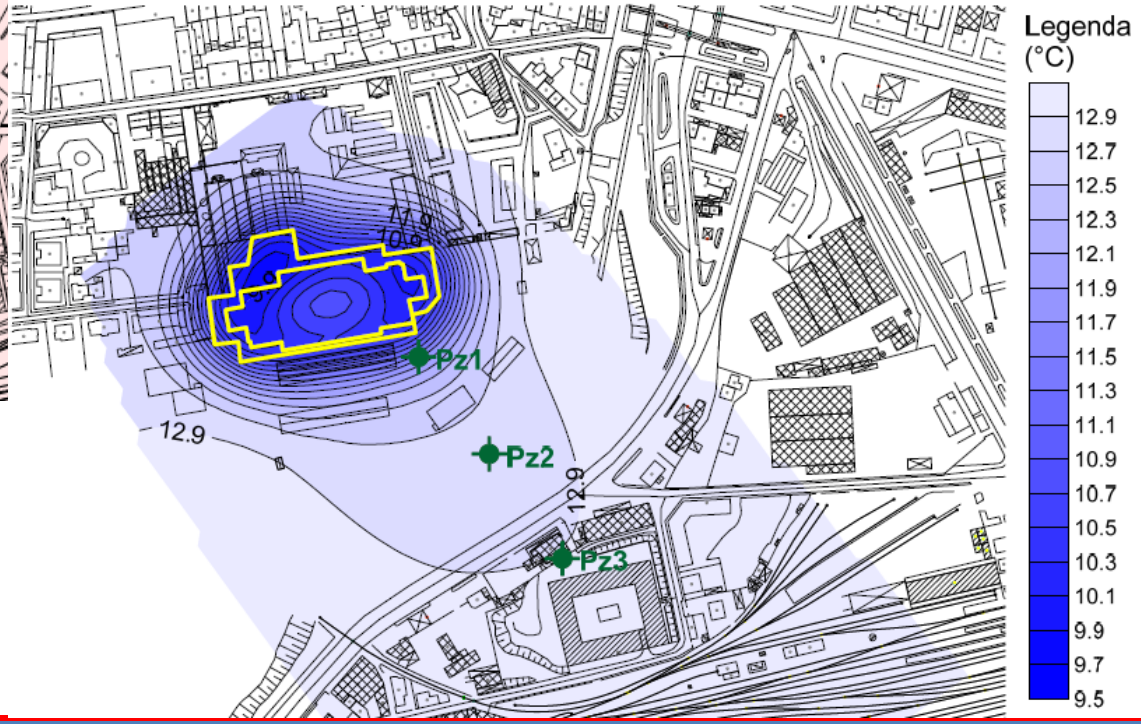
ESEMPIO PRATICO DI MODELLAZIONE DEL TRASPORTO DI CALORE IN FALDA

La simulazione in fase progettuale del sistema edificio-impianto tramite software apposito, ha consentito di determinare le temperature di input, che sono state implementate nel modello al fine di fornire come output finale la mappatura tridimensionale delle temperature del sottosuolo dopo 5 ,10 e 15 anni di funzionamento, nella stagione invernale ed estiva, per i vari layer (strati/orizzonti acquiferi)

Progettazione degli impianti di condizionamento climatico con sonde geotermiche a circuito chiuso

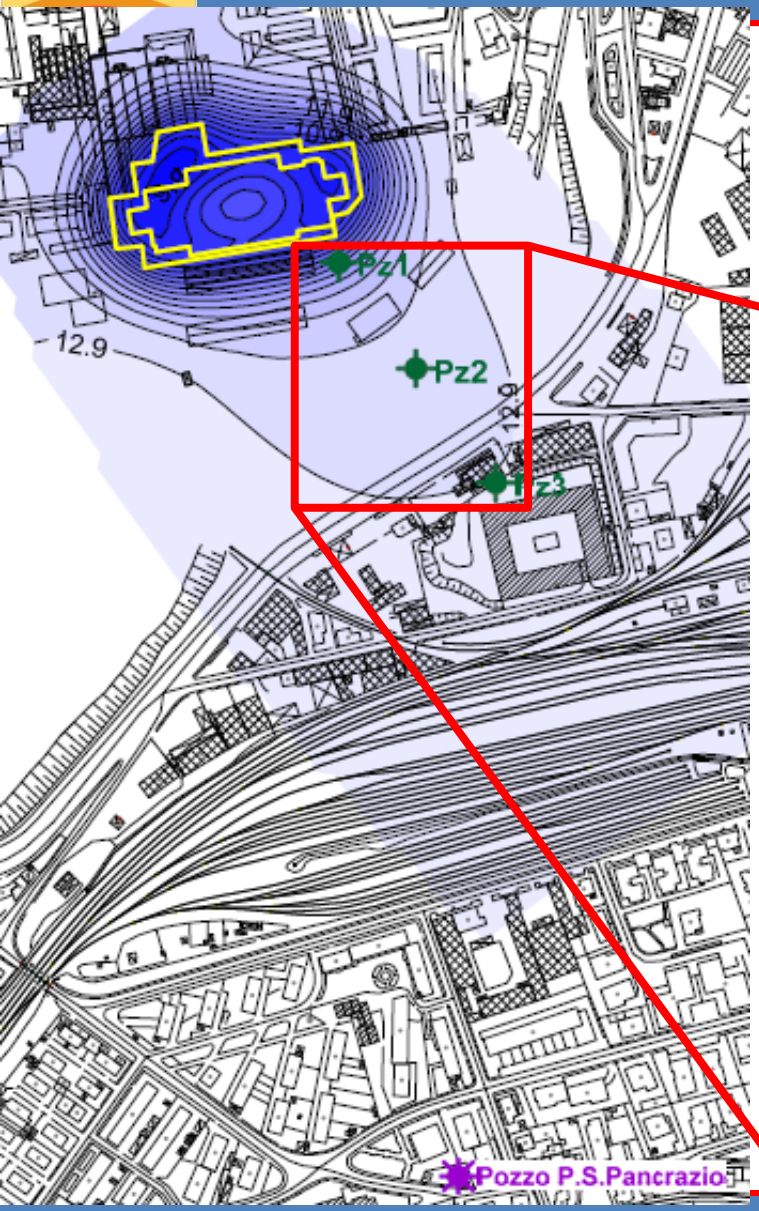
GeoSistemi Geological Partner
Geol. RIMSKY VALVASSORI

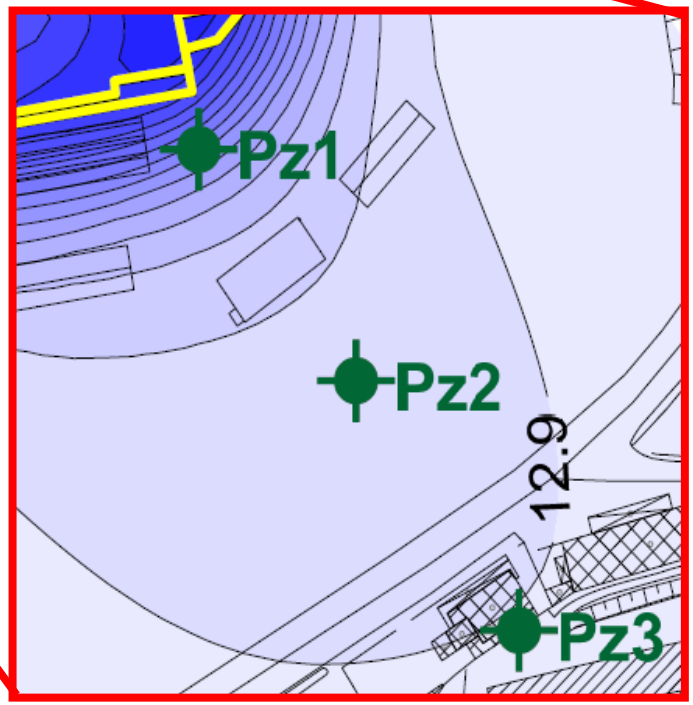




ESEMPIO PRATICO DI MODELLAZIONE DEL TRASPORTO DI CALORE IN FALDA

Il modello consente la creazione di punti di monitoraggio virtuali posti in questo caso a 10, 100 e 200 m dal limite a valle del campo sonde





MODELLAZIONE + VALIDAZIONE = MONITORAGGIO

Come tutti i modelli che "tentano" di simulare (e quindi prevedere) il comportamento di sistemi naturali complessi , come il sottosuolo ed il geoscambio, ovviamente non sono ESATTI in senso matematico, ma sono fortemente sensibili alla qualità dei dati di input tanto quanto alla raffinatezza del modello utilizzato.

Appare evidente come dati di input scadenti rendano superfluo utilizzare codici di calcolo complessi e viceversa…..

Il metodo più "semplice" per validare un modello previsionale è il monitoraggio nel tempo del comportamento del sistema impianto di geoscambio/ sottosuolo.

L'IMPIANTO GEOTERMICO DELLA SCUOLA DI COSTABISSARA

IL PROGETTO DELL'IMPIANTO

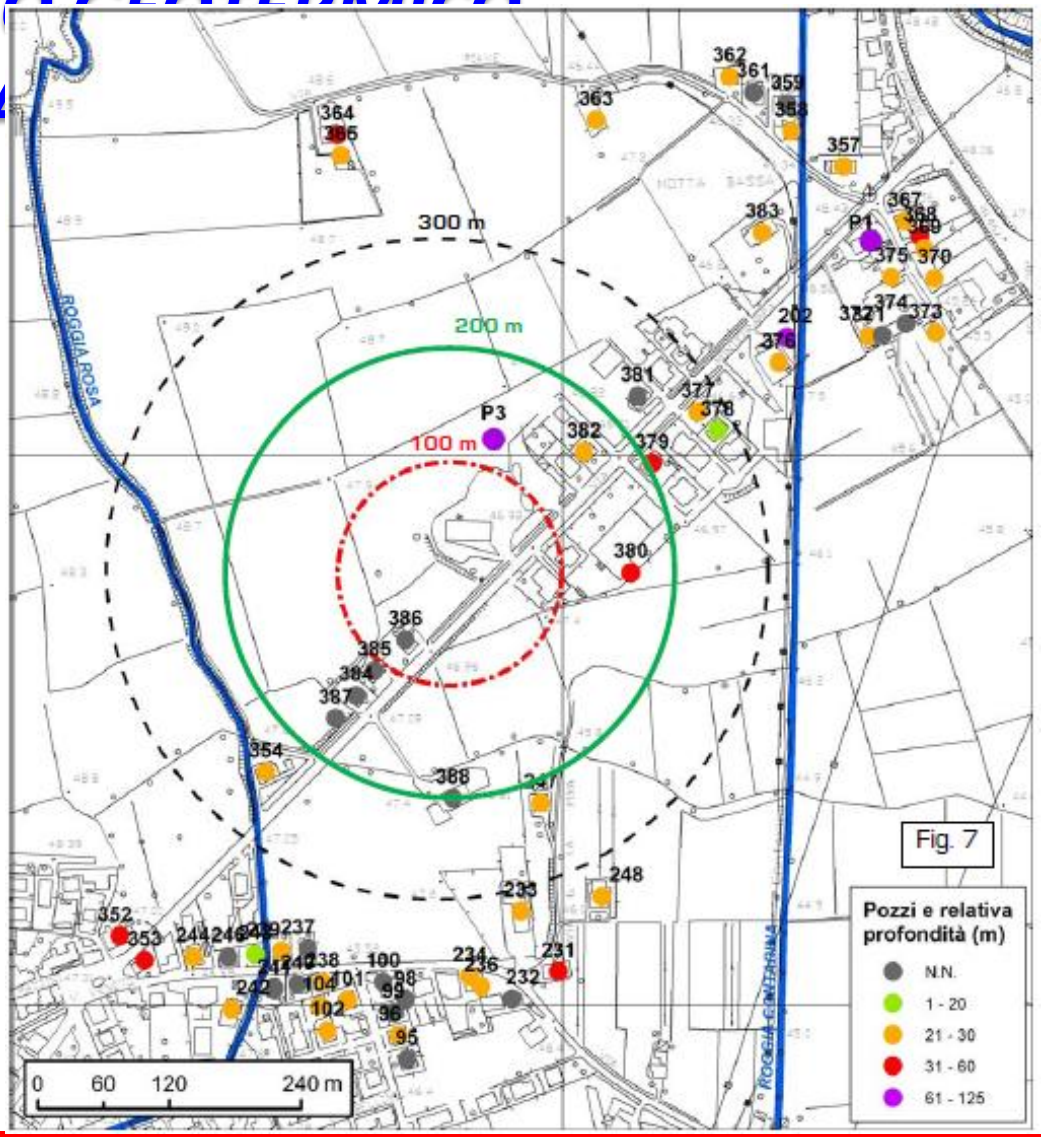
Caratteristiche principali:

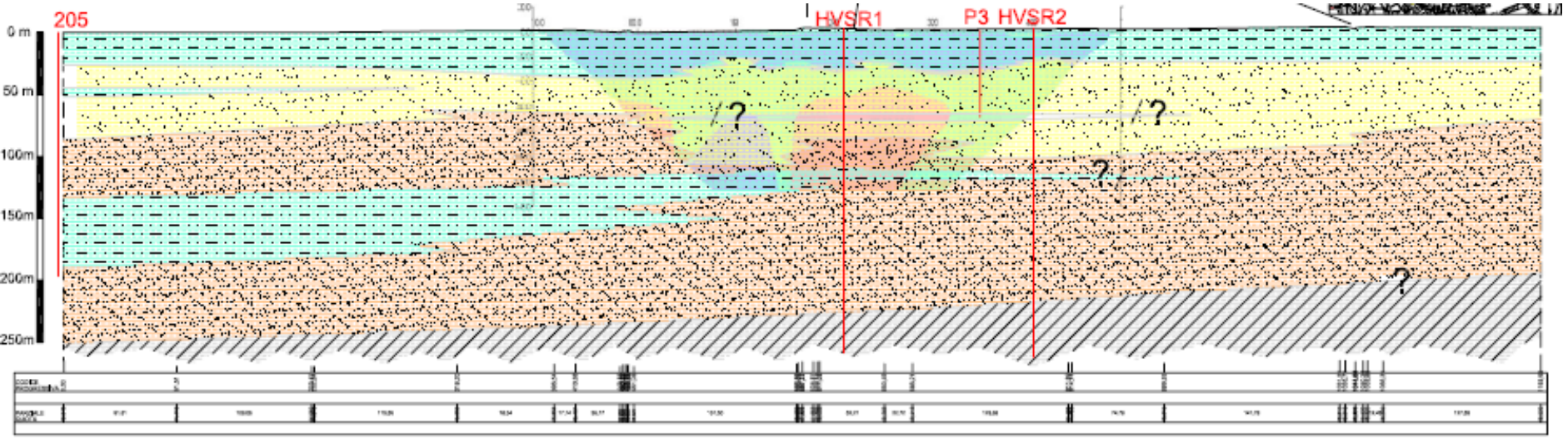
- 32 sonde a doppia U 32mm
- Profondità 100 m
- Niente additivi antigelo
- Indagine geologica preliminare
- GRT e collaudi
- Direzione Lavori
- Sistema di monitoraggio

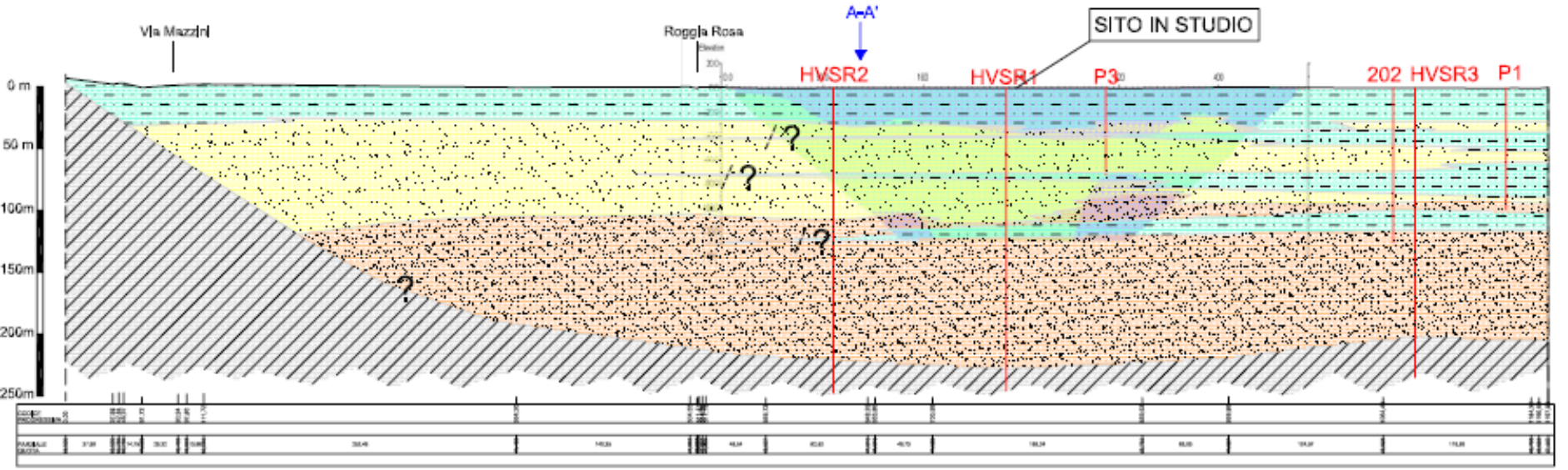
L'IMPIANTO GEOTERMICO DELLA SCUOLA

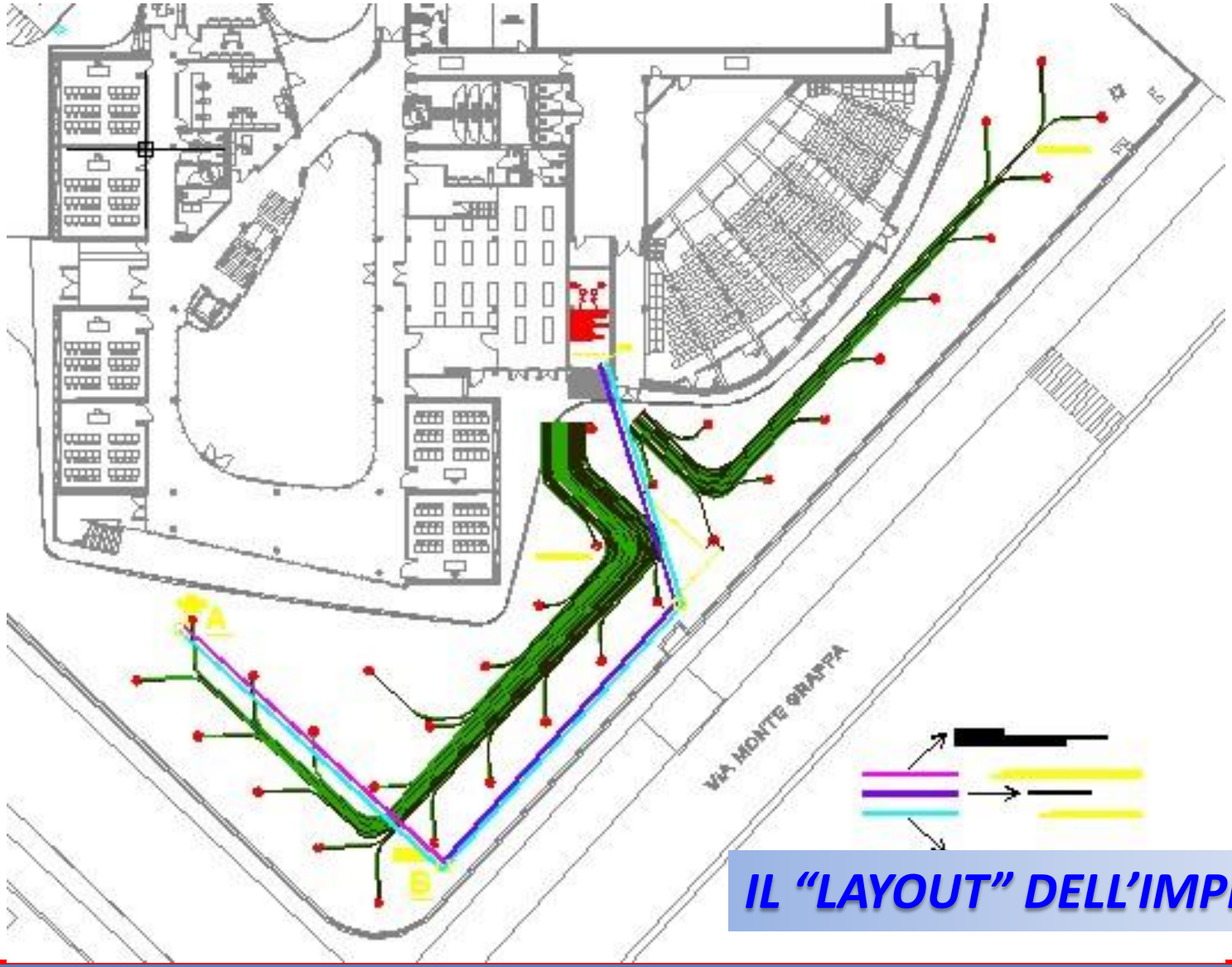
INDAGINE GEOLOGICA PRELIMINARE:

- Censimento pozzi
- Indagini sismiche passive
- Indagini tomografiche elettriche




205
HVSR1
P3
HVSR2
0 m
50 m
100m
150m
200m
250m


Via Mazzini
Roggia Rosa
A-A'
SITO IN STUDIO
HVSR2
HVSR1
P3
202
HVSR3
P1
0 m
50 m
100m
150m
200m
250m



IL "LAYOUT" DELL'IMPIANTO

L'IMPIANTO GEOTERMICO DELLA SCUOLA DI COSTABISSARA

IN FASE DI ESECUZIONE:

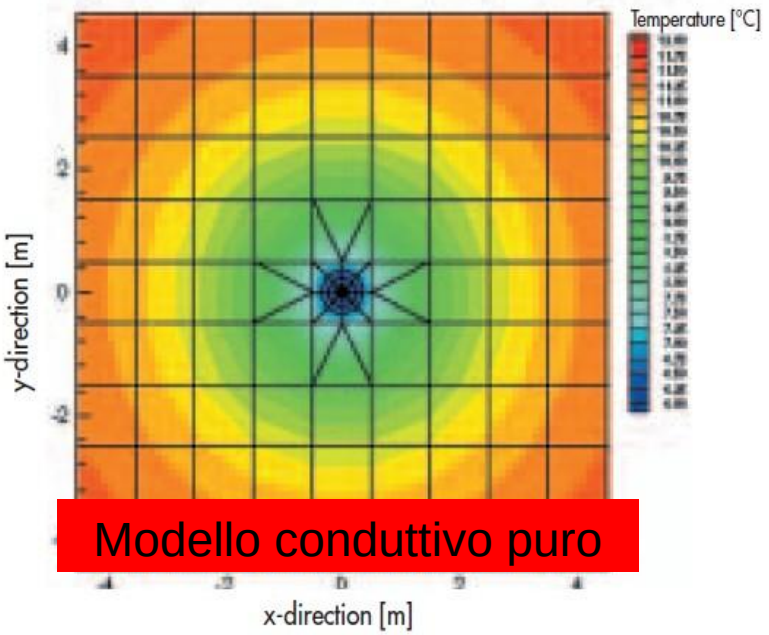
- Direzione Lavori
- Collaudi

Figura 5.5 - Apparato utilizzato per il GRT (Università di Losanna)

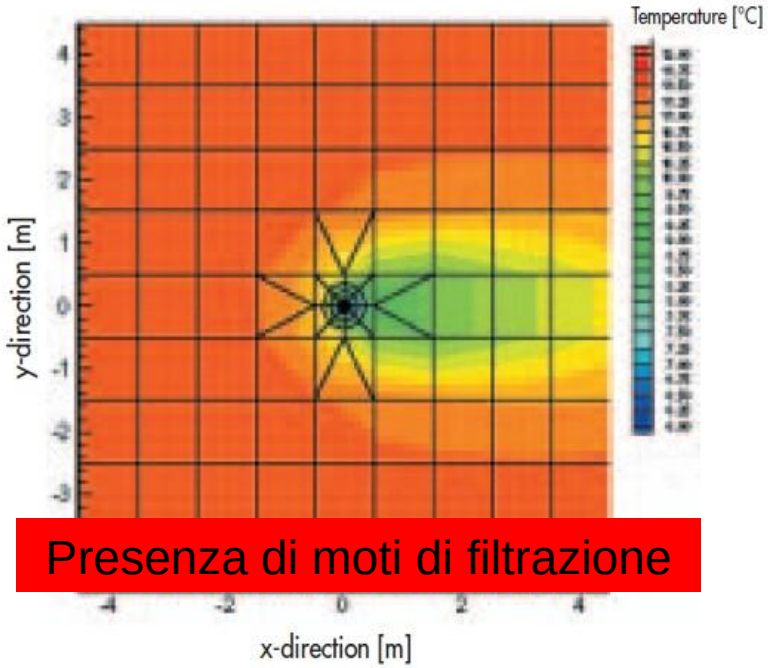
L'IMPIANTO GEOT
DELLA SCUOLA DI COS

IN FASE DI ESERCIZIO

- Acquisizione dei dati del monitoraggio termico
- Valutazioni quantitative del comportamento del sistema TERRENO-IMPIANTO



Modello conduttivo puro



Presenza di moti di filtrazione

MODELLAZIONE + VALIDAZIONE = MONITORAGGIO

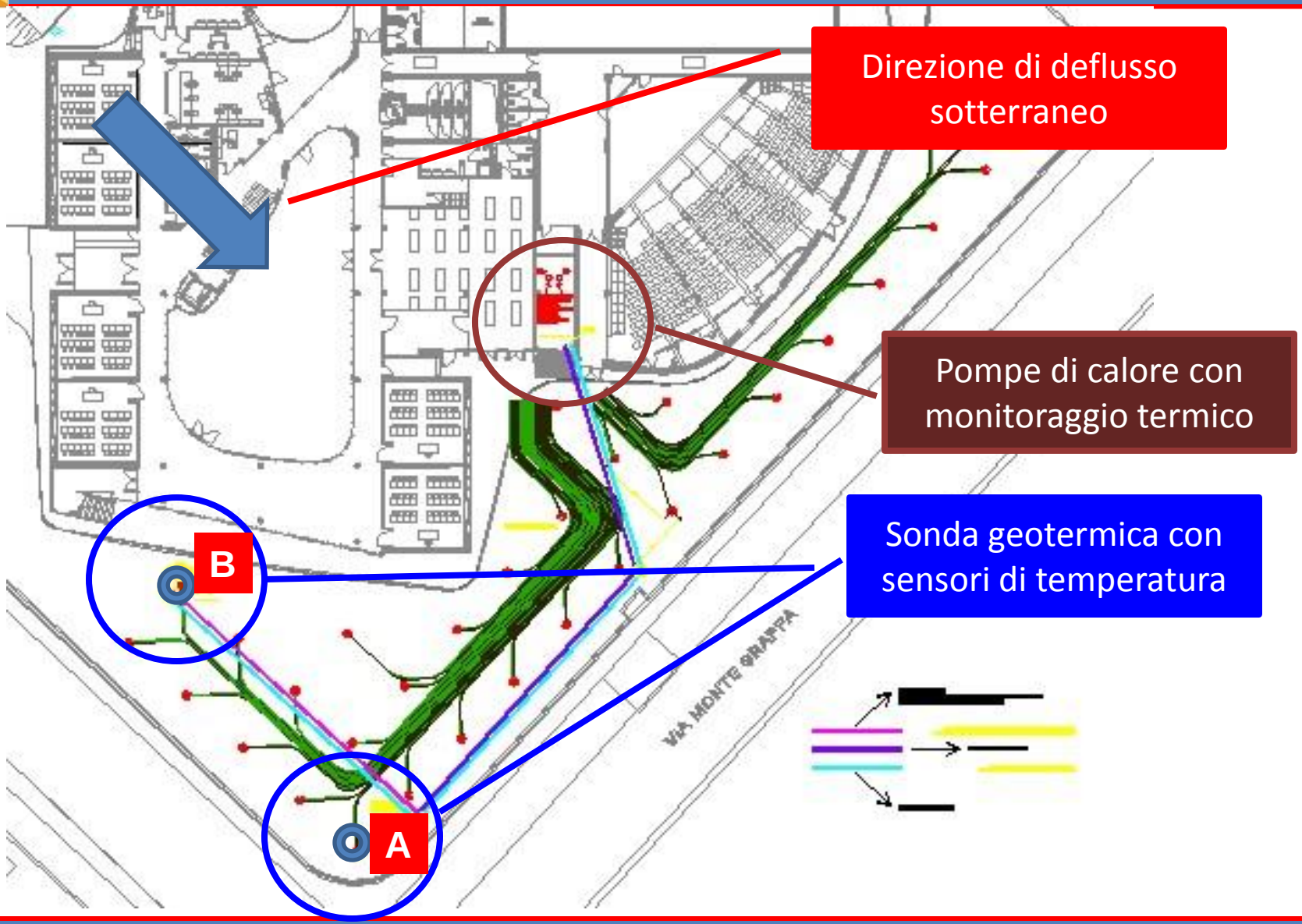
Sistema di monitoraggio:

- **N°2 Verticali di monitoraggio con termoresistenze PT100 ogni 10 m**
- **Monitoraggio con PT100 della Pompa di Calore (in e Out)**
- **Datalogger**

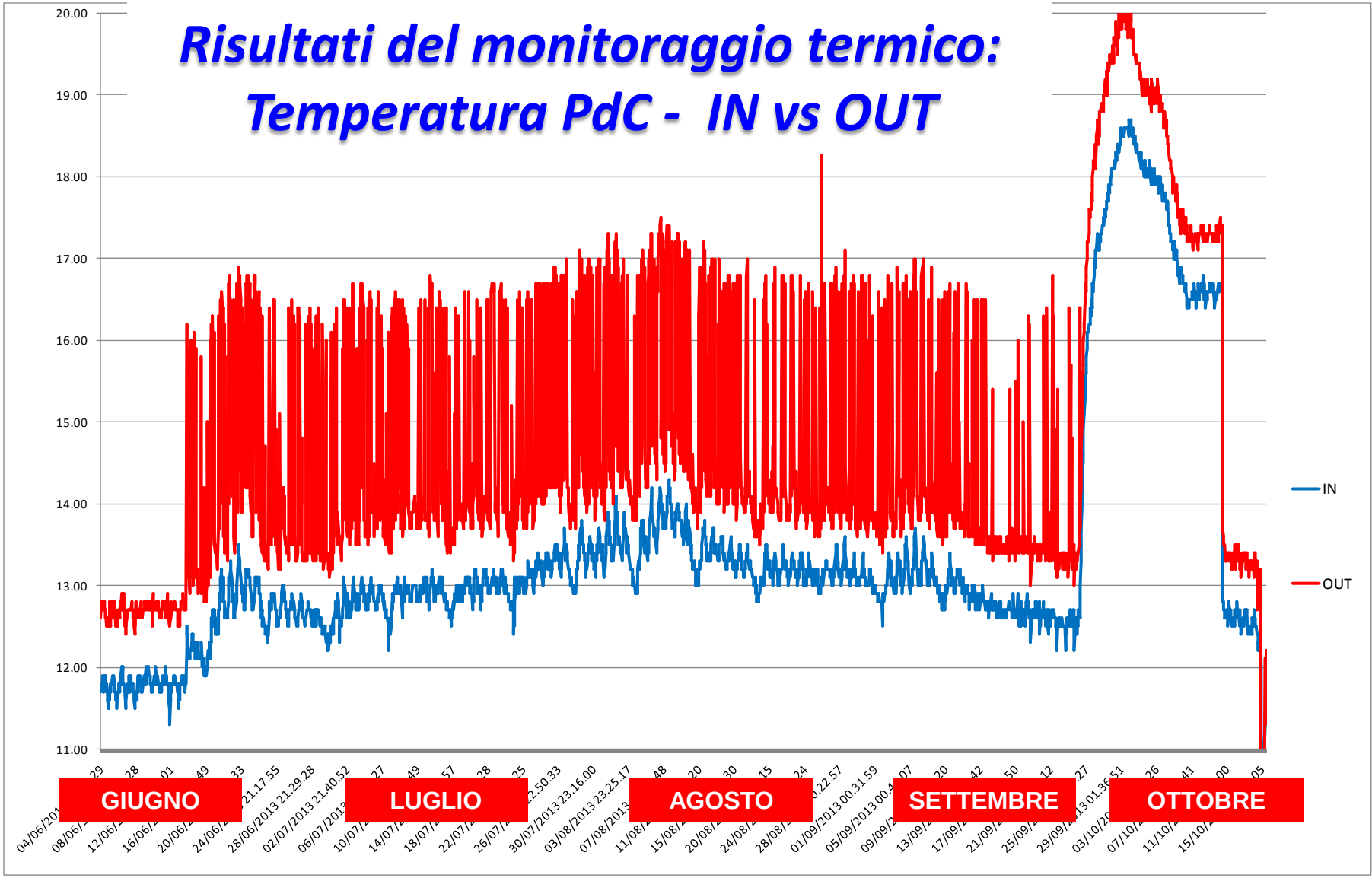
N°30 sonde di temperatura per calcestruzzo mod. M1-TAQ-1

Progettazione degli impianti di condizionamento climatico con sonde geotermiche a circuito chiuso

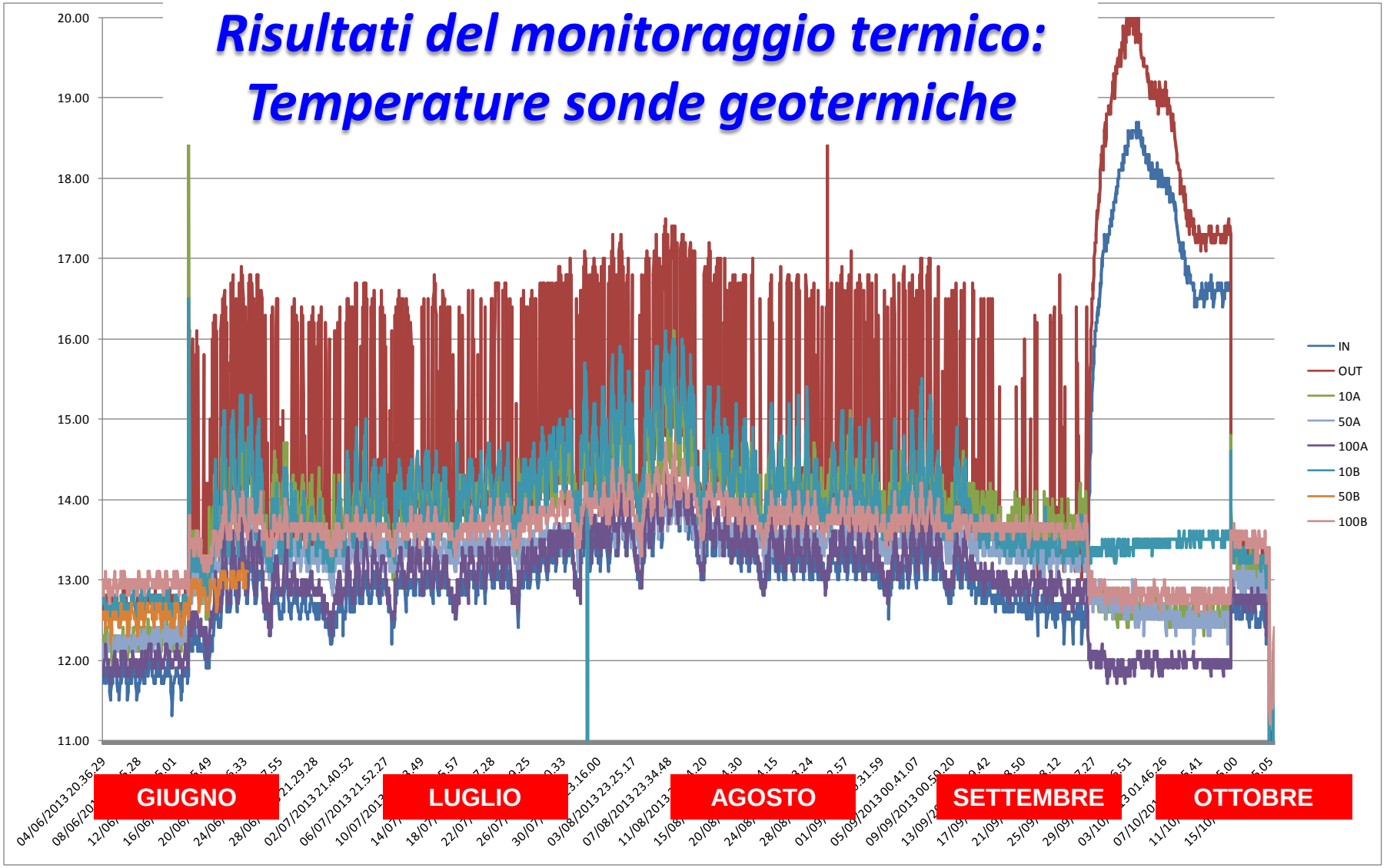
GeoSistemi Geological Partner
Geol. RIMSKY VALVASSORI



Risultati del monitoraggio termico: Temperatura PdC - IN vs OUT



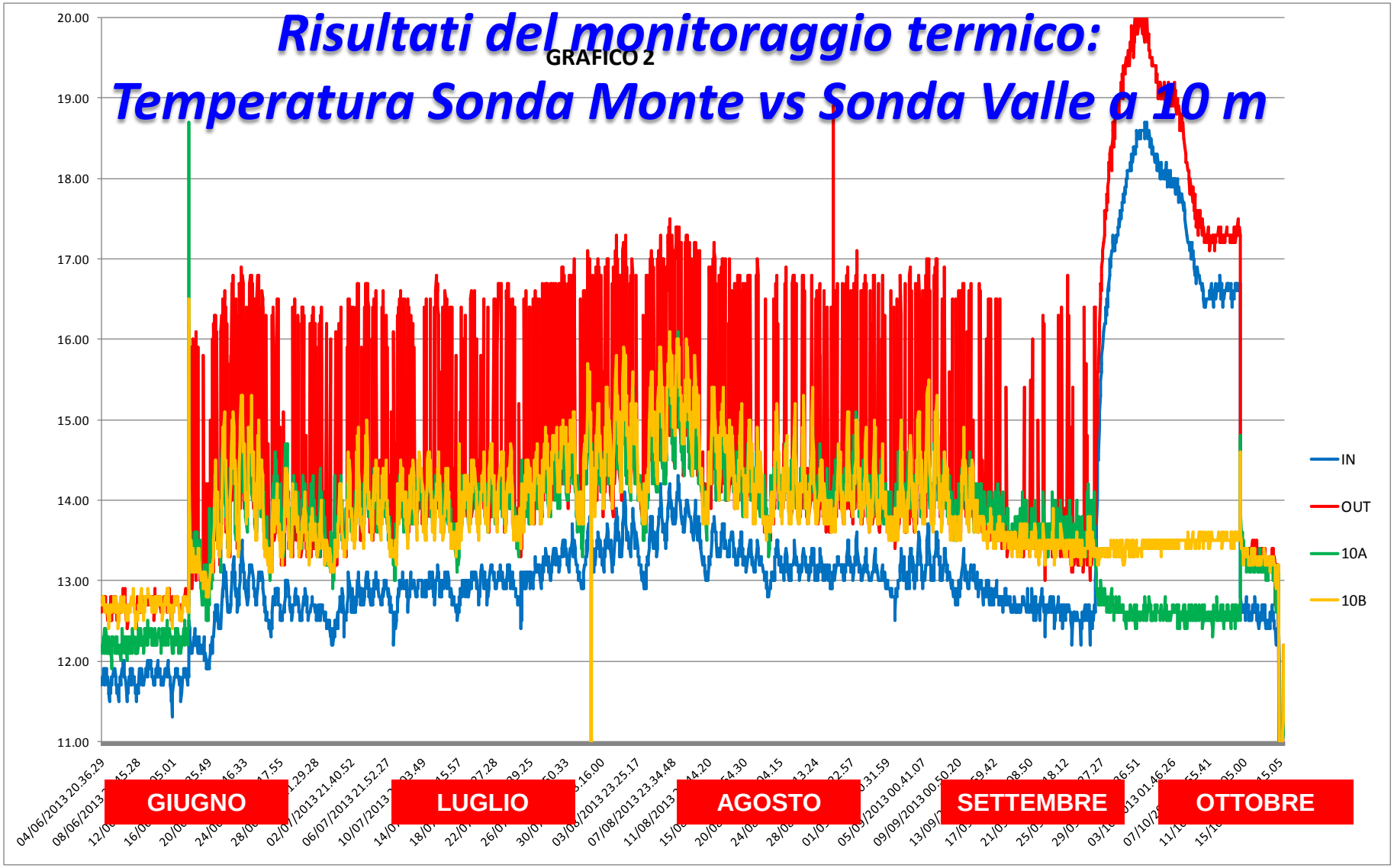
Risultati del monitoraggio termico: Temperature sonde geotermiche



Risultati del monitoraggio termico:

Temperatura Sonda Monte vs Sonda Valle a 10 m

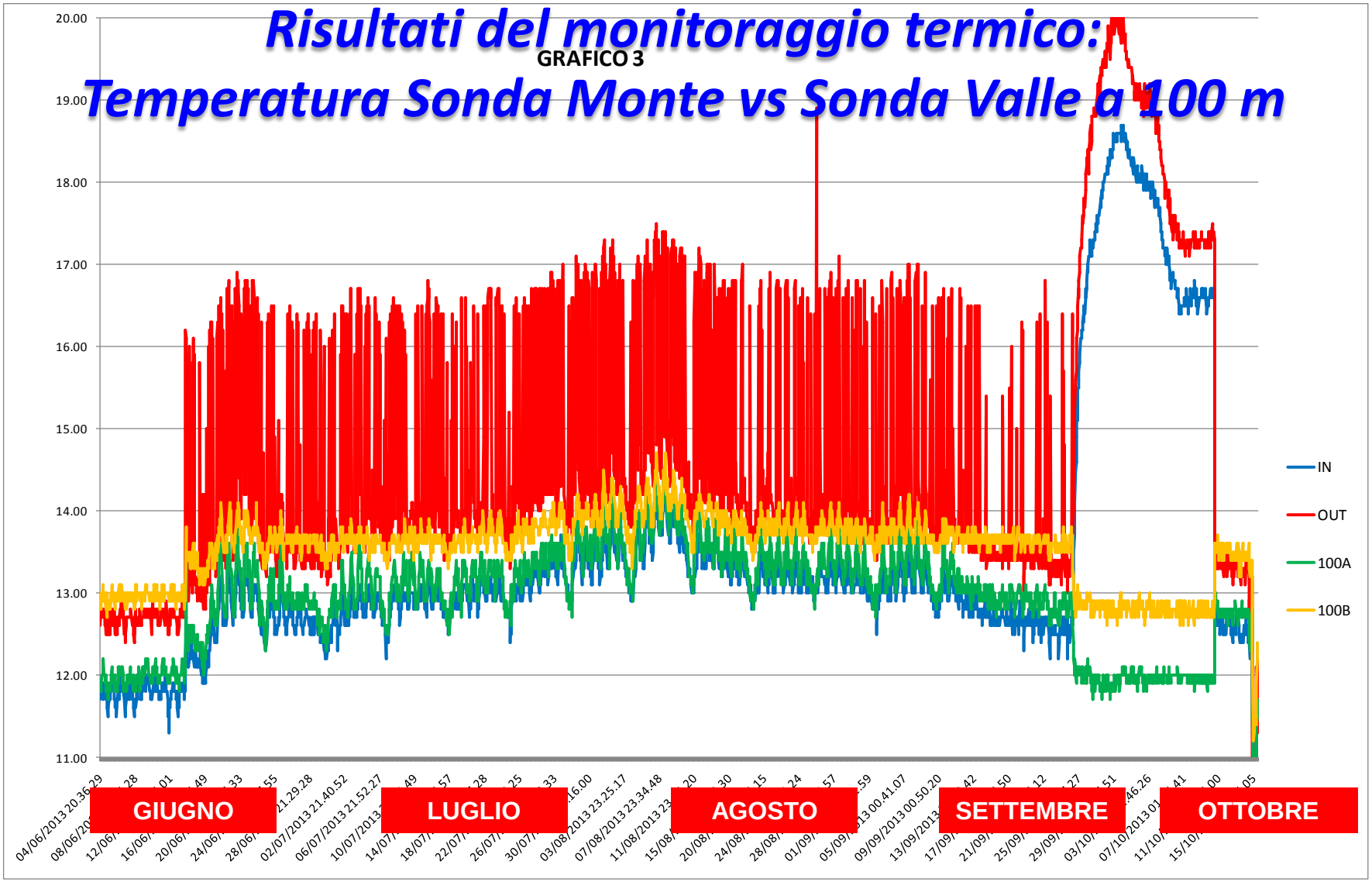
GRAFICO 2



Risultati del monitoraggio termico:

GRAFICO 3

Temperatura Sonda Monte vs Sonda Valle a 100 m



GRAZIE PER LA PAZIENZA

Geol. RIMSKY VALVASSORI

GEOlogos s.r.l.

GeoSistemi Geological Partner

GeoEngineering
HIGHLY SPECIALIZED GEOTECHICAL STUDIES

Sede operativa: Via dell'Oreficeria, 30/L – 36100 VICENZA
Tel/Fax: +39.(0)444.340136 – +39.335.815434
Mail: info@geoeng.eu - web: www.geoeng.eu

REALIZZAZIONE DI SONDE GEOTERMICHE

La realizzazione di Sonde Geotermiche Verticali a Circuito Chiuso si articola nelle seguenti fasi operative:

- ***perforazione***
- ***installazione e cementazione delle sonde***
- ***prove di tenuta idraulica***

FASE DI PERFORAZIONE

Nelle perforazioni per installazione di sonde geotermiche, tutte le metodologie sono "a distruzione di nucleo", ovvero:

1. ***a rotazione con circolazione diretta o inversa di fluidi (bentonite ed eventualmente con additivi)***
2. ***a rotazione con circolazione di fluidi (anche solo acqua) e rivestimento totale della colonna in avanzamento (camicia)***
3. ***a rotopercussione (martello fondo foro DTH down-to-hole - martello in superficie TH top-hammer)***

IMPORTANTE: non esiste una SOLA metodologia di perforazione, e quindi una SOLA strumentazione, valida per tutti i contesti geologici, idrogeologici e stratigrafici

TIPOLOGIE DI PERFORAZIONE A ROTAZIONE

Perforazione tradizionale (pozzi per acqua, pali trivellati,….)

Perforazione con doppia batteria con rivestimento in avanzamento

PERFORAZIONE A ROTAZIONE

Perforazione con doppia batteria con rivestimento in avanzamento

VANTAGGI IN TERMINI AMBIENTALI

L'utilizzo del rivestimento in avanzamento è CONSIDERABILE una

B.A.T. (Best Available Technology)

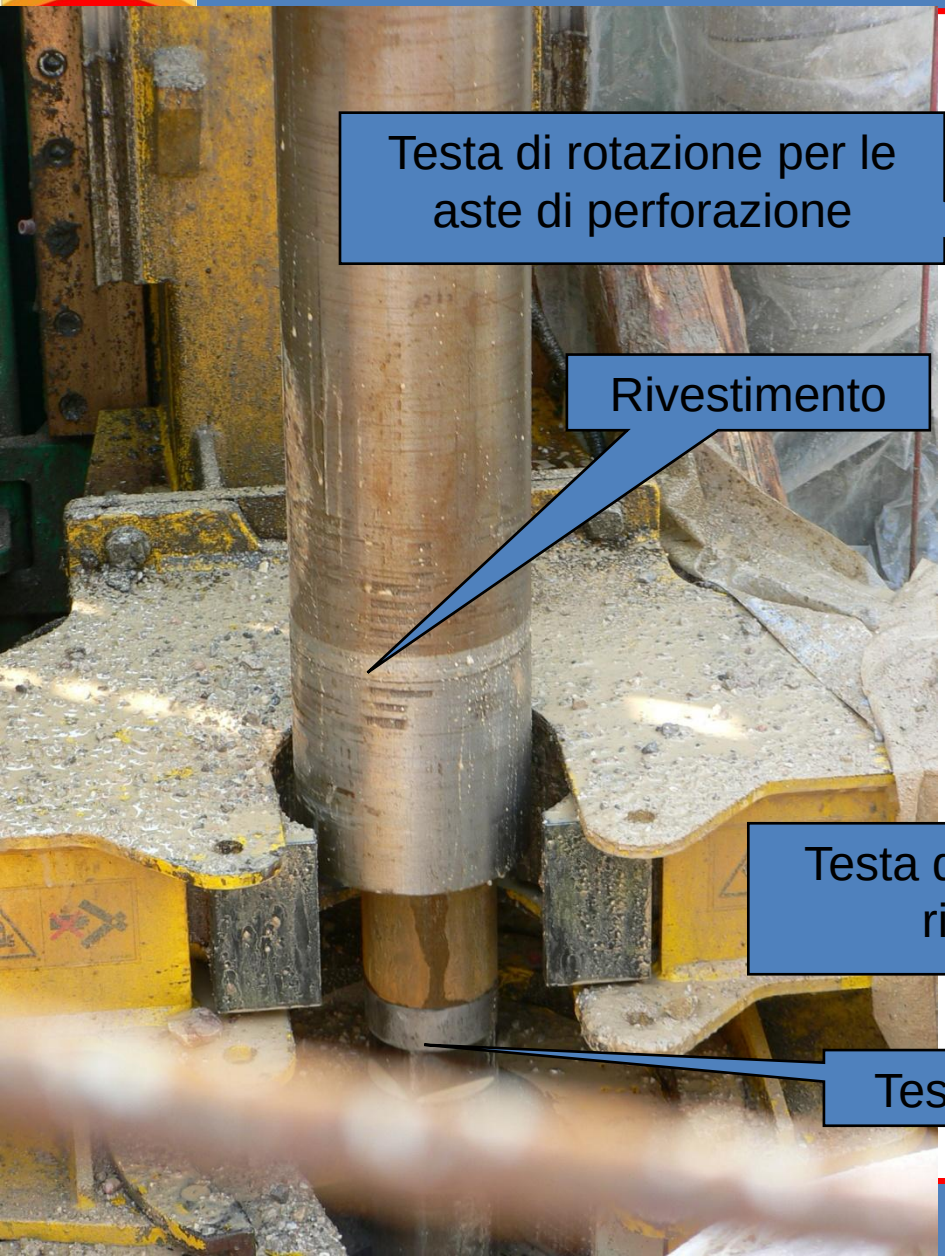
nel campo delle perforazioni per installazione di sonde geotermiche

Dal punto di vista dell'ambiente e delle salvaguardia delle risorse idriche sotterranee consente di:

- ***MINIMIZZARE l'utilizzo di fluidi di perforazione per la stabilizzazione del foro;***
- ***MINIMIZZARE in fase di transitorio (perforazione) la messa in comunicazione di falde sovrapposte, caratterizzate da qualità e da quote piezometriche differenti.***

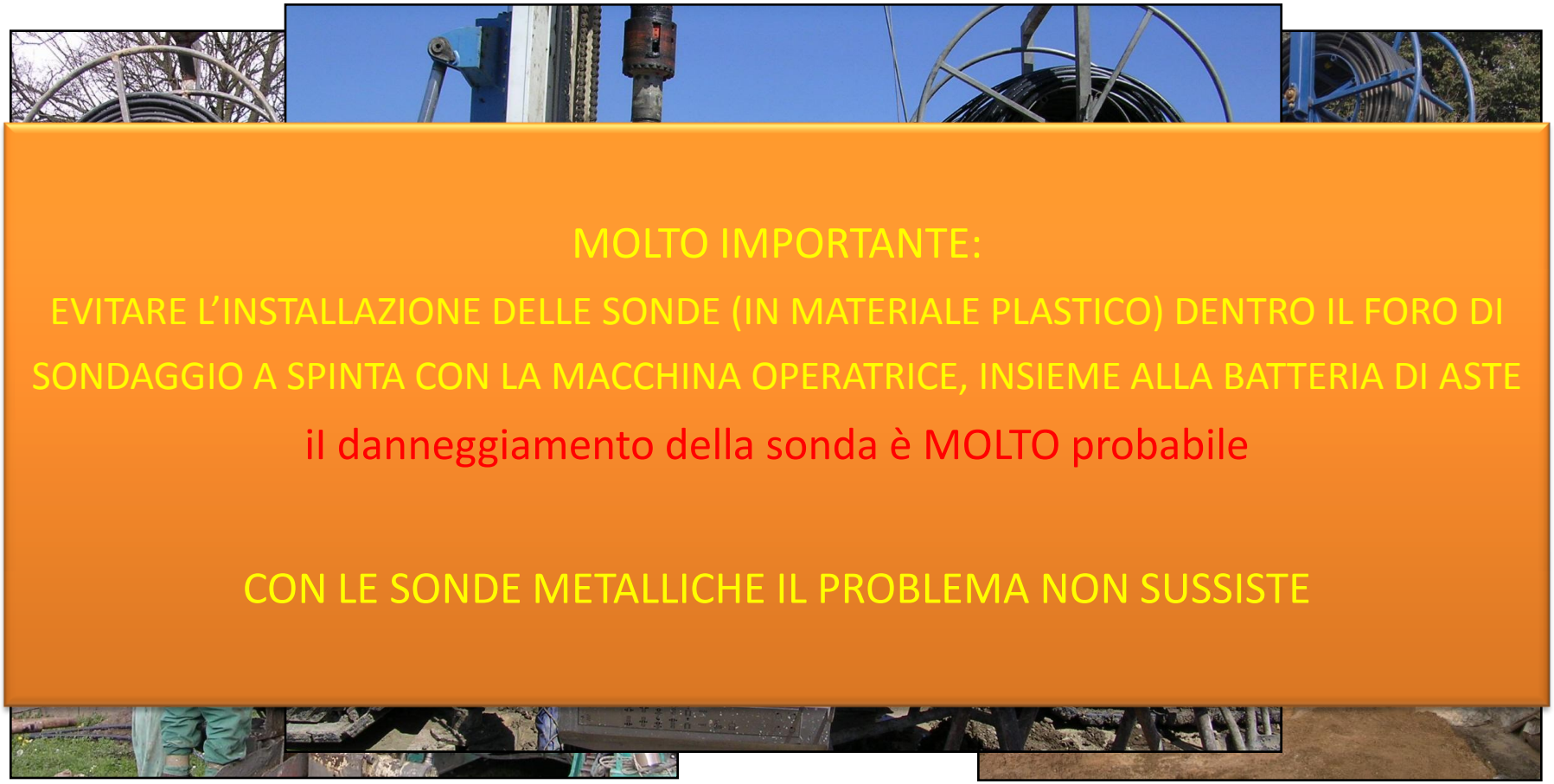
Progettazione degli impianti di condizionamento climatico con sonde geotermiche a circuito chiuso

GeoSistemi Geological Partner
Geol. RIMSKY VALVASSORI



INSTALLAZIONE NEL FORO

Installazione nel foro a gravità



MOLTO IMPORTANTE:

EVITARE L'INSTALLAZIONE DELLE SONDE (IN MATERIALE PLASTICO) DENTRO IL FORO DI SONDAGGIO A SPINTA CON LA MACCHINA OPERATRICE, INSIEME ALLA BATTERIA DI ASTE

il danneggiamento della sonda è MOLTO probabile

CON LE SONDE METALLICHE IL PROBLEMA NON SUSSISTE

CEMENTAZIONE DELLA SONDA

CEMENTAZIONE CON MISCELE BENTONITICHE

Materiale	Conduttività termica [W/mK]	Conduttività idraulica	Pompabilità	Compressione per congelamento
Sabbia satura	1.7-2.5	buona	-	-
Sabbia secca	0.3-0.6	buona	-	-
Argilla	0.9-1.4	bassa	scarsa	esiste
Bentonite 1.3 g/cm^3	0.7	molto bassa	buona	alta
Bentonite con sabbia	1.4-1.8	molto bassa	scarsa	media
Bentonite/cemento	0.6-1.0	molto bassa	buona	bassa
Grout ad alta cond.	1.6-2.0	molto bassa	buona	bassa

MOLTO IMPORTANTE:

La bentonite, eventualmente utilizzata come il fluido di perforazione, va sempre estratto dal foro e sostituito con la miscele cementante.

Contestualmente all'inserimento della sonda verticale, dovrà essere inserita la tubazione necessaria per la cementazione del foro, a partire dal fondo della perforazione.

COLLAUDO: PROVE DI TENUTA IDRAULICA DELLE SONDE

Dopo il posizionamento della sonda nel foro di perforazione dovrà essere eseguita la prova di tenuta idraulica. Tale prova, eseguita dall'installatore, sarà effettuata in cantiere su ogni singolo circuito idraulico che compone la sonda.

Prova di tenuta della sonda geotermica ricolmata interamente con acqua

- ***pressione di prova: minimo 5 bar;***
- ***durata: minimo 2 ore;***
- ***diminuzione di pressione tollerata: 0,5 bar);***

Qualora un test di tenuta desse esito negativo, dalla sonda difettosa va estratto il fluido di collaudo (acqua) e la stessa va ricolmata definitivamente con sospensione di cemento, acqua e bentonite. È consigliabile effettuare prove di flusso per verificare l'eventuale schiacciamento.

ADESSO HO FINITO SUL SERIO…..

Geol. RIMSKY VALVASSORI

GEOlogos s.r.l.

GeoSistemi Geological Partner

GeoEngineering
HIGHLY SPECIALIZED GEOTECHICAL STUDIES

Sede operativa: Via dell'Oreficeria, 30/L – 36100 VICENZA
Tel/Fax: +39.(0)444.340136 – +39.335.815434
Mail: info@geoeng.eu - web: www.geoeng.eu