

Caorle Riviera srl

Via Trieste 18/d

30029 - San Stino di Livenza - VE

C.F. - P.IVA: 02051870307

**PERMESSO DI RICERCA ACQUA AD USO
GEOTERMICO DA DENOMINARSI
“CAORLE RIVIERA”**

Comune di Caorle - Foglio 40 – Mappali 1595 - 1614 – 1615 – 1619 – 1620 - 1662 –
1664 -

AI SENSI DELL'ART. 8 DELLA L.R. 40/1989 “DISCIPLINA DELLA RICERCA,
COLTIVAZIONE E UTILIZZO DELLE ACQUE MINERALI E TERMALI”

Documento n. 2

PROGRAMMA LAVORI CON PROGETTO ESECUTIVO DEL POZZO



Dott. Geol. Pietro Zangheri



Dott. Agr. Bruna Basso

Luglio 2015

Studio Tecnico Zangheri & Basso

Pietro Zangheri – Geologo

Bruna Basso – Agronomo

Via Tripoli, 2 – 35141 PADOVA

Tel./fax 049/8723397 – e-mail zangheriebasso@progettazioneambientale.it

www.progettazioneambientale.it

Indice

1 PREMESSA.....	3
2 DEFINIZIONE DELLA PORTATA DI INTERESSE E SCOPO DELLA RICERCA.....	4
3 PROGETTAZIONE ESECUTIVA DEL POZZO ESPLORATIVO IN RAPPORTO ALLE CONDIZIONI GEOLOGICHE – PROGRAMMA DEI LAVORI E STRUMENTAZIONE.....	5
3.1 CRITERI PROGETTUALI.....	5
3.2 BREVE DESCRIZIONE DELLE OPERE.....	5
3.3 SCHEMA DESCRITTIVO DELL'UBICAZIONE DEI LAVORI E DELLE ATTIVITÀ PREPARATORIE.....	6
3.4 TECNICA DI PERFORAZIONE E MATERIALI.....	9
3.4.1 Tratto 0-400 m.....	9
3.4.2 Tratto 400 m - fondo foro.....	9
3.4.3 Strumentazione.....	10
3.5 CUBATURA DEL POZZO.....	12
3.6 SCELTA DEL FILTRO.....	12
3.7 PROGRAMMA DELLE PROVE SUL POZZO	14
3.7.1 Prove geofisiche.....	14
3.7.2 Misure piezometriche.....	15
3.7.3 Progetto delle prove di pozzo a gradini di portata.....	15
3.7.3.1 Aspetti generali.....	15
3.7.3.2 Modalità di esecuzione della prova.....	15
3.7.3.3 Modalità registrazione dati.....	16
3.7.4 Prova di lunga durata.....	16
3.7.5 Scelta della eventuale pompa.....	17
3.8 CAMPIONAMENTO ED ANALISI DELLE ACQUE SOTTERRANEE.....	17
4 TIPO E QUANTITÀ DI RIFIUTI E DEGLI SCARICHI DERIVANTI DALLA TEREBRAZIONE E DALLE PROVE DI PRODUZIONE.....	19
5 OPERE DI RIPRISTINO A FINE CANTIERE.....	21
5.1 RIPRISTINO AREA DI CANTIERE.....	21
5.2 MODALITÀ DI CHIUSURA DELLA PERFORAZIONE IN CONSEGUENZA AD UN EVENTUALE ESITO NEGATIVO.....	21
6 CRONOPROGRAMMA DI MASSIMA.....	22
7 CONCLUSIONI	24
ALLEGATO 1 – SCHEMA COSTRUTTIVO DEL POZZO.....	25
ALLEGATO 2 – COMPUTO RELATIVO ALLA PERFORAZIONE E REALIZZAZIONE DEL POZZO.....	27
ALLEGATO 3 – STIMA DEI COSTI COMPLESSIVI DELLA RICERCA.....	33

1 ***Premessa***

Il programma lavori sviluppa, in funzione delle indicazioni nazionali e regionali in materia, i seguenti punti:

- cronoprogramma di massima
- schema descrittivo dell'ubicazione dei lavori
- descrizione dell'intervento
- descrizione della strumentazione che si intende utilizzare
- definizione delle prove geofisiche
- descrizione dettagliata delle prove di portata
- programma di perforazione, tubaggio e cementazione atto a garantire la non miscibilità tra le falde, profondità da raggiungere, diametro del pozzo, stratigrafia prevista e cubatura del pozzo
- definizione di massima del tipo e della quantità di rifiuti e degli scarichi derivanti dalla terebrazione e dalle prove di produzione
- eventuale canalizzazione e drenaggio delle acque superficiali relative al piazzale
- opere di ripristino della superficie occupata dal cantiere
- descrizione dei lavori preparatori alla perforazione con indicazioni di eventuali recinzioni e cartellonistica di cantiere
- modalità di chiusura della perforazione in conseguenza ad un eventuale esito negativo.

La fase di analisi preliminare dei dati geologici-idrogeologici ha evidenziato, sulla base di misure eseguite su vari pozzi in aree limitrofe, la fattibilità della ricerca di acqua per uso geotermico.

Al fine di dettagliare le caratteristiche della falda che si intende sfruttare, il piano di ricerca prevede la realizzazione di un pozzo esplorativo che permetta il campionamento e le prove idrogeologiche necessarie a caratterizzare l'insieme "acquifero – opera di captazione".

Nel caso di esito positivo della ricerca si intende utilizzare lo stesso pozzo eseguito per la ricerca, come pozzo di produzione. Le modalità di perforazione sono quindi state scelte con l'obiettivo sia di permettere la raccolta dei necessari dati geologici ed idrogeologici, sia di realizzare un pozzo in grado di essere messo in modo efficiente in produzione.

Nei capitoli successivi si specificano le fasi di lavoro previste e le modalità di indagine.

Le indagini sono progettate in modo da fornire tutti gli elementi per la verifica della compatibilità geologica ed idrogeologica dell'intervento con le caratteristiche dell'acquifero.

2 Definizione della portata di interesse e scopo della ricerca

La portata di interesse e le caratteristiche del sottosuolo dell'area in cui si intende effettuare la ricerca geotermica sono già state descritte nella relazione geologica. Qui si ricorda che al di sotto dei 650 metri di profondità gli unici dati che risultano disponibili sono quelli raccolti, allo scopo di ricerca di idrocarburi, dall'AGIP.

Ciò non permette di definire in dettaglio la disponibilità di risorsa geotermica.

I dati del pozzo Agip Eraclea 1 indicano una buona permeabilità tra i 650 e gli 800 m e acqua classificata come "dolce". Tale elemento da una indicazione preliminare favorevole per il rinvenimento di fluido geotermico.

Le odierne tecnologie di perforazione, reperibili presso le aziende presenti in un intorno ragionevole dell'area, sono in grado di raggiungere, nelle condizioni geologiche in esame, profondità indicativamente di 1000 m. Il raggiungimento di profondità maggiori, necessita di strumentazione probabilmente non reperibile in aziende che operano normalmente nella realizzazione di pozzi per acqua ed un sensibile aumento dei costi.

Appare quindi possibile attuare un pozzo esplorativo aventi i seguenti scopi:

1. definire la successione geologico-stratigrafica locale;
2. definire i livelli captabili in relazione alla trasmissività degli acquiferi ed alla produttività;
3. misurare la temperatura delle acque dei diversi acquiferi;
4. ricavare i parametri idrogeologici degli acquiferi;
5. campionare le acque sotterranee di uno o più acquiferi;
6. progettare le modalità di eventuale sfruttamento della georisorsa.

In relazione a quanto esposto in precedenza, si può ipotizzare di eseguire un pozzo ad 750-800 metri di profondità, con la possibilità di proseguire la perforazione fino a 1000 m.

Il pozzo esplorativo verrà realizzato con criteri che successivamente ne permetta la trasformazione in pozzo di produzione.

Sulla base dell'utilizzo previsto dell'acqua termale, si ritiene adeguata una portata di 5 l/s che verrà utilizzata, data la localizzazione in area turistica, in modo non continuativo. La portata prevista va intesa come portata media.

Si tratta di una portata che, sulla base delle informazioni attualmente disponibili risulta, compatibile con le caratteristiche dell'acquifero e che potrà essere precisata, sia nella quantità che nelle modalità di utilizzo, in funzione dei risultati della ricerca.

3 Progettazione esecutiva del pozzo esplorativo in rapporto alle condizioni geologiche – Programma dei lavori e strumentazione

3.1 Criteri progettuali

La profondità di indagine programmata, come visto nella relazione geologica, è di 750-800 m.

In relazione alla complessità della struttura geologica in esame, nota solo a scala generale, prima della posa dei filtri si prevede, una volta raggiunta un acquifero di potenziale interesse, come procedura quella di fermare la perforazione. In coincidenza di tale livello si è prevista la realizzazione di “prove di strato” (misure idrogeologiche ed analisi idrochimiche).

La metodologia adottata, a fronte di un maggiore impegno temporale ed economico richiesto, permette una scelta ottimale del livello da porre in produzione e delle modalità di completamento del pozzo.

3.2 Breve descrizione delle opere

L'opera riguarda la realizzazione di un pozzo per la ricerca di acqua a scopo geotermico.

Lo schema costruttivo del pozzo è riportato in allegato 1.

Si premette una sintetica descrizione delle attività che verranno svolte per la terebrazione del pozzo completato come segue:

- da 0 a 400 m con DN 8”
- da 400 m a fondo foro con DN 6”

Fasi di lavoro:

- predisposizione cantiere (trasporto materiali – perforatrice – vibrovaglio – realizzazione vasche e canaline...)
- posizionamento e piazzamento perforatrice;
- verifica della posizione a bolla della perforatrice;
- innalzamento del castello mediante martinetti idraulici;
- installazione della vasca di decantazione e del vibrovaglio e collegamento alla attrezzatura di perforazione;
- installazione avampozzo in PVC;
- inserimento dell'utensile di perforazione e terebrazione tramite la rotazione del medesimo, il moto rotatorio viene trasmesso allo scalpello mediante la batteria d'aste che vengono inserite (aggiunte) via a via che si avvanza nella perforazione; il materiale di scavo viene portato alla luce mediante il fluido di perforazione con metodo a circolazione diretta; si prosegue nello scavo fino al raggiungimento della profondità prevista;

- arrivati a fondo scavo si procede col bilanciamento dei fanghi e quindi l'estrazione della batteria di aste;
- una volta "liberato il foro" inizia la fase di tubaggio ovvero l'inserimento della tubazione da 8", al termine delle operazioni di posa della tubazione, viene eseguita la cementazione esterna della camicia nell'intero tratto dal fondo alla superficie;
- successivamente si riprende la perforazione con diametro ridotto e con fango interamente ripulito dai detriti di perforazione fino alla fondo del pozzo;
- al termine della perforazione, si estraggono le aste di perforazione
- log geofisici (gamma ray);
- verifiche sulle caratteristiche delle acque
- inserimento della colonna definitiva di emungimento (6") intervallata dalle superfici filtranti; nel caso di profondità superiori al previsto o per motivi legati alla perforazione il diametro potrà essere ridotto (4")
- spurgo e lavaggio mediante pistonaggio e air lift fino all'ottenimento di acqua chiara (contenuto di sabbia inferiore a 5 ppm salvo diverse prescrizioni);
- prove di portata (test idrogeologici a gradini di portata con monitoraggio dei principali parametri);
- campionamenti per le analisi chimiche;
- smantellamento cantiere e messa in sicurezza del pozzo (in attesa dell'ottenimento della concessione).

3.3 Schema descrittivo dell'ubicazione dei lavori e delle attività preparatorie

Le seguenti figure riportano lo schema descrittivo dell'ubicazione dei lavori.

La scelta dell'ubicazione del pozzo è motivata anche dalla necessità, nel caso di manutenzioni, di poter accedere al pozzo stesso con mezzi pesanti senza andare ad interferire con le ampie aree verdi e le strutture presenti.

L'area di cantiere vedrà la presenza di:

- macchina perforatrice
- gruppo elettrogeno
- vasca decantazione
- vibrovaglio
- area deposito materiale
- box
- wc chimico

L'area di cantiere sarà resa non accessibile mediante apposita recinzione di cantiere.

All'ingresso sarà posto un cartello con l'indicazione di:

- Comune
- Provincia
- Ufficio competente
- Proprietario
- Committente
- Lavori previsti
- Data inizio lavori
- Data fine lavori
- Progettista
- Direttore lavori
- Ditta incaricata dei lavori
- Capo cantiere
- Responsabile sicurezza

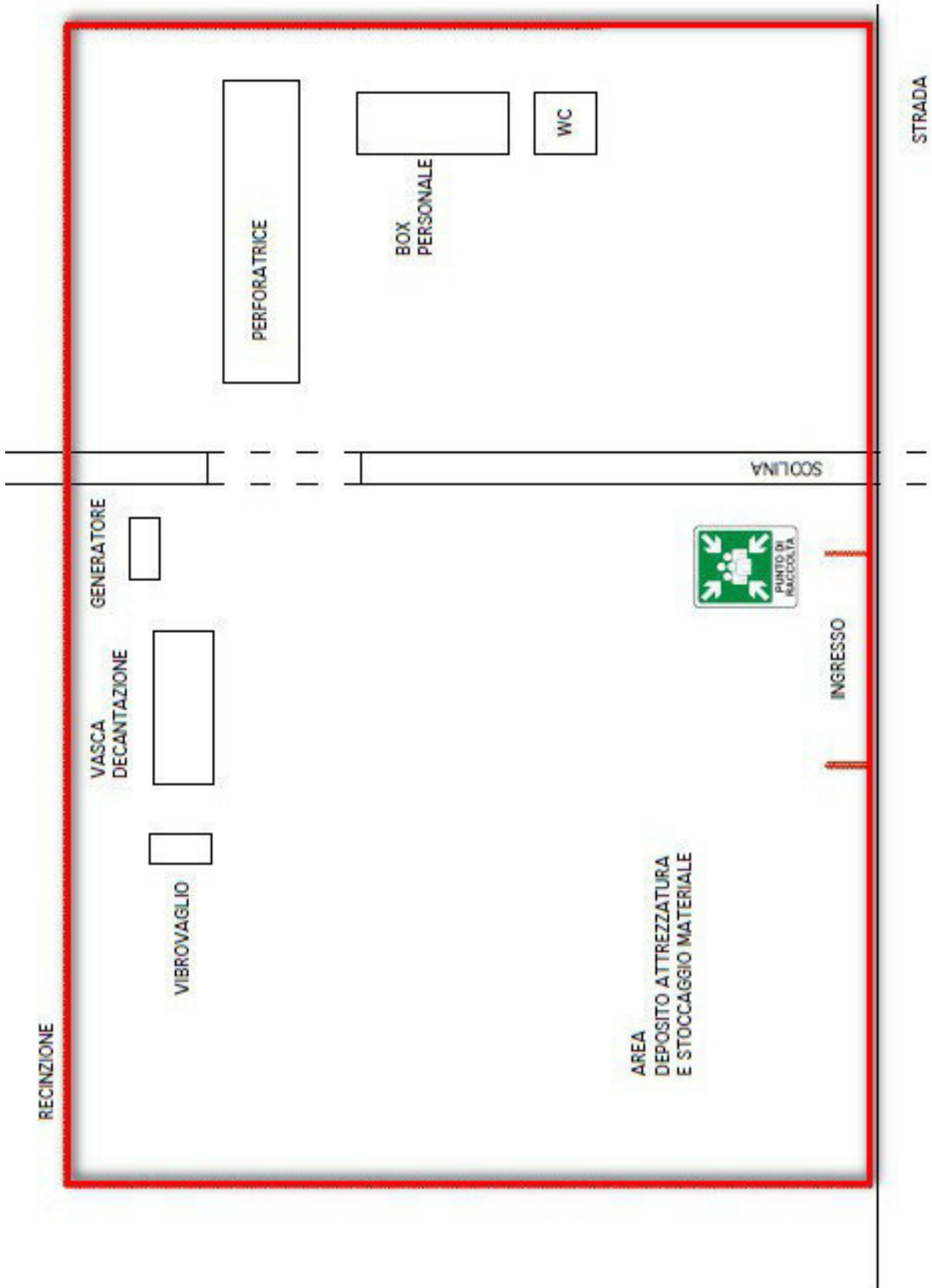


Figura 1 – Disposizione di cantiere

3.4 *Tecnica di perforazione e materiali*

Si distingue la metodologia prevista nel tratto 0-400 m di profondità (acquiferi “freddi”) da quella nel tratto da 400 m a fondo foro.

Il pozzo è telescopico. Il diametro viene ristretto a partire dai 400 m di profondità. Al fine di garantire la massima durabilità dell’opera e considerato il carattere geotermico della falda ricercata, si prevede di completare il pozzo in acciaio.

L’intera perforazione, verrà eseguita fin quando possibile senza utilizzo di bentonite (ad “acqua chiara”) e quindi con un fluido di perforazione bentonico progressivamente bilanciato in fase di perforazione in funzione delle esigenze di stabilizzazione del foro e di garanzia di assenza di miscelazione tra falde diverse. Per la stabilizzazione del foro si prevede quindi l'utilizzo di argille naturali (bentoniti) il cui utilizzo non comporta impatti ambientali negativi.

Durante le fasi di perforazione sarà garantita la presenza di un Geologo in cantiere che analizzerà il cutting di perforazione e redarrà il profilo geologico-stratigrafico del foro.

L’intero cantiere sarà svolto sotto la responsabilità di una Direzione Lavori Geologici già affidata allo scrivente Tecnico.

Si prevede la cementazione dapprima della colonna relativa ai primi 400 metri di perforazione. Nella fase successiva si prevede la cementazione di tutti i livelli permeabili non captati, incontrati tra i 400 metri di profondità ed il fondo foro.

E’ inoltre previsto un avampozzo in PVC nel primo centinaio di metri al fine di garantire protezione dalla corrosione della parte più sommatatale del pozzo (la più esposta a fenomeni di questo tipo).

La testa pozzo sarà dotata, come da prassi consolidata, di un sistema di chiusura e protezione.

3.4.1 *Tratto 0-400 m*

Caratteristiche della perforazione:

- perforazione a circolazione diretta senza utilizzo di bentonite (ad “acqua chiara”) o fluido di perforazione bentonitico;
- cementazione esterna della camicia in PVC PN10 (con funzioni protettive) di diametro 315 mm da 0 a 100 m;
- installazione camicia in acciaio da 8” spessore 7 mm
- cementazione esterna (con immissione di boiaccia dal basso verso l’alto) della camicia in acciaio con diametro esterno da 8” da 0 a 400 m.

3.4.2 *Tratto 400 m - fondo foro*

Caratteristiche della perforazione:

- perforazione a circolazione diretta senza utilizzo di bentonite (ad “acqua chiara”) o fluido di perforazione bentonitico;
- interruzione della perforazione ad ogni livello acquifero intercettato ed eventuale cementazione di livelli da non porre in sfruttamento;

- ripresa della perforazione;
- scelta definitiva dello schema di completamento del pozzo;
- completamento del pozzo con colonna in acciaio inox con diametro esterno da 6” e filtri a spirale continua (“Jonhson”) – con diametro interno da 6” e spessore 5,3 mm – slot da definire in funzione della geologia dell'acquifero captato.

3.4.3 Strumentazione

Si riportano, a titolo di esempio della strumentazione utilizzabile, le caratteristiche della perforatrice recentemente utilizzata in un analogo cantiere, diretto dallo scrivente e localizzato in Regione Friuli Venezia Giulia (nei pressi del fiume Tagliamento): marca Co.me.tri.a. è una macchina da perforazione con palco e funzionamento meccanico, tavola rotary e argano. Il castello di perforazione è poggiato su n° 8 stabilizzatori meccanici su un'area di mq 8, è alto m 15 dal piano campagna, è dotata di due argani del tiro di Kg 5.000 cadauno ed una pompa fango di lt/min 1000. La macchina è conforme alla “direttiva macchine”.



Figura 2 – Esempio di perforatrice adatta alla prevista ricerca.

- a. all'arrivo in cantiere**
- b. in fase di perforazione**

Si prevede di utilizzare una macchina con caratteristiche analoghe. Le caratteristiche verranno riportate nella documentazione di fine lavori, oltre che nel documento di sicurezza e salute previsto dall'art. 9 del D.Lgs. 624/96.

In cantiere sarà dotato di un vibrovaglio in quanto tale strumentazione migliora la gestione sia tecnica che ambientale del cantiere e permette anche un migliore campionamento dei litotipi perforati.



Figura 3 – Esempio di vibrovaglio utilizzato in cantiere.

Il materiale in uscita dal vibrovaglio consiste prevalentemente in una sabbia sottile, totalmente priva di elementi estranei e/o inquinanti. Il materiale sabbioso può quindi essere riutilizzato nella sistemazione finale del cantiere.



Figura 4 – Esempio di materiale sabbioso in uscita dal vibrovaglio.

Il materiale, privo di sostanze artificiali e/o inquinanti, può essere utilizzato per la sistemazione finale del sito ai sensi dell'art. 185 del D.Lgs. 152/2006. Ciò riduce di molto la quantità di rifiuti prodotti con ovvi benefici ambientali.

3.5 Cubatura del pozzo

La cubatura del pozzo è determinabile sulla base del tubaggio previsto in progetto.

Il progetto prevede l'utilizzo di una tubazione da 8" fino ad una profondità di 400 metri ed una successiva riduzione a 6".

Considerando prudenzialmente una profondità di 800 m si ha che la cubatura del pozzo è la seguente:

- cubatura tratto 0-400 m: 13,0 m³
 - cubatura tratto 400-550 m: 7,3 m³
- cubatura totale: 20,3 m³

La perforazione avverrà con i seguenti diametri:

- perforazione 0-100 m: 17"1/4 pari ad un volume di 15,1 m³
- perforazione 100-400 m: 12"1/4 pari ad un volume di 22,8 m³
- perforazione 400-800 m: 8"1/2 pari ad un volume di 14,6 m³

pari ad un volume teorico complessivo di 52,5 m³. Le modalità di gestione di tale materiale come "terre e rocce da scavo" sono definite nel documento PIANO DI GESTIONE DEI RIFIUTI DI ESTRAZIONE ai sensi del D.Lgs. 117/2008.

3.6 Scelta del filtro

I filtri, al fine di minimizzare le perdite di carico al pozzo nonché per garanzia di durata dell'opera, saranno presumibilmente a spirale continua (filtri tipo "Johnson").

Date le scarse informazioni geologiche disponibili al di sotto dei 600 metri, tale previsione progettuale dovrà essere necessariamente oggetto di verifica in cantiere, sia per quanto riguarda il tipo di filtro, sia per quanto riguarda le caratteristiche e le dimensioni degli slot.

L'esatta lunghezza del filtro sarà definitiva dalla Direzione Lavori Geologici sulla base della stratigrafia effettivamente riscontrata in fase di perforazione

In Figura 5 si riportano un esempio di filtri a spirale continua recentemente utilizzati in un analogo lavoro svolto in Friuli Venezia Giulia¹ (in questo caso gli slot sono da 0,25).

¹ Tutte le foto esemplificative seguenti sono state eseguite da Pietro Zangheri nell'ambito di analoghe attività di Direzione Lavori.

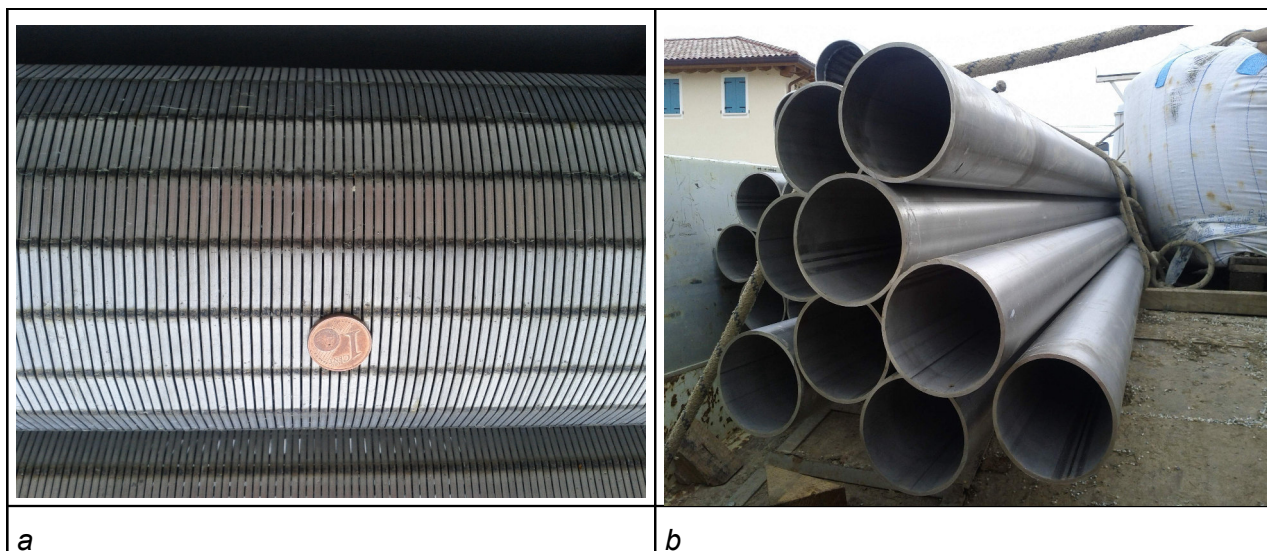


Figura 5 – Filtri a spirale continua, analoghi a quelli previsti in progetto, utilizzati di recente in un cantiere localizzato nell’area della anomalia geotermica.

a. dettaglio

b. al loro arrivo in cantiere.



Figura 6 – Ghiaio calibrato utilizzato per il drenaggio.

3.7 Programma delle prove sul pozzo

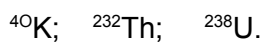
Il programma di massima delle indagini in situ prevede:

1. logs geofisici in foro per la verifica della stratigrafia e della sequenza degli acquiferi;
2. livellazione topografica di teste pozzo e misure piezometriche;
3. prove di pozzo a gradini di portata per la determinazione del comportamento dell'insieme "acquifero-opera di captazione", delle portate critiche e, indirettamente, valutazione dei parametri idrogeologici caratteristici dell'acquifero;
4. prova a portata costante di lunga durata (al termine della prova a gradini);
5. monitoraggi dei parametri fisici di base (conducibilità elettrica, temperatura...).

3.7.1 Prove geofisiche

Prima del completamento del pozzo è prevista di massima la realizzazione di un gamma ray. E' sicuramente uno dei logs geofisici più utilizzati in campo idrogeologico, poiché può essere eseguito anche in condizioni di foro già rivestito. Permette di misurare la radioattività naturale delle formazioni rocciose, attraverso la rilevazione delle radiazioni γ che sono spontaneamente emesse da alcuni elementi radioattivi, instabili, contenuti nelle rocce. Tali elementi tendono naturalmente a decadere portandosi dalla condizione di isotopi instabili a quella di isotopi stabili: il fenomeno è accompagnato da una certa emissione di energia sotto forma di particelle α , β , raggi γ e calore.

I radioisotopi, il cui decadimento è in grado di produrre un'apprezzabile quantità di raggi γ , primi responsabili della radioattività naturale delle rocce, sono:



Questi isotopi sono componenti dei minerali argillosi, presenti ad esempio in argille e marne; ne deriva che tramite la misura della radioattività naturale si possono per esempio distinguere le argille (o le marne) dalle sabbie e dalle arenarie ed inoltre determinare il contenuto percentuale in argilla di una data formazione.

Nello specifico sono disponibili per confronto i dati dell'area di anomalia geotermica del Portogruarese. Questi dati indicano che nelle condizioni geologiche locali il metodo ben distingue i livelli acquiferi sabbiosi e soprattutto ghiaiosi dagli acquicludi e acquitardi argillosi e limosi. In particolare si riportano di seguito i range dei valori di riferimento (espressi in CPS – "colpi per secondo") utilizzati in questa campagna di misure:

- CPS < 15 GHIAIA
- 15 < CPS < 20 GHIAIA E SABBIA
- 20 < CPS < 25 SABBIA
- 25 < CPS < 35 LIMO ARGILLOSO
- CPS > 35 ARGILLA

Si osserva che alcuni gamma ray sono stati eseguiti, sotto la direzione dello scrivente (per il Consorzio di Bonifica Pianura Veneta) su pozzi esistenti. Tali log permetteranno un confronto utile alla definizione esatta degli acquiferi.

3.7.2 Misure piezometriche

Il pozzo verrà completato in modo da permettere la misura del livello potenziometrico della falda sia che questo si trovi al di sopra che si trovi al di sotto del piano campagna.

Di conseguenza, la testa-pozzo sarà dotata di un foro che permetta la misura tramite freatimetro (nel caso di livello al di sotto del piano campagna) o di un attacco filettato (o rubinetto) che permetta il collegamento con un manometro (nel caso di livello al di sopra del piano campagna).

Lo stesso rubinetto permetterà il campionamento delle acque alla testa pozzo.

3.7.3 Progetto delle prove di pozzo a gradini di portata

3.7.3.1 ASPETTI GENERALI

Per verificare l'efficienza del sistema acquifero-pozzo e la portata ottimale del pozzo stesso e quindi scegliere la pompa più adeguata, è prassi eseguire una prova a gradini di portata.

Questo tipo di prova fornisce la curva caratteristica del pozzo² e permette di verificare i seguenti parametri:

- portata critica: consente di verificare la portata ottimale dell'opera di presa affinché non si verifichino eccessive perdite di carico ai filtri;
- indice di produttività: è la portata erogata rapportata alla depressione potenziometrica che essa produce, e consente di valutare la produttività del pozzo e l'efficienza del complesso acquifero-pozzo.

Tramite formule empiriche è inoltre possibile stimare la trasmissività.

3.7.3.2 MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLA PROVA

Da un punto di vista pratico, l'acquisizione dei dati in campagna avviene misurando diversi valori di portata ed il corrispondente livello idrodinamico. La misura del livello dinamico fa riferimento al valore pseudo-stabilizzato per ogni gradino di portata impostato.

Considerando le caratteristiche dell'acquifero intercettato, è prevedibile che la depressione potenziometrica si stabilizzi molto velocemente a seguito della regolazione della portata di produzione.

La prova viene eseguita misurando inizialmente il livello statico rispetto alla bocca-pozzo, quindi misurando i livelli dinamici in fase di discesa ai diversi gradini di portata, agendo sulla saracinesca della pompa provvisoria. In pratica vengono misurati i diversi livelli dinamici ai diversi valori di portata.

Si prevedono i seguenti gradini di portata:

² La curva caratteristica è un documento fondamentale. Eseguita al tempo del collaudo del pozzo, è una vera scheda di identificazione che deve figurare obbligatoriamente nel dossier dell'opera. Essa sarà utilizzata, ulteriormente, per rilevare i miglioramenti (sviluppi) o i peggioramenti (intasamento), seguiti allo sfruttamento dell'opera (invecchiamento). (Castany, 1982)

GRADINO	PORTATA (l/s)
0	0
1	1,5
2	3,0
3	6,0
4	12,0

Per l'esecuzione della prova sarà necessaria una pompa sommersa da almeno 5" o 6" (una pompa da 4" arriva al massimo ad una portata di circa 7 l/s)

Presumibilmente la stabilizzazione si otterrà in tempi molto brevi (i gradini saranno comunque di almeno 30-60 minuti).

I gradini andranno effettuati con incrementi successivi della portata, senza interrompere l'emungimento tra un gradino e l'altro.

E' prevista il monitoraggio anche in fase di risalita, regolando il tempo di scansione del data logger sul tempo più breve possibile (data la rapidità della risalita in questi acquiferi).

E' previsto che la pompa abbia una valvola di fondo, in modo da non avere alterazioni nella curva di risalita.

3.7.3.3 MODALITÀ REGISTRAZIONE DATI

Livelli potenziometrici

Tramite data logger, collegato alla testa pozzo nella prima fase (portata fluente) ed in pozzo nella seconda (prelievo con pompa).

Precisione: < 1 centimetro

Portata

Tramite misuratore di portata ("contaltri").

Misura di altri parametri

E' prevista la misura a bocca pozzo della temperatura dell'acqua con una sensibilità di almeno 0,1°C, tramite strumento registratore (data logger) o mediante misure periodiche. In particolare è importante la misura della temperatura alla fine di ciascun gradino.

E' prevista la misura della conducibilità elettrica dell'acqua con una sensibilità di almeno 10 µs/cm. Anche per questo parametro la misura viene effettuata a bocca pozzo, tramite strumento registratore (data logger) o mediante misure periodiche. Va prestata attenzione alla presenza di gas che può alterare la misura della conducibilità elettrica.

3.7.4 Prova di lunga durata

Al termine della prova a gradini si manterrà il pozzo in emungimento con la portata massima per un tempo di circa 24 ore. Al termine della prova verrà registrata la risalita.

Sia in fase di prova di pompaggio che in fase di perforazione verranno misurati alcuni parametri di base: livello, temperatura dell'acqua, conducibilità elettrica.

Al termine delle prove di pompaggio verrà prelevato un campione d'acqua per l'analisi in laboratorio chimico.

3.7.5 Scelta della eventuale pompa

Come da prassi consolidata, nella progettazione-esecuzione di un pozzo per acqua, al termine della fase di esecuzione si prevede:

- la realizzazione di una prova di pozzo a gradini di portata (“prova di pozzo”) mediante l’utilizzo di una pompa “provvisoria”;
- la definizione sperimentale della curva caratteristica con la determinazione della “portata critica”;
- la scelta della (eventuale) pompa da installare definitivamente nel pozzo e della profondità di installazione, in funzione della curva caratteristica sperimentalmente ottenuta e della portata critica.

3.8 Campionamento ed analisi delle acque sotterranee

Si procederà all’esecuzione di una campagna di campionamento ed analisi per accertare le caratteristiche chimiche, chimico-fisiche e microbiologiche delle acque sotterranee.

I parametri che saranno analizzati sono i seguenti:

Analisi generali

PARAMETRO	UdM
Temperatura aria	°C
Temp. acqua alla sorgente	°C
pH (alla T della sorgente)	Unità pH
Conducibilità elettrica a 20°	µS/cm
Salinità	mg/l
Residuo a 180°C	mg/l
Ossidabilità (O ₂)	mg/l
Durezza totale	°F
Anidride carbonica libera	mg/l
Bicarbonati (HCO ₃ ⁻)	mg/l
Silice (SiO ₂)	mg/l
Fosforo totale (P ₂ O ₅)	mg/l
Grado solfidrimetrico (H ₂ S)	mg/l
Ione ammonio (NH ₄ ⁺)	mg/l

Analisi degli anioni

PARAMETRO	UdM
Cianuri (CN ⁻)	mg/L
Fluoruri (F ⁻)	mg/L
Nitrati (NO ₃ ⁻)	mg/L
Nitriti (NO ₂ ⁻)	mg/L
Cloruri (Cl ⁻)	mg/L
Solfati (SO ₄ ²⁻)	mg/L
Bromuri (Br ⁻)	mg/L
Ioduri (I ⁻)	mg/L

Analisi dei metalli

PARAMETRO	UdM
Alluminio (Al)	mg/l
Antimonio (Sb)	mg/l
Arsenico (As)	mg/l
Bario (Ba)	mg/l
Boro (B)	mg/l
Cadmio (Cd)	mg/l
Calcio (Ca)	mg/l
Cromo (Cr)	mg/l
Ferro disciolto (Fe)	mg/l
Litio (Li)	mg/l
Magnesio (Mg)	mg/l
Manganese (Mn)	mg/l
Mercurio (Hg)	mg/l
Nichel (Ni)	mg/l
Piombo (Pb)	mg/l
Potassio (K)	mg/l
Rame (Cu)	mg/l
Selenio (Se)	mg/l
Sodio (Na)	mg/l
Stronzio (Sr)	mg/l

Per quanto riguarda le analisi microbiologiche, i parametri previsti sono:

PARAMETRO	UdM
Carica microbica tot. a 37°C	UFC/ml
Carica microbica tot. a 20°C	UFC/ml
Coliformi totali (1° replica)	UFC/ml
Coliformi totali (2° replica)	UFC/250 ml
Streptococchi fecali (1° replica)	UFC/250 ml
Streptococchi fecali (2° repl.)	UFC/250 ml
Staphylococcus aureus	UFC/250 ml
Pseudomonas aeruginosa	UFC/250 ml
Clostridi solfito riduttori	UFC/250 ml

4 Tipo e quantità di rifiuti e degli scarichi derivanti dalla terebrazione e dalle prove di produzione

Attività che potenzialmente producono rifiuti e scarichi derivano sia dalle fasi di terebrazione che dalle prove di produzione.

Fase di terebrazione

Va innanzitutto ricordato che:

- la perforazione è prevista senza aggiunta di additivi potenzialmente contaminanti
- il cantiere sarà dotato di vibrovaglio

Questa scelta progettuale riduce drasticamente la quantità di rifiuti prodotti.

Cio premesso, in fase di perforazione vi sarà produzione, in uscita dal vibrovaglio, di terre da scavo prive di contaminanti, di granulometria prevalentemente sabbioso fine. Si prevede, in un'ottica di massima compatibilità ambientale di gestire tali materiali non come rifiuti ma come sottoprodotti.

I detriti della perforazione separati dal fluido e raccolti nella vasca, si possono considerare sottoprodotto ai sensi del D.lgs 152/2006, nel caso soddisfino una serie di requisiti.

Più in dettaglio i requisiti da soddisfare, previsti dall'art. 184 bis, sono i seguenti:

a) la sostanza o l'oggetto è originato da un processo di produzione, di cui costituisce parte integrante, e il cui scopo primario non è la produzione di tale sostanza od oggetto;

b) è certo che la sostanza o l'oggetto sarà utilizzato, nel corso dello stesso o di un successivo processo di produzione o di utilizzazione, da parte del produttore o di terzi;

c) la sostanza o l'oggetto può essere utilizzato direttamente senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale;

d) l'ulteriore utilizzo è legale, ossia la sostanza o l'oggetto soddisfa, per l'utilizzo specifico, tutti i requisiti pertinenti riguardanti i prodotti e la protezione della salute e dell'ambiente e non porterà a impatti complessivi negativi sull'ambiente o la salute umana.

Nel caso in esame di perforazione, in area non contaminata, ad "acqua chiara" o con bentoniti naturali, risulta evidente che i requisiti richiesti dall'art. 184 bis sono soddisfatti.

I detriti di perforazione, costituiti da litotipi grossolani con modeste percentuali (3% ca.) di argille naturali (bentonite) saranno quindi riutilizzati in situ per la rimodellazione del terreno al termine dei lavori di perforazione.

La profondità a cui avverrà la perforazione e l'assenza di additivi non naturali, permettono di considerare dimostrata la condizione esposta al punto a) (assenza di contaminazione).

Inoltre la definizione delle caratteristiche geologico stratigrafiche permette di affermare (verificando quanto richiesto dal punto d)) che per l'utilizzo di tali materiali di scavo per normali pratiche di cantiere non è necessario sottoporre i materiali da scavo ad alcun preventivo trattamento.

Nel caso specifico i materiali di scavo, costituiti da prevalentemente da sabbie (non contaminate), potranno essere riutilizzate sullo stesso sito per il suo ripristino a fine lavori. In questo caso, il riutilizzo sullo stesso sito necessita semplicemente della dimostrazione di assenza di contaminazione.

Per quanto riguarda le acque, vi sarà produzione essenzialmente in fase delle prove di produzione.

I quantitativi previsti sono i seguenti.

Tabella 1 – Stima dei volumi di acque derivanti dalle operazioni di perforazione e di prove di produzione.

Gradino	Portata (l/s)	Tempo (s)	Quantità (mc)
1	1,5	1800	3,3
2	3	1800	4,8
3	6	1800	7,8
4	120	86400	98,4
TOTALE			114,3

Considerando anche le portate derivanti dalle fasi di perforazione, si può valutare il quantitativo totale di 150 mc.

Tale scarico, previa decantazione in modo da consentire un'adeguata chiarificazione che la renda compatibile con la sua immissione nel ricettore, acqua che rispetterà i limiti del Dlgs 152/2006 tab.5 all.5. Tale procedimento si configura come immissione occasionale di acqua superficiale, non soggetta ad autorizzazione ai sensi dell'art.137 comma 5 della suddetta legge (relativa giurisprudenza), in ordine al quale la Direzione Lavori inoltrerà debita comunicazione alle eventuali autorità competenti diverse dalla Regione Veneto.

Per quanto riguarda la canalizzazione delle acque, data la presenza del vibrovaglio, risulta sufficiente la realizzazione delle consuete canaline di cantiere dall'area perforatrice ai punti di scarico. Tali modestissime (prof. 20-30 cm) "canalizzazioni" saranno facilmente ripristinate a fine cantiere, anche con il materiale sabbioso derivante dalla filtropressa.

5 Opere di ripristino a fine cantiere

5.1 Ripristino area di cantiere

Le più volte citate scelte progettuali di utilizzare un vibrovaglio in cantiere, riducono sia le opere preliminari all'avvio del cantiere che le opere di ripristino a fine cantiere.

Infatti a fine cantiere sarà sufficiente:

- rimuovere la perforatrice e le attrezzature accessorie (baracca di cantiere, bagni chimici, gruppo elettrogeno, recinzioni..);
- sistemare l'area di pochi metri quadrati adiacente il pozzo;
- livellare l'area mediante l'utilizzo di macchine da cantiere e con l'utilizzo dei materiali sabbiosi derivanti dal vibrovaglio.

Al progetto è allegata comunicazione di impegno di remissione in pristino dei luoghi (art. 15, Legge 9/1991).

5.2 Modalità di chiusura della perforazione in conseguenza ad un eventuale esito negativo

La normativa vigente prevede che, in caso di esito negativo della perforazione, l'obbligo di chiusura della perforazione.

Nel progetto in esame tale probabilità appare improbabile.

In ogni caso si definiscono le modalità di chiusura della perforazione.

Si prevede di utilizzare il sistema (peraltro ampiamente utilizzato) di chiusura mediante iniezione di boiaccia cementizia (12 q.li di cemento con 6 quintali di acqua) addizionata con 2% di bentonite, pompata dal basso (fondo pozzo).

6 ***Cronoprogramma di massima***

Si riporta il cronoprogramma di massima dei lavori.

7 Conclusioni

Il presente elaborato ha definito il programma di ricerca per acque ad uso geotermico. Il programma prevede una serie di indagini in situ ed in laboratorio che verranno svolte impiegando un pozzo di cui si è progettata la perforazione.

Una volta eseguita la ricerca verrà fornito un dettagliato rapporto sulle attività di indagine svolte e sui risultati ottenuti e, in caso di un prevedibile esito positivo, verrà presentata la documentazione necessaria per la richiesta di concessione.

Luglio 2015

CAORLE RIVIERA srl
Viale Trieste, 18/D
30029 SANTO STINO DI LIVENZA (VE)
C.F. e P.IVA 02051870307



Prof. Geol. Pietro Zangheri

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "Pietro Zangheri".



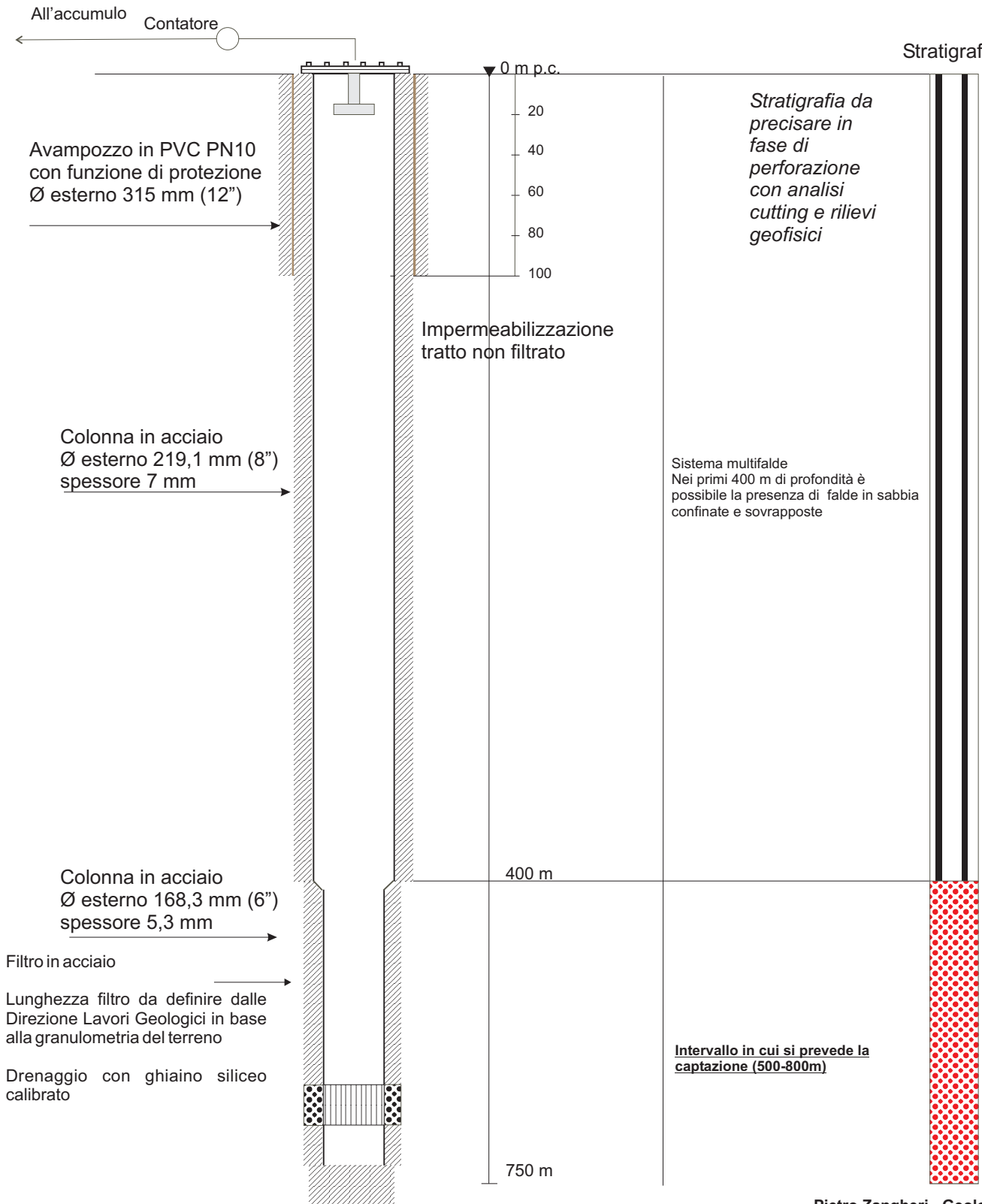
Dott. Agr. Bruna Basso

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "Bruna Basso".

Allegato 1 – Schema costruttivo del pozzo

SCHEMA PROGETTUALE POZZO ESPLORATIVO E DI PRODUZIONE a 750 m

Stratigrafia



***Allegato 2 – Computo relativo alla perforazione e
realizzazione del pozzo***

Permesso di ricerca – Caorle Riviera srl
Computo e specifiche pozzo esplorativo e di produzione
Costi computati in base a prezziario ANIPA ed altre fonti

N.	Descrizione	Unità	Q.tà	Prezzo unitario	Prezzo totale
3	Impianto cantiere e perforazione				
3.1	Trasporto in andata e ritorno della macchina di perforazione, delle attrezzature ausiliarie e dei materiali occorrenti per l'allestimento di un impianto a rotazione con circolazione diretta dei fluidi. Impianto cantiere nessun onere escluso	Cad.	1	€ 5.600,00	€ 5.600,00
3.3.2	Perforazione in terreno alluvionale di granulometria compresa tra l'argilla e la ghiaia (di qualsiasi consistenza) eseguita mediante tecnica a rotazione con circolazione diretta dei fluidi compresi gli oneri per l'eventuale preparazione del "fango" per il controllo dei parametri fisici principali, la separazione dei solidi. Durante la perforazione è prevista la presenza di un Geologo incaricato dalla committenza, che eseguirà il campionamento del cutting e redigerà la stratigrafia. Diametro minimo 17" ½	m	100	€ 180,00	€ 18.000,00
3.3.3	Perforazione in terreno alluvionale di granulometria compresa tra l'argilla e la ghiaia (di qualsiasi consistenza) eseguita mediante tecnica a rotazione con circolazione diretta dei fluidi compresi gli oneri per l'eventuale preparazione del "fango" per il controllo dei parametri fisici principali, la separazione dei solidi. Durante tutte le fasi di perforazione è prevista la costante presenza di un Geologo incaricato dalla committenza, che eseguirà il campionamento del cutting e redigerà la stratigrafia. Diametro minimo 12" ¼	m	300	€ 150,00	€ 45.000,00
3.3.4	Perforazione in terreno alluvionale o roccioso di qualsiasi consistenza eseguita mediante tecnica a rotazione con circolazione diretta dei fluidi compresi gli oneri per l'eventuale preparazione del "fango" per il controllo dei parametri fisici principali, la separazione dei solidi. Durante tutte le fasi di perforazione è prevista la costante presenza di un Geologo incaricato dalla committenza, che eseguirà il campionamento del cutting e redigerà la stratigrafia. Diametro minimo 8" ½	m	120	€ 150,00	€ 18.000,00

Permesso di ricerca – Caorle Riviera srl
Computo e specifiche pozzo esplorativo e di produzione
Costi computati in base a prezziario ANIPA ed altre fonti

N.	Descrizione	Unità	Q.tà	Prezzo unitario	Prezzo totale
6	Prove in corso di perforazione				
6.4	Logs geofisici in foro Gamma Ray, Ps, Single Point, 16", 64", Laterale, T° secondo le modalità definite dal Geologo Direttore dei Lavori (attività subappaltabile) Costo a metro comprensivo anche dell'impianto cantiere	m	800	€ 18,00	€ 14.400,00
6.5	Cementazione di eventuali strati con forti assorbimenti	m	0		0
7	Tubi e filtri				
7.4.1	Avampozzo in PVC atossico Diametro esterno 330 mm – spessore 19 mm	m	100	€ 100,00	€ 10.000,00
7.4.2	Fornitura e posa in opera della tubazione permanente realizzata in lamiera calandrata e saldata in acciaio. Le barre in tubo saranno intestate perpendicolarmente all'asse e cianfrinate per favorire la penetrazione della saldatura. La saldatura sarà eseguita con elettrodi di acciaio con classe superiore a quella del materiale di base, la penetrazione non inferiore all'80% dello spessore. Il disassemblamento della tubazione non inferiore allo 0,5%. Sono compresi i centralizzatori ogni 12 m nei tratti richiesti dal Geologo Direttore dei Lavori Diametro 8" – spessore 4 mm	m	400	€ 155,00	€ 62.000,00
7.4.3	Fornitura e posa in opera della tubazione permanente realizzata in lamiera calandrata e saldata in acciaio. Le barre in tubo saranno intestate perpendicolarmente all'asse e cianfrinate per favorire la penetrazione della saldatura. La saldatura sarà eseguita con elettrodi di acciaio con classe superiore a quella del materiale di base, la penetrazione non inferiore all'80% dello spessore. Il disassemblamento della tubazione non inferiore allo 0,5%. Sono compresi i centralizzatori ogni 12 m nei tratti richiesti dal Geologo Direttore dei Lavori Diametro 6" – spessore 4 mm	m	380	€ 120,00	€ 45.600,00

Permesso di ricerca – Caorle Riviera srl
Computo e specifiche pozzo esplorativo e di produzione
Costi computati in base a prezziario ANIPA ed altre fonti

N.	Descrizione	Unità	Q.tà	Prezzo unitario	Prezzo totale
7.7.1	Fornitura e messa in opera della tubazione permanente di filtri in acciaio inox AISI 304 a spirale continua realizzati con filo triangolare avvolto su barrette longitudinali e unito con elettrosaldatur su ogni punto di contatto. Gli anelli alle estremità di ogni barra di filtro saranno intestati perpendicolarmente all'asse. La saldatura sarà eseguita con elettrodi di acciaio con classe superiore a quella del materiale di base, la penetrazione non inferiore all'80% dello spessore. Il disassemblamento della tubazione non inferiore allo 0,5%. Diametro 6" – spessore 4 mm	m	20	€ 150,00	€ 3.000,00
8	Drenaggio e riempimento				
8	DRENAGGIO E RIEMPIMENTO In ghiaio calibrato		20	€ 250,00	€ 5.000,00
9	Cementazione ed impermeabilizzazione				
9	CEMENTAZIONE E IMPERMEABILIZZAZIONE Cementazione dell'intercapedine compresa tra perforazione e tubazione eseguita mediante la fornitura di boiaccia di cemento 32,5 della densità di t/mc 1,8 (circa t 1,2 di cemento ogni mc di miscela) messa in opera secondo le indicazioni concordate con il Geologo Direttore dei Lavori. Quantità indicativa 15 mc	corpo	1	€ 5.000,00	€ 5.000,00
10	SPURGO E SVILUPPO				
10	SPURGO E SVILUPPO Spurgo del pozzo eseguito con sistema di air lift e/o pistone Sviluppo del pozzo eseguito con azione meccanica di pistone e fune (pistonaggio) in corrispondenza del tratto finestrato fino all'ottenimento di acqua chiara da verificare da parte del Geologo Direttore dei Lavori	corpo	1	€ 5.000,00	€ 5.000,00
11	Prove di portata e collaudi				
	Prova di pozzo a gradini di portata				

Permesso di ricerca – Caorle Riviera srl
Computo e specifiche pozzo esplorativo e di produzione
Costi computati in base a prezziario ANIPA ed altre fonti

N.	Descrizione	Unità	Q.tà	Prezzo unitario	Prezzo totale
11.1	Allestimento della pompa sommersa di potenza adeguata a fornire una portata fino a 12 l/s, con tubazione di mandata affiancata da un piccolo tubo destinata alla installazione del misuratore di livello e possibilità di misurare la prevalenza anche al di sopra della testa pozzo; predisposizione di una saracinesca per la regolazione del flusso, un sistema di misura di portata, la tubazione di scarico fino al recettore più vicino (max m 50). La strumentazione di acquisizione in continuo dei livelli e la relativa gestione, verrà installata secondo le indicazioni del Geologo Direttore dei Lavori	corpo	1	€ 2.000,00	€ 2.000,00
11.2.1	Prova del pozzo eseguita con pompa fino ad un massimo da 25 kw e generatore	ore	80	€ 80,00	€ 6.400,00
11.3	Log televisivo	corpo			
11.3.1	Mobilizzazione e rapporto	corpo	1	€ 400,00	€ 400,00
11.3.2	Log televisivo	al metro	800	€ 8,00	€ 6.400,00
12	Testa pozzo				
12	Completamento con testa pozzo dotata di foro richiudibile per le misure di livello piezometrico e di rubinetto per collegamento a manometro ed il campionamento delle acque Predisposizione e montaggio contatore per la misura della quantità di acqua emunta Protezione della testa pozzo con un pozzetto di lato un metro	corpo	1	€ 3.000,00	€ 3.000,00
13	Gestione rifiuti e terre da scavo				
13	Gestione dei residui di perforazione secondo il Piano presentato ed approvato dalla Regione Veneto	corpo	1	€ 2.500,00	€ 2.500,00
14	Cantiere				
	Opere di cantiere (installazione box,WC, recinzioni ove mancanti, cartellonistica etc.)	corpo	1	€ 2.500,00	€ 2.500,00
15	Sicurezza				
15	Oneri per la sicurezza		1	€ 5.000,00	€ 5.000,00
17	Messa in pristino				
17.1	Messa in pristino dei luoghi		1	€ 3.000,00	€ 3.000,00

Permesso di ricerca – Caorle Riviera srl
Computo e specifiche pozzo esplorativo e di produzione
Costi computati in base a prezziario ANIPA ed altre fonti

N.	Descrizione	Unità	Q.tà	Prezzo unitario	Prezzo totale
17.2	Eventuale chiusura del pozzo con cementazione in caso di esito negativo della ricerca mediante iniezione di boiaccia cementizia (12 q.li di cemento con 6 quintali di acqua) addizionata con 2% di bentonite, pompata dal basso (fondo pozzo)		1	€ 18.000,00	€ 18.000,00

TOTALE COSTO (IVA ed eventuali chiusura esclusa)	€ 267.800,00
---	---------------------

Allegato 3 – Stima dei costi complessivi della ricerca

Ricerca acque termale – Caorle Riviera srl

Stima dei costi delle ricerche

n.	Voce	U.M.	num.	Costo unitario	Costo complessivo
1	Caratterizzazione geologica ed idrogeologica – Perforazione e completamento pozzo esplorativo				
1.1	Perforazione pozzo esplorativo – completamento – spurgo e sviluppo – prove di pozzo a gradini di portata – oneri per la sicurezza come da COMPUTO IN BASE A PREZZIARIO ANIPA IN ALLEGATO 3		1	€ 267.800,00	€ 267.800,00
1.2	Assistenza geologica in cantiere - Direzione lavori (da parte di Geologo con specifica esperienza nel campo dei pozzi per acqua)		1	€ 9.000,00	€ 9.000,00
1.3	Livellazione topografica	corpo	1	€ 1.500,00	€ 1.500,00
	Totale				€ 278.300,00
2	Qualità acque sotterranee				
2.1	Analisi chimiche delle acque presso laboratorio ufficiale	cad.	1	€ 500,00	€ 500,00
2.2	Analisi microbiologiche delle acque	cad.	1	€ 1.000,00	€ 1.000,00
	Totale				€ 1.500,00
3	Elaborazione e valutazione dei dati				
3.1	Interpretazione dati idrogeologici ed idrochimici; Relazioni tecniche. Valutazione della sostenibilità del prelievo	corpo	1	€ 5.000,00	€ 5.000,00
	Totale				€ 5.000,00
4	Varie ed imprevisti				
4.1	Varie ed imprevisti (10%)	corpo	1		€ 28.480,00
4.2	Costi amministrativi	corpo	1	€ 10.000,00	€ 10.000,00
	Totale				€ 38.480,00
	TOTALE COMPLESSIVO				€ 323.280,00
	IVA				€ 64.656,00
	TOTALE IVATO				€ 387.936,00