

Richiedente: **LIFENERGY S.r.l.**



REGIONE VENETO
PROVINCIA DI VICENZA

**Permesso di ricerca di risorse geotermiche
"MONTECCHIO PRECALCINO".**

2- Relazione geologico-tecnica
e Progetto Definitivo per la realizzazione di
due pozzi esplorativi geotermici denominati
"Montecchio Precalcino 1" e "Montecchio
Precalcino 2"

GENNAIO 2015

Sommario

0 – PREMESSA E RIFERIMENTI NORMATIVI.....	2
1 - POSSIBILITÀ TECNICO-ECONOMICHE DI UTILIZZAZIONE DEI FLUIDI GEOTERMICI ED OBIETTIVI FINALI DELLA RICERCA.....	4
2 – INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA DEL PERMESSO DI RICERCA.....	9
2.1 <i>Forme antropiche</i>	12
3 – INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE	14
3.1 – <i>Tettonica della microplacca Adria</i>	14
3.2 - <i>Inquadramento geologico-strutturale</i>	15
3.3 – <i>La faglia di Schio-Vicenza</i>	19
3.4 – <i>Successione stratigrafica del Recoarese</i>	21
3.5 – <i>Litologie nella zona del permesso di ricerca</i>	25
4 – CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA.....	27
5. CARATTERIZZAZIONE GEOTERMICA.....	35
5.1 <i>Circolazione dei fluidi e geochimica delle acque</i>	35
5.2 <i>Modello concettuale di riferimento per la ricerca geotermica</i>	38
5.3 <i>Dati geofisici disponibili - contributo al modello geotermico preliminare</i>	43
6 – DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA DEI LAVORI DELLA RICERCA.....	48
6.1 <i>Le opere in progetto</i>	53
6.2 <i>Il territorio interessato dal progetto di perforazione del pozzo esplorativo</i>	55
6.3 <i>Attività propedeutiche alla perforazione dei pozzi</i>	57
7. DESCRIZIONE DEL PROGETTO DI PERFORAZIONE ESPLORATIVA	59
7.1 <i>Criteri e tecnologie di perforazione</i>	59
7.2 <i>Realizzazione della postazione di perforazione e viabilità d'accesso</i>	62
7.3 <i>Attività di realizzazione delle postazioni</i>	66
7.4 <i>Criteri progettuali, descrizione dell'intervento e dati dimensionali</i>	67
7.5 <i>Logs geofisici e prove di produzione</i>	75
8. PREDISPOSIZIONE DI SISTEMI DI SICUREZZA, CONTROLLO E MONITORAGGIO DELLE ATTIVITA' DI PERFORAZIONE.....	77
8.1 <i>Tecniche di tubaggio e di protezione delle falde idriche, cementazioni speciali</i>	81
8.2 <i>Apparecchiature di sicurezza (diverter, blow-out preventer e sensori gas)</i>	82
8.3 <i>Sismicità dell'area e subsidenza</i>	83
8.4 <i>Stima delle caratteristiche e delle quantità dei rifiuti attesi</i>	92
8.5 <i>Terre e rocce di scavo</i>	94
8.6 <i>Scarichi idrici ed emissioni in atmosfera</i>	94
8.7 <i>Volumi di traffico generato dall'attività di ricerca</i>	95
8.8 <i>Operazioni di ripristino dell'area e sistemazione finale</i>	96
9. PROPOSTA DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	98
9.1 <i>Acque Superficiali</i>	98
9.2 <i>Acque Sotterranee</i>	101
9.3 <i>Atmosfera</i>	102
9.4 <i>Suolo</i>	103
9.5 <i>Monitoraggio sismico</i>	103
9.6 <i>Monitoraggio subsidenza</i>	104
10. CRONOPROGRAMMA.....	105
BIBLIOGRAFIA e Fonti utilizzate	107

0 – PREMESSA E RIFERIMENTI NORMATIVI.

Il presente documento tecnico, redatto su incarico di LIFENERGY Srl (proponente), costituisce il Progetto definitivo per la realizzazione di due pozzi esplorativi geotermici denominati "Montecchio Precalcino 1" e "Montecchio Precalcino 2" all'interno del territorio comunale di Montecchio Precalcino in Provincia di Vicenza (progetto definitivo ai sensi dell'art. 23, comma 1 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. – Elaborato 2). I pozzi esplorativi saranno realizzati nell'ambito del progetto di ricerca geotermico del Permesso di Ricerca per risorse geotermiche denominato convenzionalmente "Montecchio Precalcino", che si estende in parte del territorio dello stesso Comune di Montecchio Precalcino, del Comune di Breganze, del Comune di Dueville, del Comune di Sandrigo, del Comune di Sarcedo e del Comune di Villaverla in Provincia di Vicenza.

La Lifenergy Srl in data 05/07/2013 ha presentato istanza di permesso di ricerca di risorse geotermiche alla Regione Veneto (prot. n. 307847 del 18/07/2013), ai sensi del D.Lgs. 11 Febbraio 2010 n. 22 e s.m.i., DPR 395/1991 e D.G.R. 985 del 18/06/2013. A seguito della pubblicazione sul Bollettino Ufficiale Regionale n.68 del 09/08/2013, entro il termine previsto di 60 giorni, come da comunicazione della Direzione Geologia e Georisorse della Regione Veneto del 22/10/2013 (prot. N. 454193), non sono pervenute domande di concorrenza. Si è proceduto quindi alla stesura della relativa documentazione, finalizzata al rilascio del Permesso di Ricerca "Montecchio Precalcino" da parte dell'autorità competente.

In data 10/07/2014, infatti, la suddetta società ha presentato istanza per l'attivazione della procedura di verifica di assoggettabilità a VIA per l'esecuzione delle indagini preliminari e dell'indagine geofisica di simica passiva presso la Provincia di Vicenza - Servizio VIA/VINCA Tutela Risorse Naturali, struttura competente per il progetto in oggetto. La Provincia di Vicenza con Determinazione n.752 del 29/09/2014 ha escluso il progetto dalla procedura di valutazione di impatto ambientale, indicando alcune raccomandazioni.

Ad oggi, a seguito degli approfondimenti bibliografici eseguiti, dai quali è stato possibile ricavare un quadro completo dell'esistenza, delimitazione e caratteristiche geostrutturali ed idrogeologiche del giacimento del fluido geotermico ricercato, la Lifenergy presenta al competente ufficio della Provincia di Vicenza, Istanza di Valutazione di Impatto Ambientale per la realizzazione di due perforazioni esplorative profonde. In particolare, il progetto prevede la realizzazione di due pozzi esplorativi "Montecchio Precalcino 1" (MP1) e Montecchio Precalcino 2 (MP2) della profondità di circa 4.300 metri, deviati in direzioni opposte a partire da circa 1500 m di profondità, all'interno del medesimo cantiere di perforazione, opportunamente individuato in modo da soddisfare tutti i requisiti di idoneità necessari per una corretta realizzazione delle perforazioni, nel rispetto dei vincoli ambientali presenti e descritti nel dettaglio nello Studio di Impatto Ambientale (elaborato n.3).

Nel dettaglio, nel presente elaborato viene esplicitato il programma dei lavori del progetto di ricerca geotermica, per il quale si richiede la pronuncia di compatibilità ambientale; e vengono descritti gli aspetti geografici e geologico-strutturali specifici dell'area di ricerca. Vengono inoltre esplicitati i temi di ricerca che si intendono sviluppare con il presente P.R., in riferimento al raggiungimento degli obiettivi minerari, all'estensione dell'area richiesta e alla conformazione dei territori interessati. In particolare, le attività di ricerca si concretizzano come predetto con la realizzazione dei pozzi geotermici, grazie ai già presenti dati bibliografici dai quali è possibile ricavare un quadro piuttosto esaustivo dell'esistenza, delimitazione e caratteristiche geostrutturali ed idrogeologiche del giacimento del fluido geotermico ricercato.

Vengono infatti descritti i lavori di ricerca già eseguiti da AGIP (visionati dal progetto VIDEPI e dal sito del ministero UNMIG) che hanno reso disponibile:

- dati di indagini sismiche in prossimità dell'area del P.R.;
- dati provenienti dalla realizzazione del pozzo di ricerca per idrocarburi "Villaverla 1", che ricade all'interno del P.R., di cui disponiamo di tutta la documentazione tecnica, log geofisico, log stratigrafico e dai quali è possibile ricavare una valutazione della porosità e analisi chimiche del serbatoio superiore;
- dati provenienti dalla realizzazione del pozzo di ricerca per idrocarburi "Vicenza 1" che consentono di attestare una continuità del serbatoio più superficiale per aree piuttosto estese (distanza tra Villaverla 1 e Vicenza1 di circa 9 km).

Sono disponibili inoltre numerose pubblicazioni che descrivono le condizioni geologiche strutturali dell'area di interesse, attestando l'isolamento tra il primo e secondo *reservoir*, con tetto rispettivamente a circa 1400 m e 3800 m di profondità, grazie alla presenza di uno spessore di circa 1000 m di trachiti.

Vengono inoltre descritte in via preliminare le possibilità tecnico-economiche di utilizzazione dei fluidi geotermici, eventualmente rinvenuti nella ricerca, per la realizzazione di impianti di teleriscaldamento e la produzione di energia elettrica tramite impianti a ciclo binario tipo ORC, con risorse a liquido dominante a media entalpia (temperature normalmente tra i 90° e i 150°).

Per ogni attività operativa di ricerca proposta vengono infine indicati i mezzi e le tecniche da utilizzare nonché la previsione degli impegni di spesa e dei relativi tempi di esecuzione anche in relazione alla durata richiesta per il permesso.

Viene infine individuato e descritto un sito per l'ubicazione dei pozzi esplorativi che soddisfi tutti i requisiti di idoneità necessari per una corretta realizzazione della perforazione. Caratteristiche più dettagliate del progetto di sviluppo geotermico potranno essere definite solo a seguito dell'esito delle perforazioni esplorative profonde, in funzione delle caratteristiche dell'eventuale sistema geotermico individuato.

Dunque il presente documento rappresenta anche il Progetto Definitivo di ricerca geotermica da realizzarsi nell'ambito del Permesso di Ricerca di risorse geotermiche denominato "Montecchio Precalcino" (progetto definitivo ai sensi dell'art. 23, comma 1 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.) e contiene i dettagli progettuali degli interventi che si intendono autorizzare dal punto di vista ambientale. In tal senso dunque il presente Progetto Definitivo costituisce parte integrante dell'istanza di attivazione della Procedura di Valutazione d'Impatto Ambientale presentata da Lifenergy all'autorità competente per il progetto rappresentata dalla Provincia di Vicenza, ai sensi degli artt.22 e segg. del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., nonché della L.R. 10/99 e successiva D.G.R.V. n.575 del 03/05/2013.

1 - POSSIBILITÀ TECNICO-ECONOMICHE DI UTILIZZAZIONE DEI FLUIDI GEOTERMICI ED OBIETTIVI FINALI DELLA RICERCA

Il più comune criterio di classificazione delle risorse geotermiche si basa sull'entalpia dei fluidi, che trasferiscono il calore dalle rocce calde profonde alla superficie. L'entalpia, che può essere considerata più o meno proporzionale alla temperatura, è usata per esprimere il contenuto termico (energia termica) dei fluidi, e dà un'idea approssimativa del loro "valore". Le risorse sono divise in risorse a bassa, media ed alta entalpia (o temperatura), secondo diversi criteri. La Tab. 1 riporta le classificazioni proposte da alcuni esperti. Quando si parla di fluidi geotermici è bene, comunque, indicare la loro temperatura, o almeno un intervallo di temperatura, perché i termini bassa, media o alta possono avere significati diversi e creare errori di interpretazione.

Tab. 1 - Classificazione delle risorse geotermiche in base alla temperatura (°C).

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
Risorse a bassa entalpia	< 90	<125	<100	=150	=190
Risorse a media entalpia	90-150	125-225	100-200	-	-
Risorse ad alta entalpia	>150	>225	>200	>150	>190

Rif: (a) Muffler and Cataldi (1978). (b) Hochstein (1990). (c) Benderitter and Cormy (1990). (d) Nicholson (1993).
(e) Axelsson and Gunnlaugsson (2000)

Frequentemente viene fatta una suddivisione tra sistemi geotermici ad acqua dominante e sistemi geotermici a vapore dominante o a vapore secco (White, 1971). Nei sistemi ad acqua dominante come quello atteso nella perforazione esplorativa Montecchio Precalcino 1, l'acqua liquida è la fase continua, che controlla la pressione. Vapore può essere presente, in forma di bolle. Questi sistemi geotermici, la cui temperatura può andare da 125° a 225°C, sono i più diffusi nel mondo. Essi possono produrre, in funzione dalla loro temperatura e pressione, acqua calda, una miscela di acqua e vapore, vapore umido e, in alcuni casi, vapore secco. Nei sistemi a vapore dominante normalmente coesistono nel serbatoio acqua liquida e vapore, che è la fase continua e controlla la pressione. Sono sistemi ad alta temperatura e normalmente producono vapore secco o surriscaldato. I sistemi geotermici di questo tipo sono piuttosto rari; i più conosciuti sono Larderello in Italia e The Geysers in California.

In riferimento alla classificazione delle risorse geotermiche la normativa vigente in materia ed in particolare il D. Lgs. n. 22 del 11/02/2010 all'art. 1 comma 2 stabilisce quanto segue Tab. 2

Tab. 2 - Classificazione delle risorse geotermiche in base alla temperatura (°C) da D.Lgs 22/2010.

Risorse a bassa entalpia	< 90
Risorse a media entalpia	90-150
Risorse ad alta entalpia	>150

Vista la situazione geologica, geostrutturale e geotermica di inquadramento dell'area di ricerca definita nei paragrafi precedenti, la zona ha tutte le caratteristiche per essere presa in considerazione per una ricerca esplorativa che abbia possibilità tecnico-economiche di riuscita.

Il proponente dovrà eseguire due perforazioni esplorative profonde per appurare definitivamente la presenza, la quantità sfruttabile e la qualità della risorsa geotermica.

Il progetto di ricerca in oggetto si pone l'obiettivo di individuare risorse geotermiche di media entalpia ad acqua dominante, ai fini della produzione di energia elettrica o di impianti di teleriscaldamento con temperatura di 130 °C e portate variabili da un minimo di 70 l/s ad un massimo di 140 l/s (comunque sempre da valutare in relazione ai risultati del pozzo esplorativo).

Le stime eseguite sulla base dei dati fino ad ora acquisiti (studi preliminari con valutazioni geologico strutturali, geochimiche e dati di precedenti perforazioni) portano a individuare una profondità massima di 4.300 m la presenza di un *reservoir* geotermico con le caratteristiche entalpiche prima elencate per il raggiungimento degli obiettivi della ricerca di fluidi geotermici per la produzione di energia elettrica.

Qualora venga rinvenuta la risorsa e sia economicamente sfruttabile, per ridurre il potenziale impatto sullo sfruttamento del fluido geotermico e sull'ambiente si prevede fin da ora la reimmissione dei fluidi raffreddati con pozzi di resa, da prevedersi eventualmente nella fase di concessione di coltivazione del giacimento.

In via preliminare ed in relazione alle caratteristiche attese dei fluidi geotermici, si ritiene che la tecnologia più appropriata e capace di garantire il minor impatto ambientale per la produzione di energia elettrica, sia quella dei cicli binari di tipo ORC (Organic Rankine Cycle). La tecnologia ORC è una tecnologia ormai matura e collaudata, applicata con successo a partire dagli anni '70. Attualmente si contano più di 200 unità produttive in esercizio in tutto il mondo.

Tali sistemi permettono di sfruttare il calore geotermico per produrre energia elettrica con risorse a liquido dominante a media entalpia (temperature normalmente tra i 90° e i 150°).

La valutazione definitiva dovrà comunque essere eseguita in relazione ai risultati della perforazione esplorativa.

In questa tipologia di centrale il fluido geotermico viene prelevato dall'acquifero mediante una pompa di estrazione (Fig. 1).

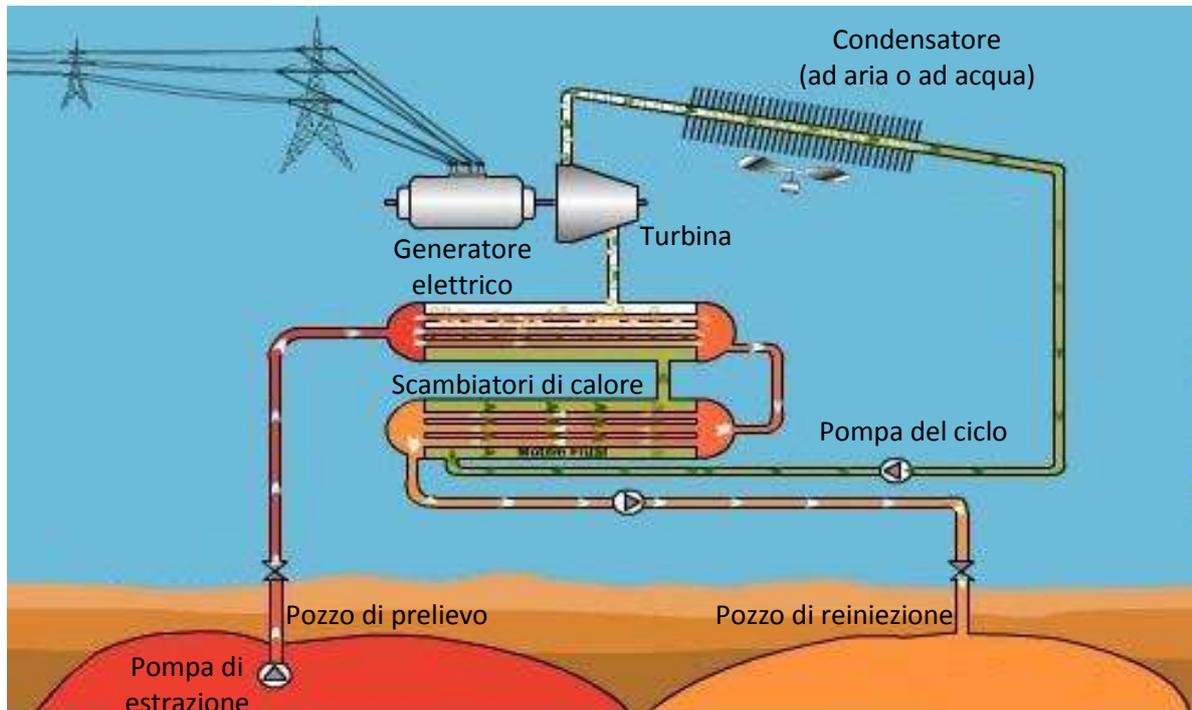


Fig. 1 – Schema semplificato del ciclo binario di tipo ORC

Quest'ultima assolve anche l'importante funzione di mantenere in pressione il fluido, scongiurando il fenomeno del "flashing" ed evitando fenomeni di "scaling" sulle superfici dei componenti. Il fluido caldo cede parte della sua energia termica in una batteria di scambiatori di calore per poi essere reimpresso nel sottosuolo. La pratica della reiniezione integrale nel sottosuolo (ai sensi art.104, c.2 del D. Lgs 152/06 e s.m.i. e delle N.T.A. del P.T.A., Art. 31 c.2), all'interno del serbatoio geotermico di estrazione (a profondità maggiore di 3500 m), senza la minima interazione con la circolazione delle acque superficiali, termali e del primo serbatoio geotermico già utilizzato per il teleriscaldamento, consente inoltre di mantenere costante la ricarica del serbatoio dal punto di vista idraulico, condizione fondamentale per una corretta e razionale gestione della risorsa geotermica. Il calore prelevato alimenta un ciclo termodinamico tipo Rankine consentendo l'evaporazione di un secondo fluido, detto di lavoro, caratterizzato da favorevoli proprietà che lo rendono vincente per questo tipo di applicazioni. Una volta terminata la vaporizzazione del fluido di lavoro, l'energia del vapore viene convertita in energia meccanica mediante l'espansione in turbina e successivamente in elettrica mediante il generatore. Il vapore scaricato dalla turbina viene poi condensato mediante aria o acqua e riportato alla pressione di lavoro per mezzo di una pompa. Il fluido rientra successivamente nello scambiatore di calore ripercorrendo il ciclo termodinamico.

Tale metodo presenta notevoli vantaggi di tipo ambientale in quanto si tratta di un circuito chiuso con nessuna emissione verso l'atmosfera di gas dannosi e nocivi provenienti dal vapore o dall'acqua del serbatoio geotermico.

Le centrali a ciclo binario (Fig. 2) offrono numerosi vantaggi:

Il minore impatto paesaggistico ed ambientale fra tutti i tipi di centrali geotermiche in quanto il fluido geotermico risulta confinato durante l'intero processo.

1. La scelta di un opportuno fluido di lavoro permette di raggiungere efficienze di conversione energetica relativamente elevate tenuto conto dei livelli termici comunque limitati delle risorse (inferiori a 200 °C).
2. Per la produzione di elettricità possono essere impiegate fonti energetiche anche a media entalpia non utilizzabili dalle centrali a vapore geotermico.
3. Si riducono drasticamente i problemi di incrostazione e di erosione tipici degli impianti geotermoelettrici a vapore a vantaggio della durata e affidabilità dell'impianto. Per evitare lo scaling da carbonati alcalini vengono in genere installate delle pompe sommerse capaci di mantenere il fluido in pressione. Diversamente, le incrostazioni da silice vengono ridotte al minimo controllando opportunamente le proprietà del fluido geotermico durante la cessione dell'energia termica al fluido di lavoro e durante la reiniezione.
4. Possono rivelarsi una scelta tecnica ed economica molto vantaggiosa, nonostante l'elevato costo unitario per la capacità installata, grazie all'elevata producibilità annua, affidabilità, sostenibilità ambientale e alla riduzione dei tempi di costruzione in sito del sistema.



Fig. 2 – Centrale geotermica di Sauerlach – Baviera (Germania)

Viste le suddette considerazioni tecniche previsionali preliminari si ritiene che, nel caso siano verificate le condizioni del giacimento alle profondità sopra indicate, sussistano in linea generale buone possibilità tecnico-economiche di utilizzazione dei relativi fluidi per la produzione di energia.

Tale opportunità è coerente con le attuali politiche energetiche di promozione dello sviluppo delle energie rinnovabili, contribuendo a ridurre l'immissione in atmosfera di CO₂ e consentendo allo stesso tempo uno sviluppo economico ed occupazionale del territorio.

La valutazione tecnico economica finale del progetto, che dipende innanzitutto dalla resa termodinamica del fluido geotermico da ricercare, potrà essere comunque verificata e validata solo dopo l'ultimazione della presente fase di ricerca.

2 – INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA DEL PERMESSO DI RICERCA.

L'area di ricerca si colloca nella porzione centrale della Regione Veneto ed in particolare a Nord della città di Vicenza, in corrispondenza della valle del Fiume Astico (Fig. 3). I terreni sono prevalentemente pianeggianti fatta eccezione per i modesti rilievi isolati che occupano i territori comunali di Sarcedo e Montecchio Precalcino. In particolare, il Monte Bastia (mt. 160 s.l.m.) si colloca nella parte centrale del permesso richiesto.

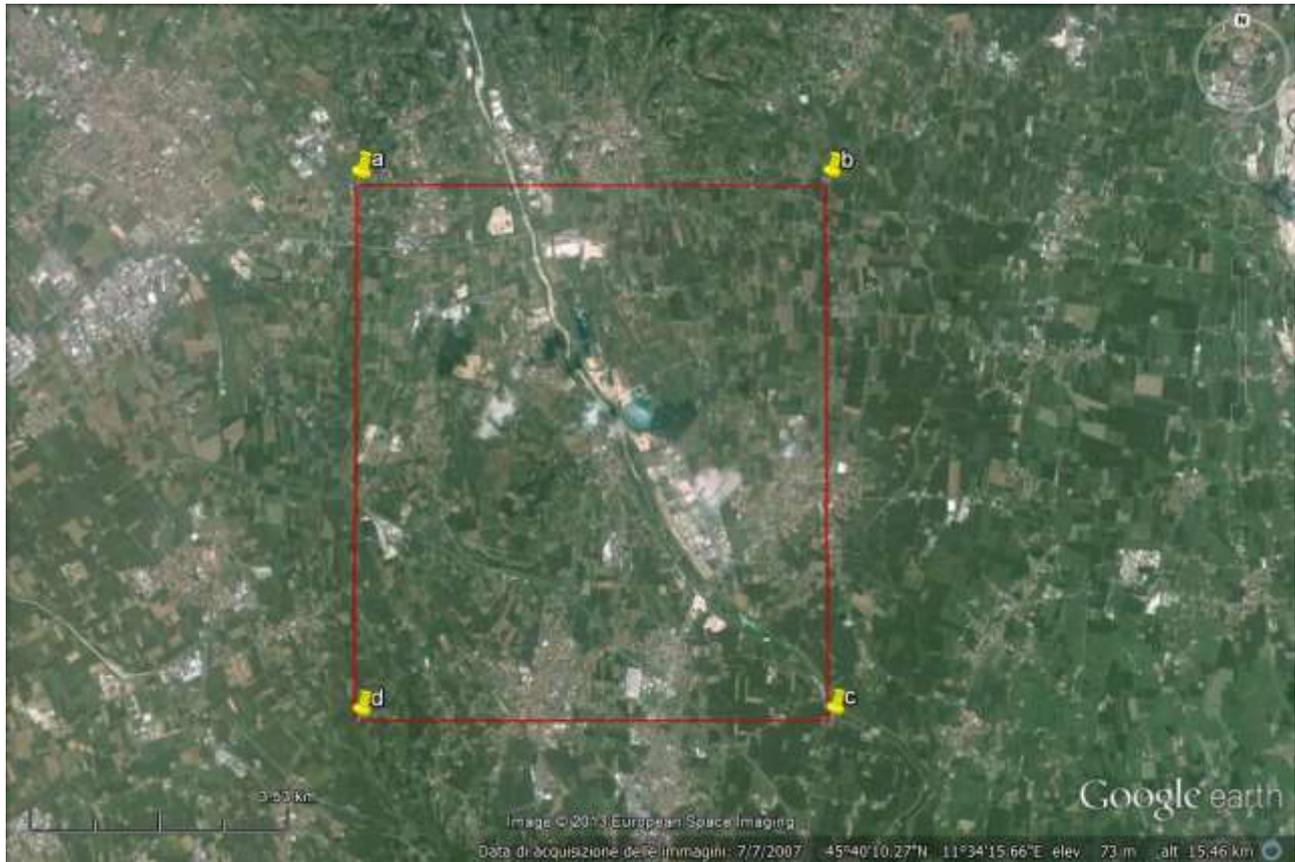


Fig. 3. Area del Permesso di ricerca su immagine da GOOGLE EARTH.

Nel dettaglio la zona, che si estende per una superficie totale di 48 Km², ricade all'interno del limite amministrativo della Provincia di Vicenza. L'area di ricerca interessa in parte i territori dei seguenti comuni: Sarcedo, Breganze, Montecchio Precalcino, Sandrigo, Villaverla e Dueville in Provincia di Vicenza (Fig. 4).

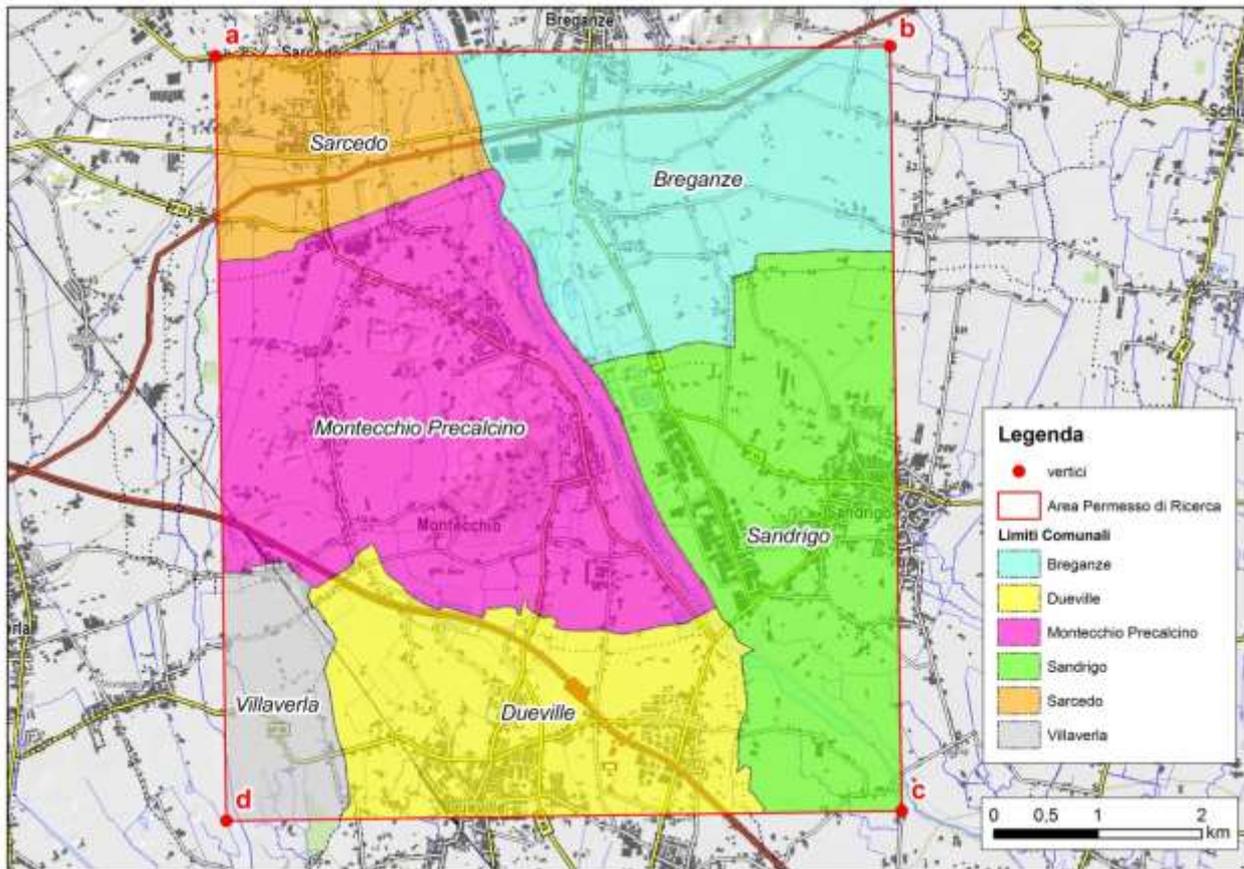


Fig. 4. Area del Permesso di ricerca con indicazione dei limiti comunali

L'area del Permesso di ricerca è stata definita in base ai criteri dell'art. 9 del D.P.R. n.395 del 27/05/1991, che prevede un'area che risulti continua e delimitata da archi di meridiano e di parallelo di lunghezza pari ad un primo o ad un multiplo di esso (comma 1). Nel dettaglio, l'area è definita dai seguenti vertici espressi in coordinate geografiche (Tab. 3 - Sistema di Riferimento Roma 40 e Fig. 5). In ottemperanza alla recente normativa regionale (D.G.R. 985 del 18/06/2013 - Allegato A), i vertici del permesso di ricerca sono riportati anche in coordinate geografiche del Sistema di Riferimento WGS 84 (Tab. 4).

vertice	longitudine E	latitudine N
A	-0° 56' 00"	45° 42' 00'
b	-0° 51' 00"	45° 42' 00"
c	-0° 51' 00"	45° 38' 00"
d	-0° 56' 00"	45° 38' 00"

Tab. 3. Elenco coordinate dei vertici del permesso di ricerca (Sistema di Riferimento: Roma 40).

vertice	longitudine E	latitudine N
a	11° 31' 07,6"	45° 42' 02,4"
b	11° 36' 07,6"	45° 42' 02,4"
c	11° 36' 07,6"	45° 38' 02,4"
d	11° 31' 07,6"	45° 38' 02,4"

Tab. 4. Elenco coordinate dei vertici del permesso di ricerca (Sistema di Riferimento: WGS 84).

L'area così definita risponde ai requisiti del comma 2 del sopracitato articolo 9 del DPR 395/1991, secondo i quali la distanza tra i vertici estremi del P.R. (9,844 Km) non deve essere superiore a quattro volte la lunghezza media dell'area, intesa come altezza del rettangolo equivalente avente per base tale distanza, nello specifico pari a 4,876 x 4 Km.

Le cartografie IGM in scala 1:100.000 interessate dal presente Permesso di Ricerca sono il Foglio 37 – Bassano del Grappa ed il Foglio 50 - Padova.

Ai sensi del punto e) del comma 2 dell'art. 6 del D.P.R. n° 395 del 27/5/1991 si precisa che il perimetro sopra definito non interseca il perimetro di alcuna concessione di coltivazione di risorse geotermiche o permessi di ricerca già accordati e confermati; non si rilevano inoltre intersezioni con la frontiera dello Stato, né con la linea costiera.

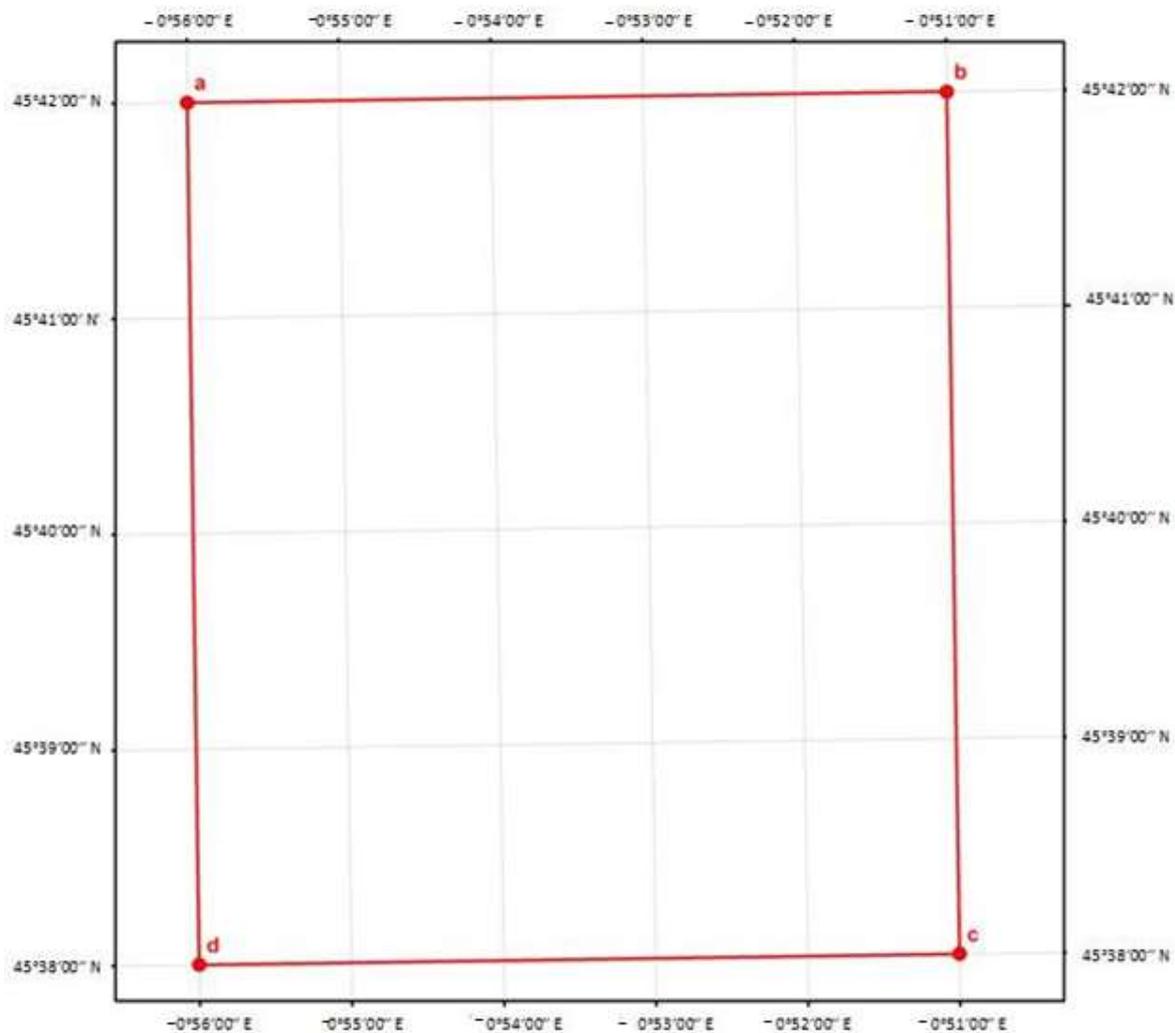


Fig. 5. Area del Permesso di ricerca con indicazione dei vertici (su reticolo geografico Roma 40).

L'area del P.R. si estende per una lunghezza massima inferiore a 8 Km in direzione Nord-Sud ed una larghezza massima di circa 6,5 Km in direzione Est-Ovest.

La distanza del P.R. dalla linea di costa attuale del mar Adriatico risulta essere al minimo di circa 65 Km (in linea d'aria) per la porzione Ovest del perimetro del permesso di ricerca.

Dal punto di vista orografico, l'area si estende nella pianura veneta, ai piedi delle Prealpi ed è attraversata dal Torrente Astico, che scorre secondo un asse NNO-SSE, determinando il confine di Sarcedo e Montecchio Precalcino con Breganze.

Dal punto di vista infrastrutturale l'area è attraversata lungo la direzione O-SE dall'autostrada Valdastico A31. Si rileva inoltre una buona viabilità secondaria rappresentata principalmente dalla seguenti strade provinciali:

- S.P. di Novoledo n.50, in direzione O-E, che collega Novoledo a Povolaro;
- S.P. di Fara n.67, in direzione N-SE, che collega Fara Vigentino alla S.S. 248.

Esiste inoltre una rete di viabilità minore facente campo a strade comunali, vicinali e campestri che ben compenetrano il tessuto rurale del territorio.

2.1 Forme antropiche

I principali insediamenti antropici nell'area di ricerca sono rappresentati dai centri di Contrà e una piccola porzione a S dell'abitato di Breganze, nella porzione più settentrionale dell'area, e dai paesi di Montecchio Precalcino, Dueville e Sandrigo nella porzione S. Numerose abitazioni sparse e piccoli agglomerati rurali caratterizzano il resto del territorio d'interesse.

Nell'area del P.R. si rilevano numerose attività estrattive, di cui alcune dismesse e altre in piena attività ed aree industriali ed artigianali piuttosto significative e localizzate in gran parte delle porzioni territoriali del P.R..

In particolare, nell'area dove esplorativa sono previste le perforazioni esplorative, si rileva la presenza di un'area industriale molto estesa con vicine aree con destinazione a discarica ed ex area estrattiva.

La Fig. 6 mostra le forme antropiche, cave, miniere e discariche, cartografate ed estratte, per l'area del P.R., dalla carta geomorfologica del PTCP di Vicenza, distinguendole in attive od inattive.

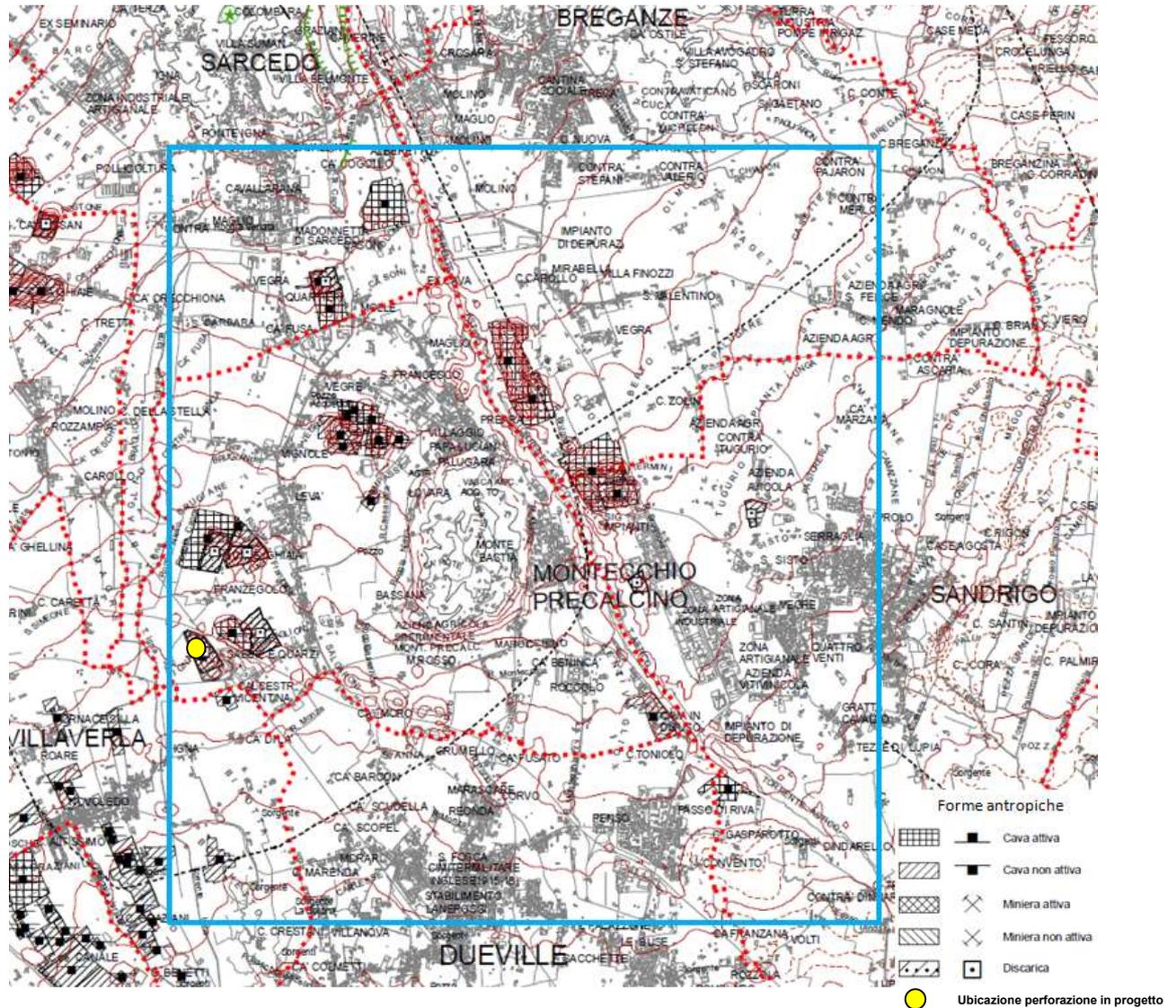


Fig. 6. Estratto della Carta Geomorfologica del PTCP di Vicenza.

La quasi totalità delle cave presenti, prevalentemente adibite all'estrazione di sabbie, ghiaie e materiali inerti, risultano attive. Si rilevano comunque anche ex aree estrattive alcune delle quali già ripristinate o in fase di ripristino ambientale. Aree adibite allo smaltimento dei rifiuti si concentrano per lo più a W del centro abitato di Montecchio Precalcino, in prossimità del limite W del P.R. stesso. Non sono invece cartografate miniere.

3 – INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

3.1 – Tettonica della microplacca Adria

L'area del permesso di ricerca si colloca all'interno di un sistema tettonico complesso, conseguenza di stress che coinvolgono a più ampia scala la placca Adria, geograficamente collocata lungo il mar Adriatico, e la pianura Padana-Veneta (Fig. 7).

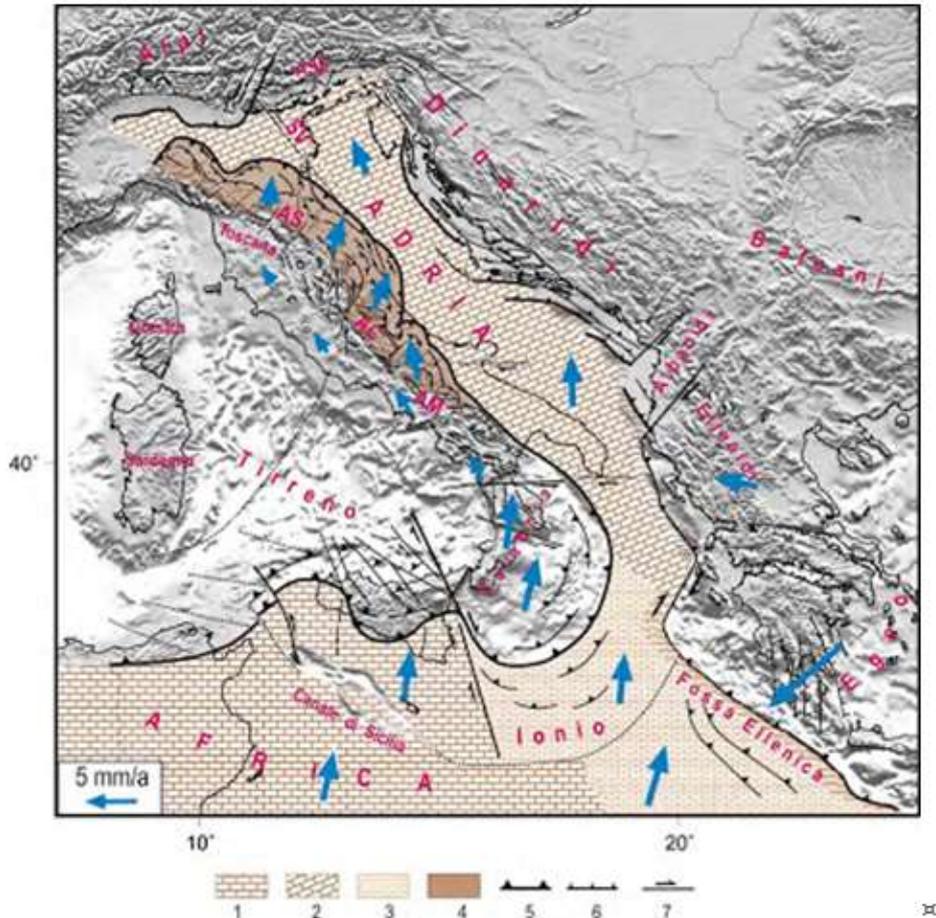


Fig. 7. Schema tettonico estratto da Balocchi (2012). Legenda: 1-Placca Africana; 2-Microplacca Adria; 3-Area di transizione; 4-Catena Appenninica; 5-Fronte catena Appenninica; 6-Faglie normali; 7-Faglie trascorrenti (Sv Schio Vicenza)

Secondo Channell (1996), la placca Adria rappresenta un promontorio della placca Africana che, a seguito della collisione continentale a Nord tra la placca Europea e Adria, ha determinato la formazione della catena Alpina, con subduzione a Sud della placca Europea ed il sovrascorrimento della placca Adria (Bally et al., 1985).

La faglia di Schio-Vicenza, una trascorrente sinistra Plio-Quaternaria svolge un ruolo di svincolo cinematico della placca Adria settentrionale, mettendo a contatto le Alpi meridionali orientali a quelle centro occidentali.

Secondo Balocchi (2012), Castellarin et al. (1992), Vignanò et al. (2008), Pieri et al. (1981) l'area di interesse si colloca all'interno del Sudalpino separato dal resto delle Alpi dalla Linea Insubrica o Periadriatica. Il suo limite sud rimane invece ricoperto dai sedimenti Plio-Quaternari della Pianura Padana in discordanza con il fronte sepolto dell'Appennino settentrionale.

Il Sudalpino è formato da tre blocchi principali che, da occidente ad oriente, si distinguono nel blocco Lombardo, Trentino-Lessineo e Veneto-Friuliano (Fig. 8).

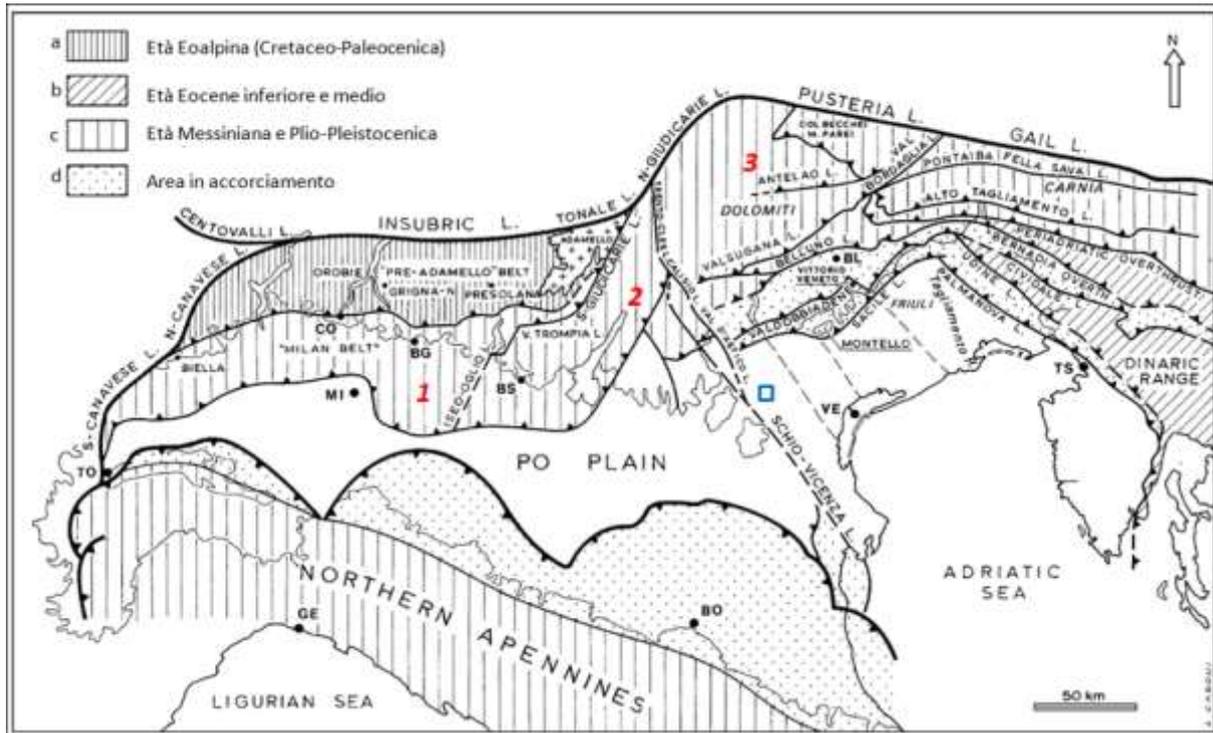


Fig. 8. Schema strutturale della microplacca Adria e aree adiacenti (Castellarin et al., 2006 e Balocchi, 2012)
 - 1) Blocco Lombardo; 2) Blocco Trentino-Lessineo; 3) Blocco Veneto-Friuliano;
 con il quadrato blu è indicata la localizzazione indicativa del P.R.

Secondo quanto riportato da Balocchi (2012) e autori da esso citati, nel blocco Lombardo, delimitato ad est dalla linea delle Giudicarie, affiorano rocce appartenenti al mantello superiore e del basamento cristallino profondo. Fasi distensive Permo-triassiche e *rifting* Giurassici hanno smembrato e traslato lateralmente l'antica crosta lungo linee a basso angolo. La fase di convergenza alpina ha poi determinato la sua esumazione e assetto stratigrafico attuale.

Procedendo verso est, si ha il passaggio ad un settore meno deformato (Bigi et al. 1990; Castellari et al., 2006; Fantoni e Franciosi, 2009): il blocco Trentino-Lessineo, caratterizzato da strutture orientate in direzione W-E e raccorciamenti modesti e limitato ad ovest dalle Giudicarie e ad est dalla faglia di Schio-Vicenza. Tale settore, che include i Monti Lessini, Berici e i Colli Euganei, è caratteristico quindi dell'autoctona Placca Adria (Marton et al. 2011).

Maggiori deformazioni caratterizzano poi il blocco Veneto-Friuliano con strutture tettoniche che da direzione preferenziale NE-SW nella porzione più occidentale, assumono invece direzione W-E e NW-SE procedendo ad est (Castellarin et al., 1992 e Pontron et al., 2000).

3.2 - Inquadramento geologico-strutturale

L'evoluzione tettonica Sudalpina è stata studiata e documentata da vari autori (Doglioni e Bosellini 1987, Shonborn 1992, Bertotti et al. 1993, Castellarin e Cantelli 2000, Galadini et al. 2001, Castellarin et al. 2006).

L'assetto geologico strutturale della porzione centro-orientale Sudalpina è il risultato di tre sistemi tettonici principali che hanno agito, a partire dal tardo Permiano, in fasi differenti. Secondo quanto riportato da

Castellarin et al. (2006) si individuano i sistemi tettonici di: Valsugana con orientazione ENE-OSO, Giudicarie con orientazione NNE-SSO ed il sistema Schio-Vicenza orientato in direzione NO-SE.

I movimenti tettonici del Mesozoico hanno prodotto faglie estensionali con orientazione N-S che hanno provocato il distacco del bacino Lombardo verso ovest e la piattaforma Veneta verso est. Secondo quanto riportato da Viganò et al. (2013) tali movimenti estensionali hanno determinato successivamente, nel Triassico medio – Tardo Cretaceo, l'originarsi di coperture sedimentarie con spessori variabili.

A partire dal Tardo Cretaceo – Eocene si è manifestata una fase tettonica compressiva che ha lasciato evidenze soprattutto nella porzione est delle Dolomiti (Doglioni e Bosellini, 1987). Altre due successive fasi compressive hanno contribuito alla definizione tettonica delle Sudalpi centro-orientali. Secondo Castellarin e Cantelli (2000) si parla di una prima fase compressiva, nota come la fase Valsugana, di età Medio-Tardo Miocenica e di una seconda fase compressiva di età Tardo Miocenica – Pliocene, nel quale ha assunto un ruolo importante la faglia di Schio-Vicenza.

Galadini et al. (2001) evidenziano la presenza di strutture morfologiche e tettoniche che testimoniano la riattivazione recente (Quaternario) di strutture tettoniche appartenenti ai sistemi di Valsugana, Giudicarie e Schio-Vicenza appena descritti.

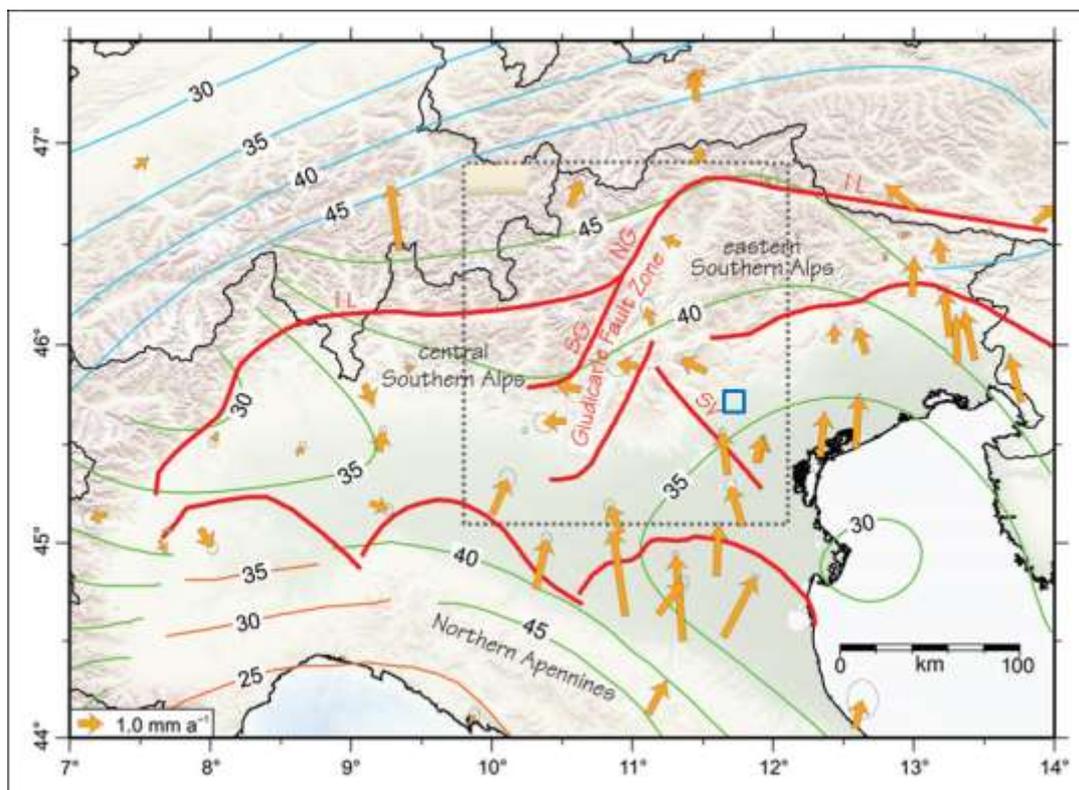


Fig. 9. Schema tettonico dei principali lineamenti presenti nelle Alpi Sud: SG e NG = linea delle Giudicarie rispettivamente a Nord e Sud, SV = faglia di Schio-Vicenza, (estratto da Viganò et al., 2013).
Con il quadrato blu è indicata la localizzazione indicativa del P.R.

Le Fig. 9 e la Fig. 10 mostrano la distribuzione dei principali lineamenti tettonici del Sud delle Alpi. La mappa di Fig. 10 mostra inoltre la distribuzione di corpi di origine vulcanica nel settore Sudalpino di interesse. Il vulcanesimo veneto incluso quello Euganeo, qualche chilometro più a sud rispetto al permesso

di ricerca, è legato alle fasi tettoniche distensive paleogeniche dell'orogenesi alpina (De Vecchi et alii 1995, Marton et al., 2011).

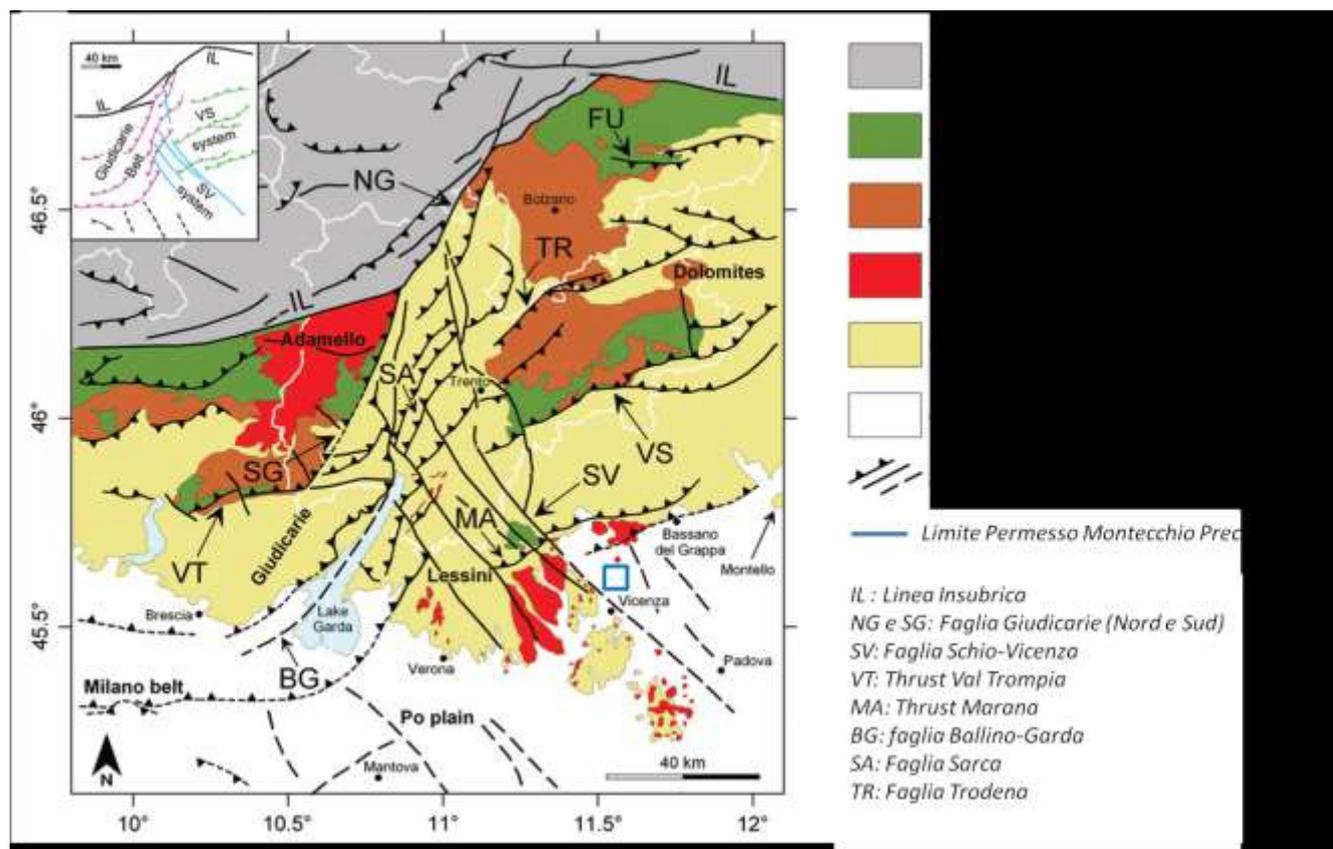


Fig. 10. Mappa geologica e strutturale semplificata (estratta da Viganò et al., 2013); con il quadrato blu è indicata la localizzazione indicativa del P.R.

La direzione di allungamento dei filoni e dei maggiori corpi eruttivi è stata condizionata da sistemi di frattura già attivi al momento dei fenomeni vulcanici. In particolare, sono considerate due direttrici strutturali fondamentali la faglia Schio-Vicenza e la linea della Riviera dei Berici con allineamento rispettivamente NNO-SSE e NE-SO. Marton et alii (2011) rappresentano lo schema tettonico regionale dell'area secondo la mappa schematica di Fig. 11.

Sassi e Zanettin (1980) schematizzano gli eventi metamorfici e magmatici delle Alpi Orientali (Fig. 12) nei tre cicli Caledoniano, Ercinico ed Alpino e associano a questo ultimo ciclo i corpi sub vulcanici, da riolitici a latitici, della regione Vicentina nonché l'attività vulcanica Terziaria verificatasi nella regione Berico-Lessineo-Euganea. Il vulcanesimo di origine sub crostale ha visto la sua massima attività concentrata in aree limitate da importanti faglie.

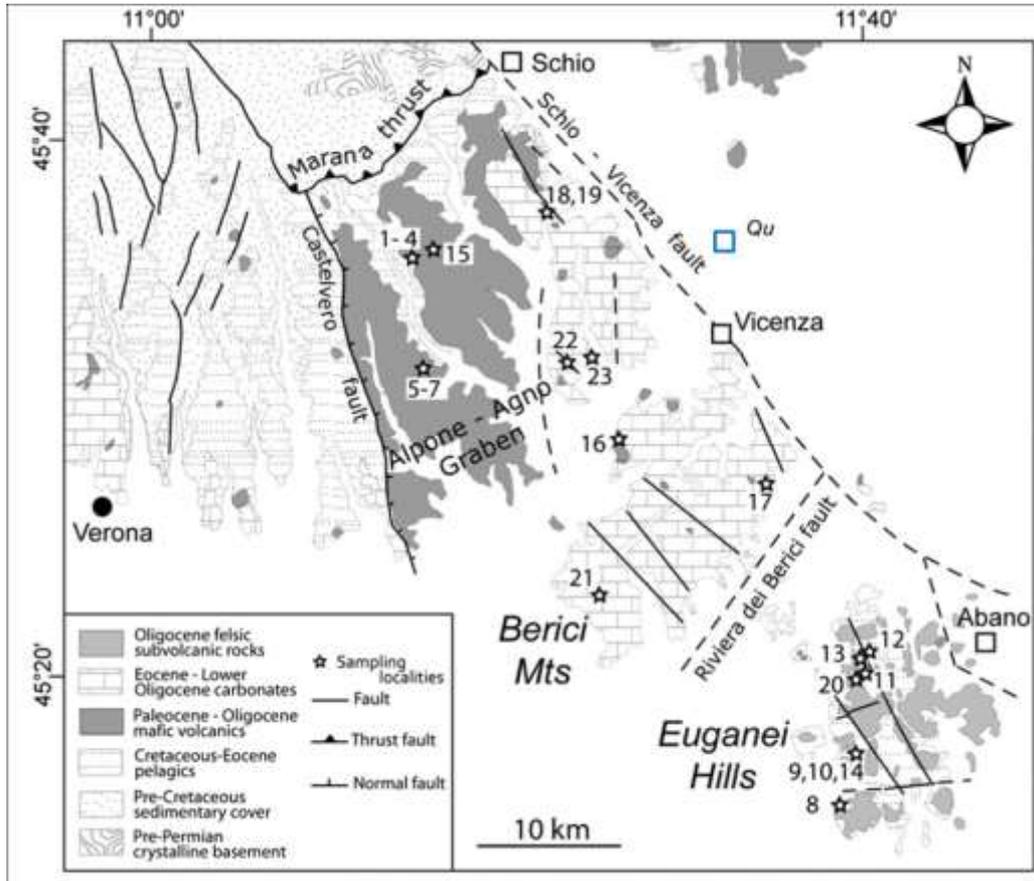


Fig. 11. Schema tettonico secondo Marton et al. 2011; con il quadrato blu è indicata la localizzazione indicativa del P.R.

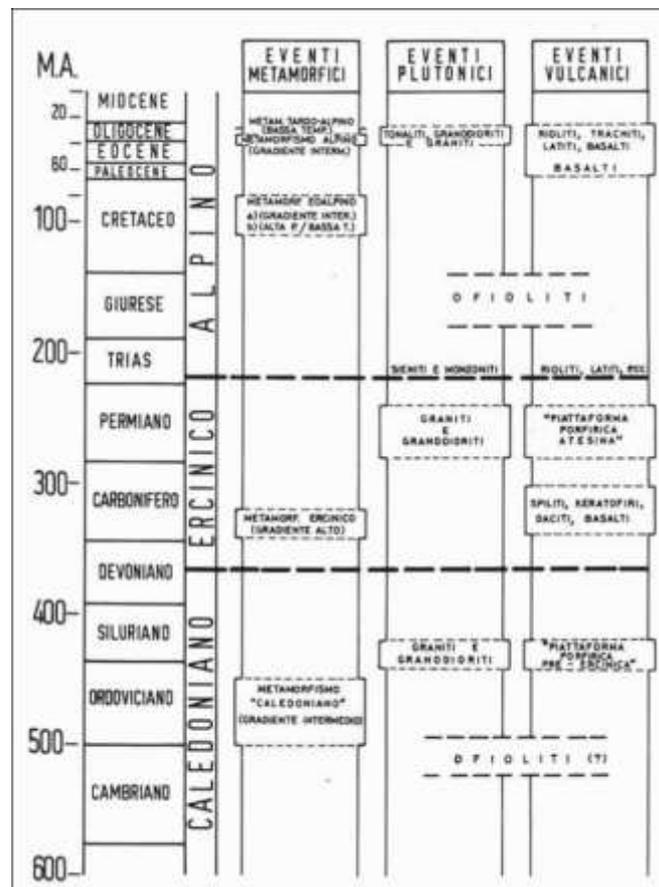


Fig. 12. Schema degli eventi metamorfici e magmatici nelle Alpi orientali (Sassi & Zanettin, 1980)

3.3 – La faglia di Schio-Vicenza

Data la vicinanza del lineamento all'area del permesso e l'importanza che numerosi autori (Balocchi, 2012; Marton et al., 2011; Castellarin e Cantelli, 2000; Viganò et al., 2013; Rossato et al., 2013 e citazioni correlate) attribuiscono al ruolo della faglia di Schio-Vicenza nell'evoluzione tettonica delle Prealpi sud-orientali, è stato ritenuto opportuno inserire un paragrafo di approfondimento in merito.

La faglia *strike-slip* di Schio-Vicenza assume importanza a scala regionale con un trend preferenziale ONO-SSE. Si estende per circa 100 km di lunghezza, dal blocco Veneto a sud di Padova fino alla Valle dell'Adige in prossimità di Trento (Fondriest et al., 2012). Ai lineamenti principali è associato un network di strutture secondarie, la cui massima densità si sviluppa in Val Posina (a N-E fuori dal permesso di Montecchio Precalcino) e che manifesta tre orientazioni preferenziali: NO-SE, seguendo più o meno parallelamente la faglia di Schio-Vicenza; E-O e N-S, come il trend principale della zona di danneggiamento della faglia di Borcola, le cui riattivazioni nel tardo-Paleogene sono collegate ai movimenti della vicina faglia di Schio-Vicenza (Fondriest et al., 2012). La faglia di Schio-Vicenza e la zona di danneggiamento della faglia di Borcola risultano inoltre caratterizzati da cluster di terremoti (Galadini e Galli, 1999) con magnitudo bassa (intorno a 4) e con ipocentri localizzati all'interno del basamento cristallino (Viganò et al., 2008). Le risposte dello studio dei meccanismi focali (Fig. 13) sono in accordo con i sistemi di fratture N-S e NO-SE già descritti (Fondriest, 2012 e citazioni correlate).

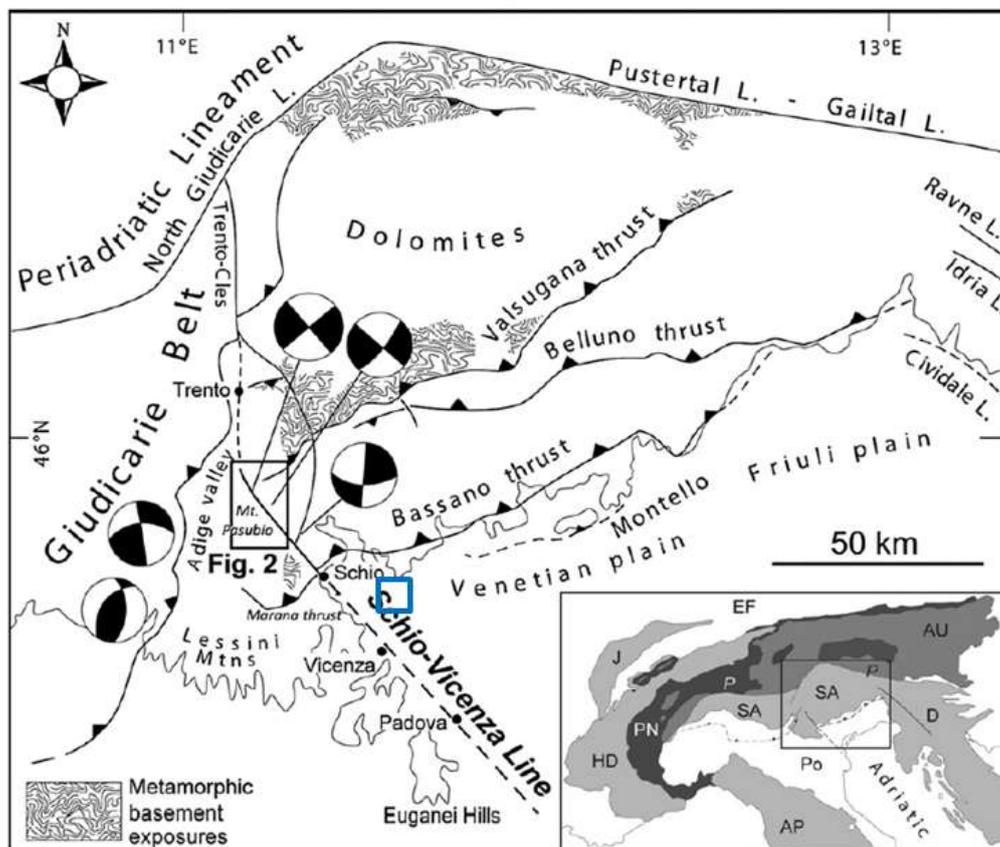


Fig. 13. Mappa strutturale schematica dei principali lineamenti e delle loro cinematiche (estratto da Fondriest et al., 2012 e citazioni correlate); con il quadrato blu è indicata la localizzazione indicativa del PdR.

Sempre secondo gli stessi autori, le fratture che interessano le formazioni calcaree dolomitiche risultano inoltre interessate da fluidi di circolazione.

Per approfondimenti in merito alla situazione geologica, secondo Rossato et al., 2013 e citazioni correlate, la faglia di Schio-Vicenza separa due blocchi, rispettivamente ad ovest e ad est della faglia, che risultano geologicamente differenti. Il blocco ad ovest è rappresentato dai massicci di Carega e Pasubio, dai Monti Berici e dal basamento metamorfico che affiora lungo la valle del Leogra (Fig. 14). Verso sud, i calcari cretacei sono ricoperti da calcareniti dell'Eocene-Oligocene e da rocce vulcaniche mafiche (Fig. 14).

Il blocco ad est corrisponde al blocco veneto ed è caratterizzato da successioni carbonatiche Triassico – Cretaciche, che affiorano nel bacino del Fiume Astico, e rocce vulcaniche Triassiche affioranti lungo le valli del Posina e dell'Astico. Lungo il *thrust* Marano – Piovene, affiorano inoltre successioni carbonatiche-terrigene talvolta ricoperte da lave mafiche Neogeniche.

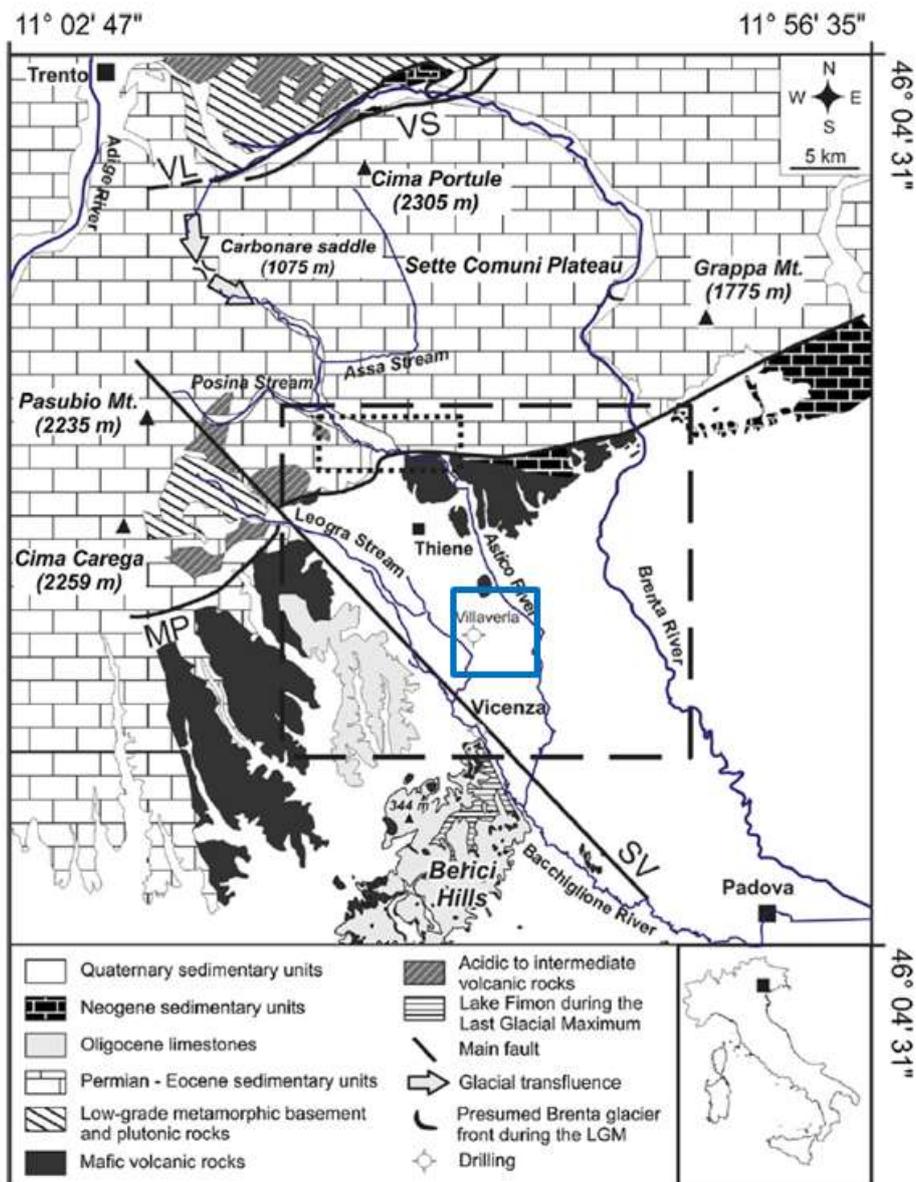


Fig. 14. Estratto geologico dell'area di interesse estratto da Rossato et al. (2013). Legenda delle strutture tettoniche: MP = Marano-Piovene thrust; SV = Schio-Vicenza Fault; VL = Valsugana Line, VS = Val di Sella Line.; con il quadrato blu è indicata la localizzazione indicativa del P.R.

Descrizione geologiche più circoscritte e limitate al permesso Montecchio Precalcino sono esplicate nei paragrafi successivi.

3.4 – Successione stratigrafica del Recoarese

Pochi chilometri ad est del permesso di ricerca si estende la catena prealpina vicentina e veronese che comprende i Monti Lessini, il Monte Pasubio e le Piccole Dolomiti Vicentine. Parte della catena, comunque esterna e molto distante dall'area del P.R. è stata classificata come Sito di Interesse Comunitario S.I.C. e la sua estensione è visibile in Fig. 15.

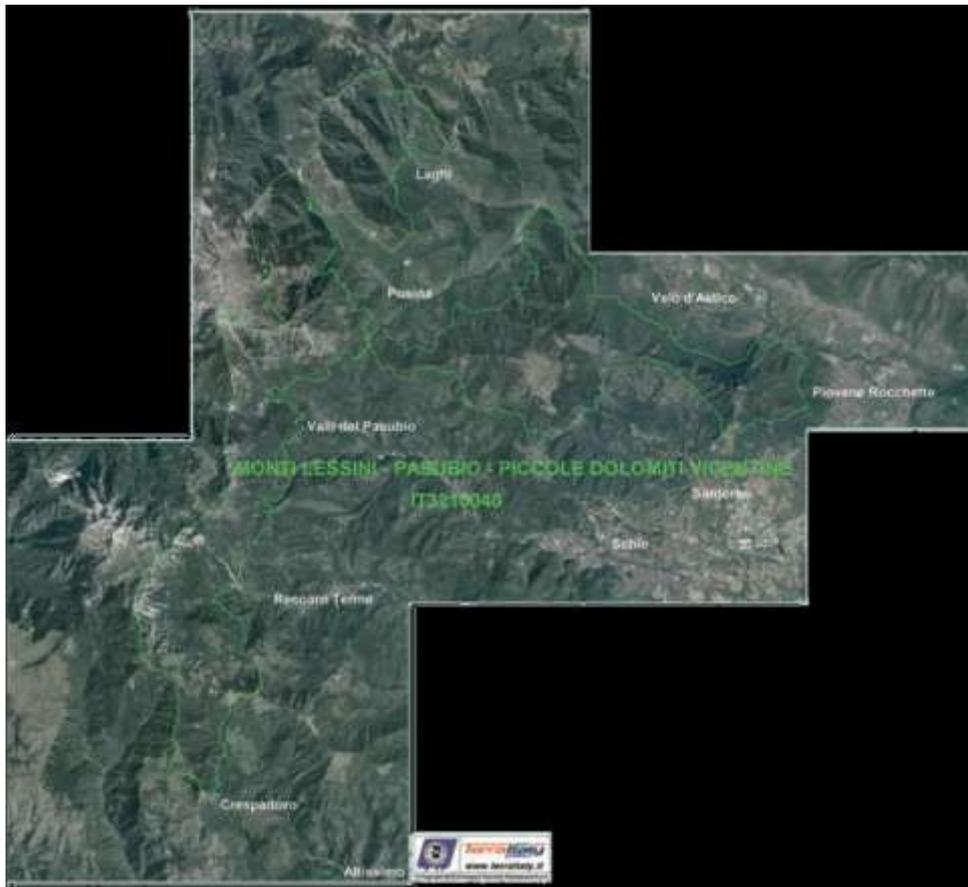


Fig. 15. Monti Lessini-Pasubio-Dolomiti Vicentine - I Siti di Importanza Comunitaria della Montagna Vicentina (estratto da pubblicazione realizzata nell'ambito dell'iniziativa comunitaria Leader+ - G.A.L. Montagna Vicentina)

La descrizione geologica del sito risulta di notevole aiuto nella comprensione dell'assetto stratigrafico del permesso di ricerca dato che vi si ritrovano, al di sotto della coltre detritica superficiale, le stesse formazioni.

Secondo quanto riportato da Sandri (nella pubblicazione edita da Veneto Agricoltura), la successione stratigrafica del Recoarese, che comprende territorialmente tutte le vette vicentine, è caratterizzata da rocce metamorfiche del basamento cristallino (appartenenti alla formazione più antica che affiora), sulle quali si poggiano le formazioni del Permiano ed in sequenza le formazioni della successione triassica e giurassica. Numerosi depositi vulcanici legati all'attività triassica si trovano inoltre intercalati tra le rocce sedimentarie. Nelle aree limitrofe alle Vette Vicentine si trovano formazioni mesozoiche e terziarie con depositi oligocenici e prodotti del vulcanesimo terziario. Marton et al. (2011), Zampieri (2001) riportano una descrizione dettagliata delle conseguenze dell'attività vulcanica manifestatasi nei Monti Lessini durante le fasi estensionali del Paleogene, individuando nel graben Alpone-Agno (localizzato tra la porzione est dei M. Lessini e la faglia normale di Castelvero ad ovest - Fig. 11) la più importante struttura estensionale. Durante

il tardo Paleocene – tardo Eocene, i Monti Lessini sono stati interessati, nella loro porzione est, da rocce mafiche ed ultramafiche eruttate per lo più in ambienti sottomarini. Nel tardo Eocene, a causa di una regressione marina, si è manifestata deposizione di sedimenti (Marne a Priabona). L'attività vulcanica ha poi proseguito nell'Oligocene ad est di Schio, nei Monti Berici e nei Colli Euganei. Successive fluttuazioni del livello del mare hanno prodotto significative variazioni di facies e spessori, anche a brevi distanze. Durante l'Oligocene infatti, piattaforme carbonatiche, con spessori di circa 200 m, (Calcareniti di Castelgomberto) si sono depositate sulle Marne di Priabona o direttamente sulle vulcaniti. Nel tardo Oligocene le Calcareniti di Castelgomberto, a seguito della loro emersione, sono state interessate da fenomeni carsici e si sono successivamente depositi su tali formazioni le Arenarie e Calcari di S. Urbano e nel Miocene, le Marne argillose del M. Costi.

Per completare il quadro geologico dell'area, è riportata qui di seguito la descrizione stratigrafica delle formazioni geologiche (partendo dalle formazioni più vecchie) secondo il già citato elaborato di Sandri sul SIC delle montagne vicentine e secondo quanto riportato dal PTCP di Vicenza:

- Basamento Cristallino (fine Carbonifero - inizio Permiano)

Ammassi di filladi quarzifere con fitta scistosità da piana a microfogliettata, con strati grigiastri e verdastri con intercalate lenti e letti di quarzo, caratterizzate da notevole scistosità e friabilità. Le filladi infatti mostrano un grado di degradabilità superficiale notevole e generano coltri eluviali e colluviali che possono ricoprire aree con spessori variabili da pochi decimetri a una decina di metri. Il grado di fatturazione è basso, con spaziatura metrica o deca metrica, ma localmente, lungo fasce sottili e non cartografa bili, può essere elevato. Affiorano per uno spessore massimo di 500 m in ampi tratti di fondovalle. Il PTCP di Vicenza le descrive come "Rocce superficialmente alterate e con substrato compatto".

- Arenarie della Val Gardena (Permiano medio)

Arenarie rossastre ricche di quarzo accompagnate da altre rocce sedimentarie a diversa granulometria e stratigrafia poco evidente, che passano a siltiti fittamente stratificate nella loro parte superiore. Lo spessore complessivo si aggira intorno ai 40-60 m. La fratturazione è modesta, con spaziatura metrica o decametrica. Derivano dall'accumulo in piane alluvionali di conglomerati, sabbie e fanghi trasportati dai corsi d'acqua. Date le loro modeste caratteristiche meccaniche sono state descritte nel PTCP di Vicenza come "Rocce costituite da alternanze di strati o interposizioni tenere e di strati o bancate resistenti".

- Formazione a Bellerophon (Permiano sup.)

Unità dolomica che prende il nome dal mollusco gasteropode caratteristico dei sedimenti antichi. La formazione non supera i 50 m di spessore. Il suo tetto segnala il limite tra l'era Paleozoica e Mesozoica. Alle dolomie e ai calcari dolomitici si alternano, nella porzione inferiore, intercalazioni siltoso-argillose. La fatturazione è modesta con limitata persistenza di giunti. Il PTCP le classifica come rocce costituite da alternanze di strati o interposizioni tenere e di strati o bancate resistenti. Gli affioramenti più comuni si individuano nei pressi di Recoaro e sul versante sinistro dell'Alta Valle del T. Leogra.

- Formazione di Werfen (Trias)

Siltiti micacee accompagnate da marne, calcari e dolomie. La formazione è caratterizzata da stratificazione spessa, con spessori variabile dai 100 ai 200 m, con fitta laminazione millimetrica. Si individuano strutture sedimentarie (ripple marks e brecce di erosione) a testimonianza di emersione dei fondali del mare triassico con deposizione dei sedimenti.

- Formazione a Gracilis (Terziario medio)

Calcari marnosi, marne, siltiti, argilliti con abbondanti resti fossili di invertebrati. Affioramenti nella Val Rotolon delle Piccole Dolomiti sono presenti estesi depositi di gesso. Al tetto della formazione si incontrano i segni di regressione marina con depositi terrigeni. Il complesso è interessato da una modesta fatturazione minuta con limitata persistenza dei giunti.

- Calccare di Recoaro (Triassico medio)

Calcari grigi o biancastri caratterizzano la parte inferiore mentre dolomie brunastre e prive di stratificazione caratterizzano la parte superiore. Ricca presenza di fossili tipici del Pelsonico. La fratturazione è in genere modesta, con spaziatura metrica o deca metrica a permanenza dei giunti quasi sempre elevata.

- Conglomerato del Tretto (Triassico medio)

E' costituita da calcari dolomitico – siltosi con intercalazioni di arenarie marnose e conglomerati compatti, che localmente possono diventare prevalenti. Presenta spessori variabili da pochi metri a un massimo di 30 m. Compaiono impronte fossili di rettili terrestri testimonianza di regressione marina.

- Calccare di Monte Spitz (Triassico medio)

Calccare bianco di piattaforma carbonatica con spessori variabili da 200 m a pochi metri quasi privi di stratificazione, di aspetto cristallino. Alla sua base si riscontrano quasi ovunque pochi metri di calcari stratificati, mentre la sua sommità può essere caratterizzata da sacche di conglomerati compatti.

- Formazione a Nodolus (Triassico medio)

Calcari nodulari, brecce, arenarie e materiale vulcano detritico. Gli spessori sono irrilevanti dove il Calccare di Monte Spitz si presenta con strati potenti e assumono invece spessori elevati quando la piattaforma carbonatica è esigua. La parte superiore può essere localmente costituita da argille montmorilloniti che, derivanti dall'alterazione di cineriti vulcaniche, con sottili intercalazioni di calcari nodulari. Lo spessore complessivo varia da pochi metri ad un massimo di 100 m.

- Breccia di Fongara (Triassico medio)

Sottile strato di depositi continentali che poggia sulla Formazione di Nodolus ed il Calccare di Monte Spitz.

- Vulcaniti Triassiche (Ladinico Superiore – Triassico medio)

Vulcaniti con chimismo che da acido (rioliti, riodaciti, daciti), passano progressivamente a basico, fino ad emissione finale di basalto. Caratterizzano le vette vicentine sia come prodotti di colata che come filoni, camini vulcanici e laccoliti (intrusi a bassa profondità all'interno degli strati sedimentari)

- Gruppo di Raibl (Triassico sup.)

Deposito di conglomerati e materiali sedimentari originatesi a seguito della regressione marina con susseguente erosione subaerea. E' costituito da dolomie cariate e calcari dolomitici associati a conglomerati compatti, con locali intercalazioni di arenarie, siltiti e rari gessi. Quando compare nelle

Prealpi vicentine assume spessori modesti (10-20 m) ed è ricoperto da detriti caduti dalle soprastanti pareti di Dolomia Principale, con cui spesso è cartografato.

- Dolomia Principale (Triassico sup.)

Formazione rocciosa caratterizzata da oltre 600-800 m di spessore dovuti alla lenta deposizione di materiale carbonatico avvenuto in condizioni geodinamiche stabili. E' suddivisa in strati di spessore variabile dagli 1 ai 5 m. La fratturazione è modesta e caratterizzata da spaziatura metrica o decametrica.

- Calcari Grigi o di Noriglio (Giurassico)

Calcari e calcareniti dalla colorazione grigio cenere o biancastra in relazione al contenuto mineralogico. La potenza complessiva degli strati varia da 150 a 300 m. Localmente possono presentarsi ricristallizzati e privi di stratificazione. La fatturazione è modesta con spaziatura da metrica a decametrica. La parte superiore dei Calcari Grigi contiene spesso intercalazioni marnose.

- Depositi Quaternari

Depositi originati da glaciazioni quaternarie e fenomeni erosivi superficiali. Evidenze sul territorio delle vicentino sono: coni detritici, fenomeni di carsismo e masse consistenti di detriti che occupano i fondovalle.

Le formazioni appena descritte sono riconoscibili nello schema stratigrafico morfologico delle formazioni affioranti nell'area di Recoaro di Fig. 16.

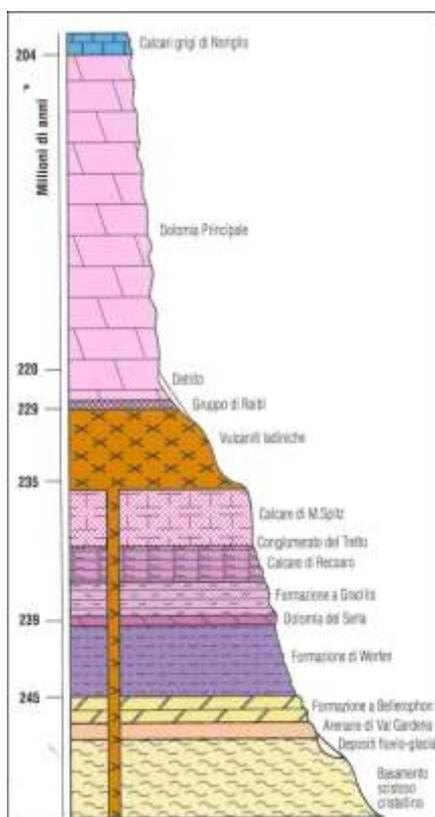


Fig. 16. Schema stratigrafico morfologico delle formazioni affioranti nell'area di Recoaro

3.5 – Litologie nella zona del permesso di ricerca

Il permesso Montecchio Precalcino ricade all'interno del Foglio CARG 103 Schio, del quale non sono disponibili né la carta geologica, né le note illustrative del Foglio.

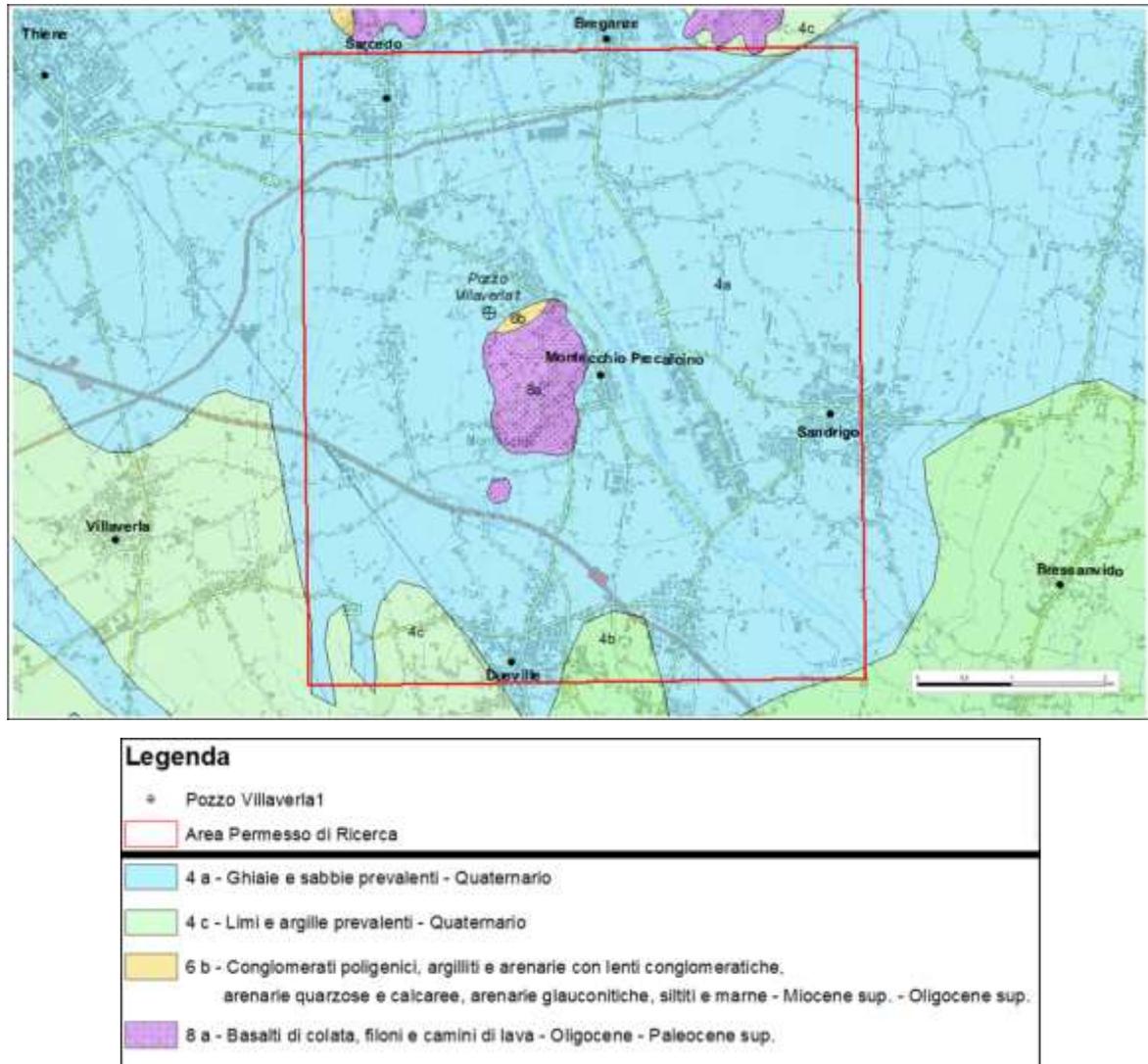


Fig. 17. Informazione vettoriale e legenda litotecnica estratta dal Geoportale della Regione Veneto1

Dal sito ISPRA² è stato possibile però consultare le carte geologiche in scala 1:100.000 dei fogli 037 del Grappa e 050 Padova. L'area in esame risulta caratterizzata da una potente serie di depositi alluvionali del quaternario, costituiti per lo più dalla conoide del Fiume Astico poggianti sopra un basamento roccioso terziario. I sedimenti si sono prevalentemente depositi ad opera prima delle glaciazioni alpine e successivamente delle correnti fluvioglaciali.

La legenda della cartografia ISPRA definisce le formazioni affioranti nel permesso di ricerca, descritti in ordine stratigrafico, come segue:

¹ <http://idt.regione.veneto.it/app/metacatalog/index?deflevel=1>

² (<http://sgi.isprambiente.it/geoportal/catalog/sgilink/map100k.page>)

- Depositi Alluvionali (Quaternario) - Alluvioni grossolane, ghiaiose, con livelli conglomeratici, di sovente terrazzate specialmente lungo l'Astico (Caltrano), la valle del Piave, del Tegerzo, conoide del Brenta, ecc. Alcuni livelli appartengono alla fase di aumento dell'espansione glaciale Wurmiana, altri sono posteriori.
- Miocene Inferiore (Langhiano) – Marne glauconiose azzurre tenere a *Pecten burdigulensis*. (Aquitano) – Strati arenaceo-marnosi con *Pholadomya puschi*. Arenarie calcaree con *Pericosmus montevialensis*, *Scutella subrotundaeformis*, *Amussium cristatum*, ecc.
- Basalti, tufi basaltici e breccie talora fossilifere, per lo più di età oligocenica. Tufi neri di Sangosini (oligocene inferiore) con *Turritella incisa* e *Latrunculus caramis*. Filoni basaltici di età terziaria in genere.

Il Geoportale della Regione Veneto consente inoltre di consultare il dato digitale della cartografia litotecnica del territorio regionale.

La Fig. 17 è un estratto della banca dati disponibili dal SIT regionale focalizzato sull'area del permesso di ricerca che consente di definire quattro classi litotecniche:

- 4a – Ghiaie e sabbie prevalenti (Quaternario)
- 4c – Limi e argille prevalenti (Quaternario)
- 6b – Conglomerati poligenici, argilliti e arenarie con lenti conglomerati che, arenarie quarzose e calcaree, arenarie glauconiti che, siltiti e marne (Miocene sup. – Oligocene sup.)
- 8a - Basalti di colata, filoni e camini di lava (Paleocene sup.)

Alla mappa di Fig. 17 è stata aggiunta la localizzazione del pozzo Villaverla 1, realizzato da AGIP negli anni '70 per scopi esplorativi. Il pozzo, risultato sterile per scopi minerari (ricerca di idrocarburi), risulta comunque una fonte di informazioni importanti nell'ottica del progetto geotermico.

4 – CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA

L'area del P.R. ricade all'interno dell'Ambito Territoriale Ottimale (A.T.O.) del Bacchiglione, nella sua porzione nord-orientale (Fig. 18).



**Fig. 18. Inquadramento territoriale dell' A.A.T.O. Bacchiglione estratto dal sito <http://www.atobacchiglione.it>.
Il riquadro blu delimita il P.R.**

La parte di monte del bacino del Bacchiglione comprende due sottobacini aventi caratteristiche morfologiche e geotettoniche particolari e uniche: il bacino dell'Astico-Tesina a oriente e quello del Leogra-Timonchio ad occidente.

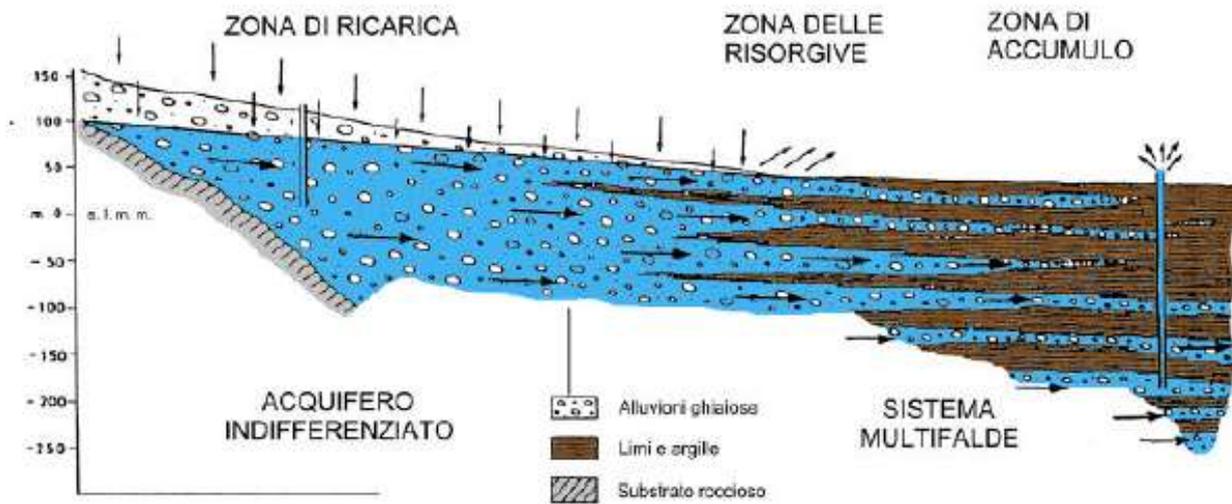


Fig. 19. Schema idrogeologico dell'Alta e Media pianura veneta (Rinaldo et al., 2008)

La pianura veneta, per quanto concerne i primi 300 metri dal piano campagna, è caratterizzata da conoidi alluvionali ghiaiose che, nel corso del tempo, si sono sovrapposte e compenstrate lateralmente, determinando un potente spessore di sedimenti. Seguendo una direttrice NO-SE, lo spessore dei depositi ghiaiosi si assottiglia in modo progressivo andando ad esaurirsi all'interno di livelli sabbiosi-limosi e argillosi fino a separare un acquifero libero superficiale da uno più profondo in pressione Fig. 19 (Rinaldo et al., 2008).

Nella zona di transizione tra i due acquiferi, dove la superficie della falda freatica si interseca al piano di campagna dando origine alla fascia delle risorgive, esiste una zona di transizione tra l'omogeneità del mezzo poroso tipico dell'alta pianura ed il progressivo passaggio a livelli impermeabili. Come specificato dal PTCP di Vicenza, i caratteri idrogeologici del territorio possono essere schematizzati in cinque zone che, dalle aree montane al fondovalle assumono le caratteristiche descritte di seguito:

- Zona montana –comprende le vette dai Monti Lessini fino all'Altopiano dei Sette Comuni caratterizzati da sistemi carsici dei massicci calcareo-dolomitici che ospitano potenti acquiferi, alimentati per lo più da afflussi meteorici.
- Aree infra-vallive – prodotte da processi erosivi dei corsi d'acqua e quindi caratterizzati da potenti strati di ghiaie e sabbie, continui fino al substrato roccioso e che contengono falde in sub-alveo, alimentati dagli interscambi con i corsi d'acqua.
- Conoidi di alta pianura – caratterizzati da spessori di circa 150 m di depositi alluvionali che contengono falde freatiche ricchissime di acqua, alimentate da dispersioni dei corsi d'acqua e da afflussi meteorici, che regolano idraulicamente le variazioni delle riserve idriche profonde.
- Zona di media pianura – caratterizzata da livelli ghiaiosi interposti a strati limoso-argillosi. Tali livelli, spessi fino a 250 m e poggianti sul substrato roccioso, sono interessati da acquiferi artesiani multistrato con sistema di falde in pressione. Le falde artesiane più profonde, sono utilizzate per gli usi acquedottistici, garantendo il rifornimento idrico per gli abitanti dei numerosi comuni circoscritti.

- Zona di bassa pianura – comprende anche i territori che arrivano alla laguna veneta caratterizzati da materiale a bassa permeabilità, rendendo meno interessante questa area per lo sfruttamento della risorsa idrica.

Entrando più nello specifico all'interno del P.R. l'assetto dei principali acquiferi sono individuabili dagli spessori delle colonne stratigrafiche di Fig. 20 e dalla sezione di Fig. 21 (Pilli et al., 2012).

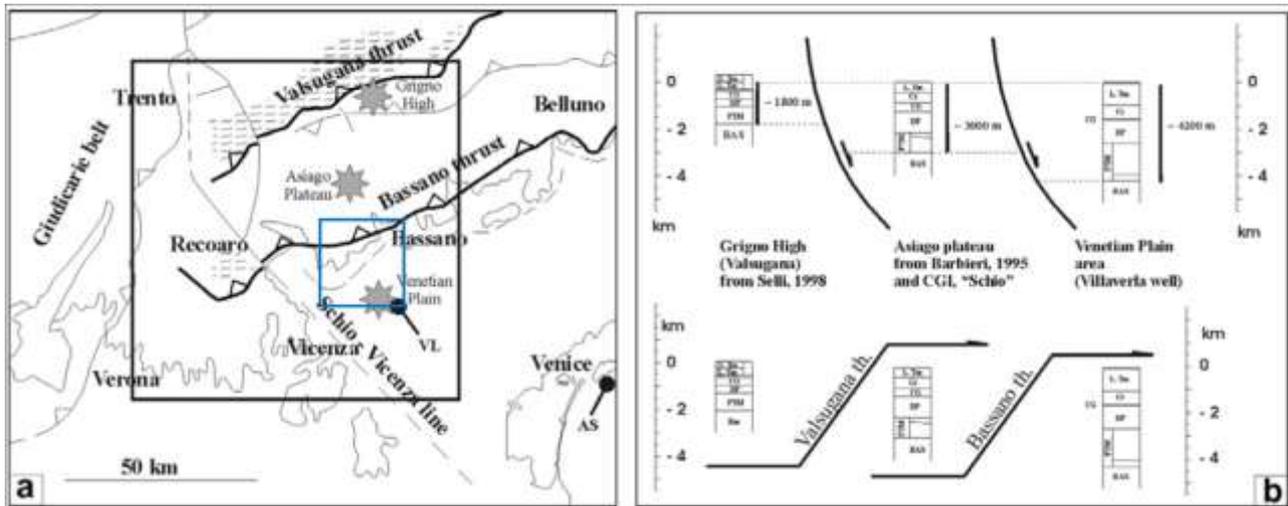


Fig. 20. a) schema strutturale dell'area (P.R. è indicato con il quadrato azzurro): VL: pozzo di Villaverla; b) Serie sedimentaria da N a S (Pilli et al, 2012)

Soffermandoci in prossimità del pozzo Villaverla 1 e dalla ricostruzione idrogeologica eseguita anche per l'area oggetto dell'esecuzione dei pozzi esplorativi, gli stessi autori individuano un acquicludo di dimensioni regionali nel basamento metamorfico (BAS e PTM di Fig. 21) a circa 2500 m di profondità ed un'unità idrogeologica carsica prevalentemente nella piattaforma dolomitica (DP e CR di Fig. 21) a circa 1500 m di profondità. Un'importante zona di ricarica dell'area è individuata nelle serie carbonatiche delle Pre-alpi, localizzate ad E della faglia di Schio-Vicenza per lo più in prossimità del *plateau* dei Sette Comuni-Tonezza, caratterizzato da quote massime di circa 2300 m. La validità di questa ricarica è attestata dai risultati degli studi dei bilanci idrogeologici documentati da Pola et al. (2013) e che ipotizzano una potenziale ricarica elevatissima e pari a circa 230 Mm³/y (circa 7,3 m³/s).

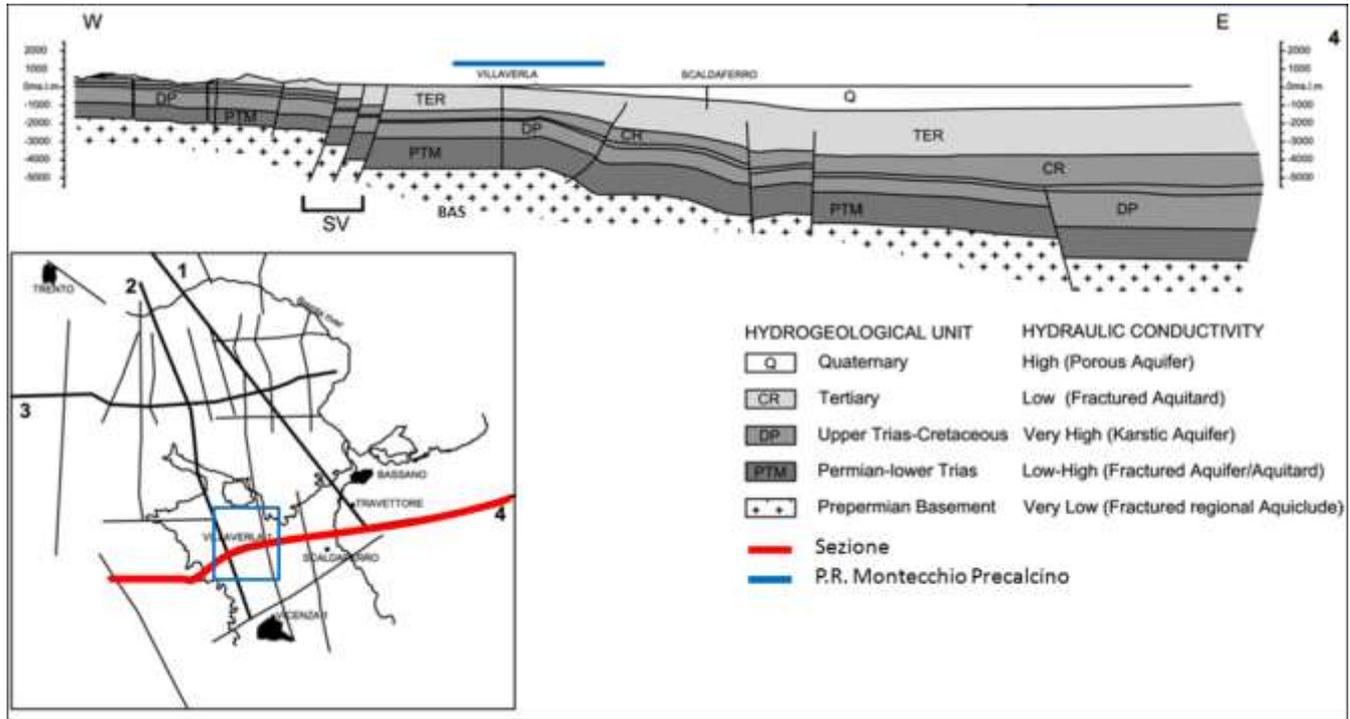


Fig. 21. Sezione geo-strutturale W-E passante per il pozzo Villaverla 1 (modificata da Pili et al., 2012). TER: Successione stratigrafica del terziario; CR: formazioni del Cretaceo; DP: Dolomia Principale; PTM: Micascisti e filladi del basamento metamorfico; BAS: Basamento metamorfico.

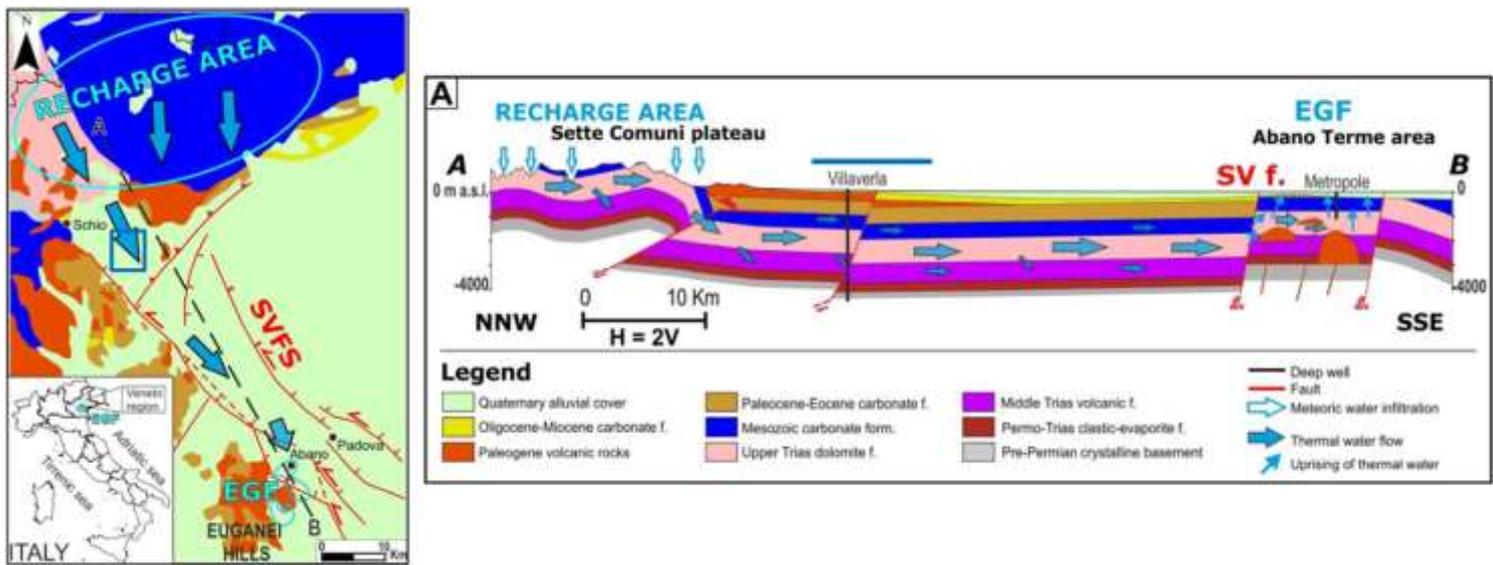
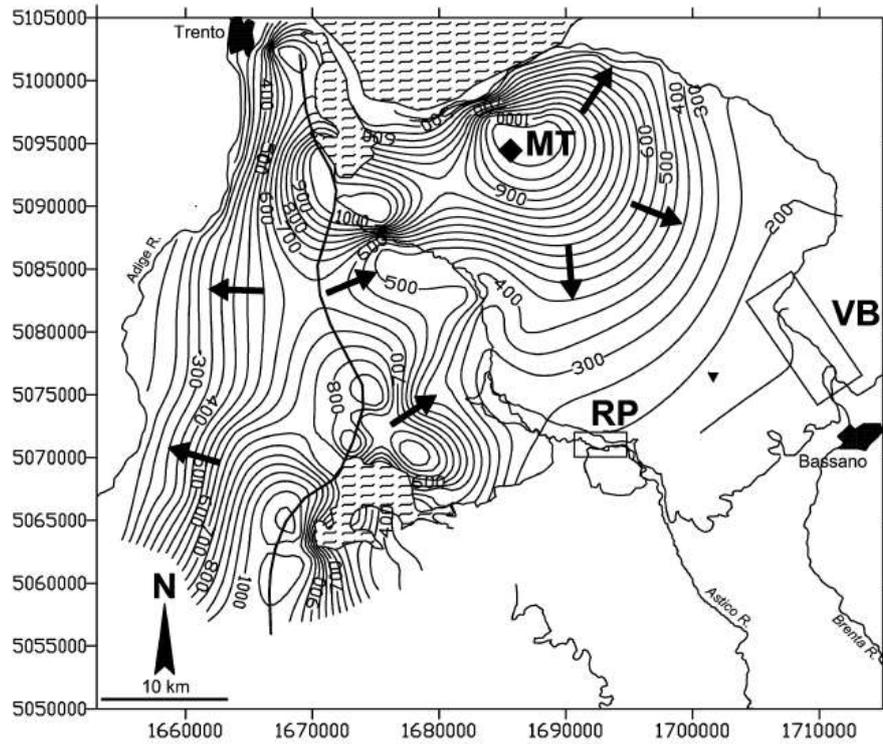
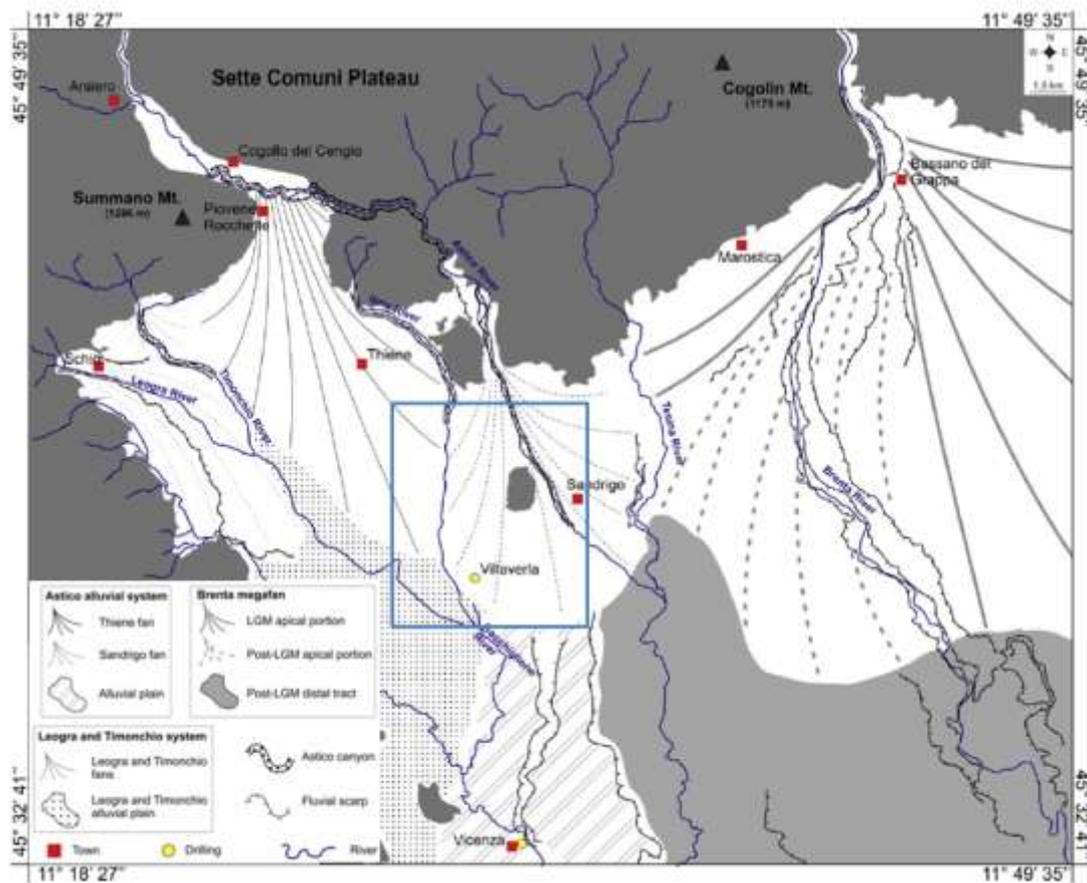


Fig. 22. Modello concettuale e sezione NW-SE estratta e modificata con l'ingombro del P.R. da Pola et al., (2013).



**Fig. 23. Mappa piezometrica della zona saturata del sistema carsico pre-alpino (Pilli et al., 2012).
Le frecce indicano le direzioni di flusso.**



**Fig. 24. Mappa geomorfologica della pianura pedemontana
(modificata da Rossato et al., 2013; MURST, 1997; Mozzi, 2005 e Fontana et al., 2008).**

La serie sedimentaria carbonatica risulta infatti molto permeabile date le numerose fratture e le cavità carsiche che lo interessano. La Fig. 23 mostra una ricostruzione della piezometria dello stesso sistema

carsico pre-alpino derivato da dati di sorgenti e affioramenti del basamento pre-permiano indicando le principali direzioni di flusso.

La Fig. 24 schematizza tutte le caratteristiche della pianura pedemontana Vicentina in un'area più circoscritta al P.R. consentendo così di individuare la morfologia delle conoidi e dei depositi alluvionali che derivano dall'apporto sedimentario del reticolo idrografico dell'area.

La stratigrafia di dettaglio conosciuta per il pozzo Villaverla1 ha permesso quindi una ricostruzione precisa del substrato all'interno del P.R. (Fig. 21 e Fig. 22), consentendo quindi, assieme agli altri dati di ricarica già citati, di ritenere idonea la postazione dei nuovi pozzi esplorativi a circa 2.5 km in direzione SW rispetto al pozzo Villaverla1 (Fig. 25).

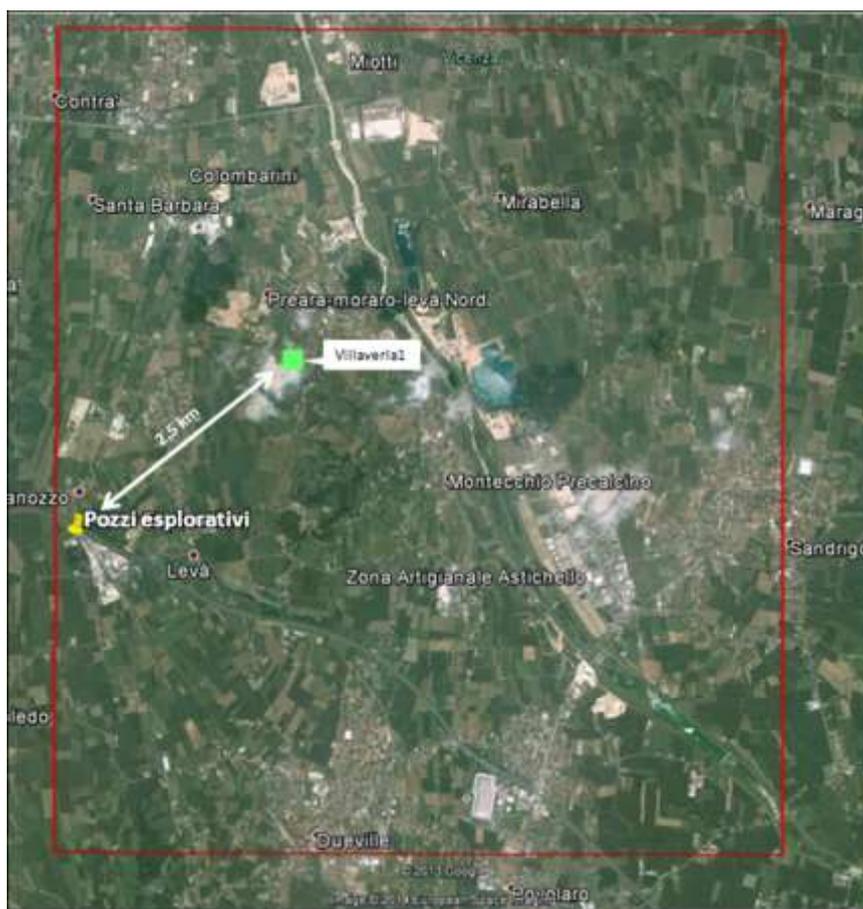


Fig. 25. Localizzazione dei nuovi pozzi esplorativi, 2.5 km dal pozzo Villaverla1.

Il log dello stesso pozzo Villaverla1 conferma l'assetto strutturale di Fig. 21, individuando un orizzonte DP più superficiale che, nonostante l'elevata presenza di fluidi, risulta di minor interesse ai fini dell'esplorazione geotermica in corso, per le basse temperature inferiori a 100 gradi e quindi non adatte per gli impianti a ciclo binario per la produzione di energia elettrica (Fig. 26); ed un orizzonte PTM, più profondo, con temperature attese più elevate (circa 130 gradi) e caratterizzato comunque da forte ricarica idrica e ritenuto per questo il target principale dell'esplorazione (Fig. 27).

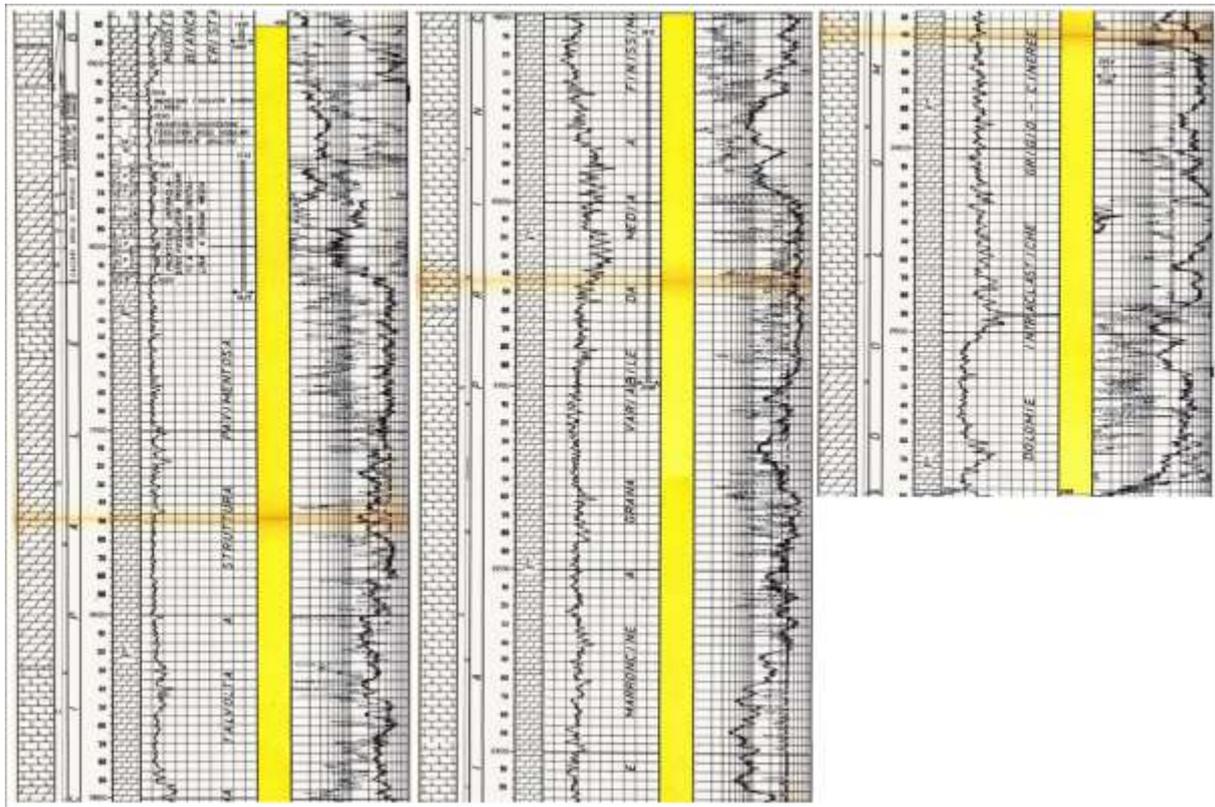


Fig. 26. Estratto del log del pozzo Villaverla 1 nel tratto interessato dal reservoir più superficiale (da 1480 a 2588 m).

I due *reservoir* che citiamo sono separati da uno spessore di 1242 m della formazione delle porfiriti triassiche, che costituiscono un acquicludo che quindi isola idraulicamente, seguendo la legenda di conduttività idraulica di Fig. 21, l'acquifero acquitardo (CR) e acquifero carsico (DP) rispetto all'acquifero di nostro interesse che si colloca in una porzione fratturata per uno spessore di 375 m, con tetto nella porzione di acquifero dell'unità PTM (acquifero/acquitardo) e base coincidente col tetto del basamento pre-permiano BAS (acquifero/acquicludo), andando così a definire la caratterizzazione geotermica del serbatoio.

In sintesi, in via previsionale si rileva una estesa separazione idraulica tra il primo serbatoio geotermico posto tra -1480 m dal p.c. e -2588 m dal p.c. ed il serbatoio geotermico profondo, di nostro interesse, posto tra -3830 m dal p.c. e -4205 m dal p.c. con alla base la formazione impermeabile del basamento metamorfico (prof >di 4205 m dal p.c.). La separazione idraulica tra i due suddetti serbatoi geotermici viene determinata dalla presenza continua, sia in affioramento che in tutte le verticali conosciute e citate nei paragrafi precedenti, della formazione delle porfiriti triassiche, pressoché impermeabili per uno spessore di circa 1242 m.

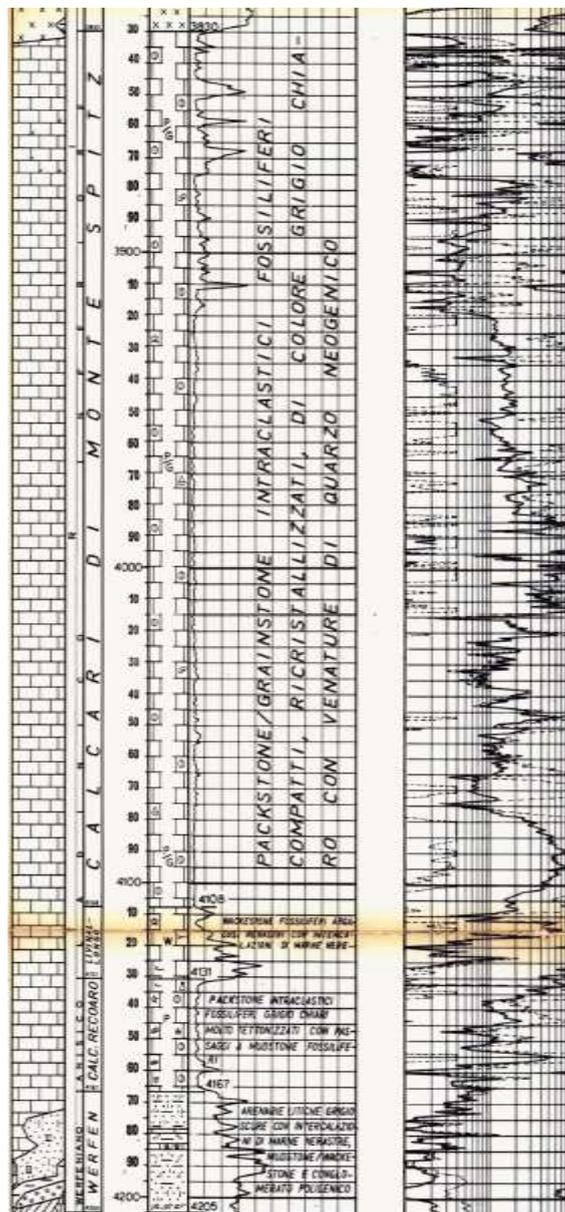


Fig. 27. Estratto del log del pozzo Villaverla 1 nel tratto interessato dal reservoir più profondo (da 3830 a 4205 m).

L'assetto idrogeologico che abbiamo appena descritto è quello che ritroviamo per una vasta area del territorio di interesse, che si estende dai M. Lessini, ad W, fino all'area pedemontana ed anche nella pianura sottostante, ad E con attesa ripetizione di tutta la serie che va dai depositi quaternari, più superficiali, fino al basamento cristallino pre-permiano. Queste caratteristiche strutturali e idrogeologiche, ritenute favorevoli allo sviluppo del progetto di sfruttamento geotermico, sono da imputarsi perciò valide anche per il sito scelto per l'esecuzione del pozzo. Sottolineando nuovamente l'immensa risorsa idrica fornita dalle aree di ricarica dai calcari dei M. Lessini – Plateau dei Sette Comuni e da numerose zone di ricarica nella porzione pedemontana, l'estrazione della risorsa geotermica (tutta comunque da verificare inseguito ai lavori di esplorazione de quo, avrebbe effetto trascurabile sul regime idrico descritto.

Per i calcari dei M. Lessini, che comprendono le formazioni calcaree (primo serbatoio geotermico posto tra -1480m. dal p.c. e -2588 m. dal p.c) sovrastanti le vulcaniti triassiche, è stata stimata una ricarica totale di 7.3 m³/s (Pola et al., 2013).

Dalla consultazione della carta litotecnica della provincia di Vicenza, è stato stimato per tale primo serbatoio un'estensione areale in affioramento come zona di ricarica, pari a circa 870 km². Per quanto

concerne altresì il secondo serbatoio geotermico, separato idraulicamente dal primo dalle stesse vulcaniti triassiche, e trascurando le comunque possibili interconnessioni idrauliche di monte (recharge area) attraverso le faglie e le fasce fratturate connesse, si è stimato un'estensione areale in affioramento come zona di ricarica pari a circa 43,5 km². Considerando un valore di infiltrazione efficace analogo a quello stimato da Pola et al. (2013), e considerando che la superficie di affioramento della ricarica dei serbatoi di nostro interesse (secondo serbatoio geotermico posto tra -3830 m dal p.c. e -4205 m dal p.c.), risulta essere ridotta di circa l'80% rispetto alla precedente (43,5 km²/870 km²), in via del tutto previsionale sarebbe garantita comunque una ricarica continua stimata di circa 1,46 m³/s (1460 l/s).

Da informazioni acquisite presso gli enti di riferimento (Provincia di Vicenza, Genio Civile e Regione Veneto), non risulta ad oggi attivo alcun prelievo dall'acquifero geotermico profondo di interesse nei Calcari di Monte Spitz e formazioni sottostanti con alla base le rocce impermeabili del basamento metamorfico.

5. CARATTERIZZAZIONE GEOTERMICA

5.1 Circolazione dei fluidi e geochimica delle acque

Sulla base dei dati disponibili ad oggi e provenienti da studi condotti da Agip durante la realizzazione dell'Inventario delle risorse geotermiche nazionali della Regione Veneto, le acque della zona di studio possono essere suddivise in base al loro chimismo, nei tipi: bicarbonato-solfato alcalino-terroso, solfato a tendenza bicarbonato calcica o cloruro sodica, cloruro-solfato-bicarbonato sodica e cloruro sodico.

Acque bicarbonato-solfato alcalino-terroso

A questa famiglia appartengono le acque da ricondursi prevalentemente a circuiti relativamente superficiali (bassa conducibilità elettrica) e derivate da processi di interazione con minerali carbonatici e, in minor misura, con quelli silicatici. L'origine delle acque è meteorica, con aree di infiltrazione a quote inferiori ai 1000 m. Secondo il rapporto Agip, tali sorgenti sono associate al sistema idrotermale dell'area di Caldiero, nella provincia di Verona. In particolare, nei pressi dei Monti Lessini dove sono note manifestazioni idrotermali. Le acque termali sono contenute nella coltre alluvionale sabbiosa-ghiaiosa che poggia sulle dorsali rocciose, con temperature di circa 30°C. Strettamente connessa alla temperatura che consente un più o meno marcato miscelamento con le acque fredde superficiali, si individua una salinità totale di circa 0.6 g/l.

Acque solfato a tendenza bicarbonato calcica o cloruro sodica

A questa famiglia appartengono le acque legate alle manifestazioni idrotermali dell'area termale Berica, nella provincia di Vicenza.

Le analisi sulle acque sono state condotte dall'analisi di sorgenti che sgorgano al contatto tra i rilievi collinari e la pianura (portate intorno anche > 10 l/s e temp. di circa 30° C). La salinità è attorno a 1 g/l.

Acque cloruro-solfato-bicarbonato sodica e cloruro sodico

A queste tipologie di acque sono associate le manifestazioni del territorio Euganeo. In particolare, le numerose sorgenti termali e pozzi, con temperature variabili dai 15° C per alcune sorgenti minori ai circa 90° C di alcuni pozzi.

Dall'analisi isotopica, l'origine delle acque di alimentazione è stata definita meteorica e nel loro ciclo geotermale, dovrebbero raggiungere profondità di circa 3000 m. La temperatura delle acque è imputabile al normale flusso geotermico terrestre (3° C ogni 100 m). Sempre seguendo il rapporto Agip, la fascia occidentale e sud-orientale dei colli Euganei è caratterizzata da acque ipomesotermali (25° C – 40° C), cloruro-solfato-bicarbonato sodica con salinità fino a 1.5 g/l; la fascia orientale è invece caratterizzata da acque ipertermali (45° C – 85° C) a chimismo cloruro-sodico e con salinità fino a 6 g/l.

Inquadramento idrogeochimico sulla circolazione delle acque in relazione a recenti pubblicazioni di riferimento

Analisi chimiche sono state effettuate nel bacino del Fiume Brenta allo scopo di verificare la circolazione idrica tra torrenti e falde. I risultati delle indagini sono state pubblicate da Pilli et al. (2012). Data la vicinanza del bacino in esame, ad E rispetto al P.R., è stato ritenuto utile citarne i risultati salienti.

La campagna ha previsto analisi isotopiche (²H, ¹⁸O, ¹³C, ¹⁴C) su campioni di acqua, riassunti in Fig. 28.

Name	X Gauss-Boaga W	Y Gauss-Boaga W	Elev. m a.s.l.	Deep m	pH	c25 °C μS/cm	HCO ₃ ⁻ mmol/l	Cl ⁻ mmol/l	NO ₃ ⁻ mmol/l	SO ₄ ²⁻ mmol/l	Ca ²⁺ mmol/l	Mg ²⁺ mmol/l	Na ⁺ mmol/l	K ⁺ mmol/l	¹³ C ‰ vs V-PDB	¹⁴ C ‰ vs V-SMOW	¹⁸ O ‰ vs V-SMOW	² H ‰ vs V-SMOW
Rivarotta	1709395	5068630	90.8	49.5	7.9	285	2.847	0.060	0.086	0.177	1.361	0.426					-10.19	-70.57
Travettore	1711663	5066862	90	110.0	8.0	260	2.432	0.078	0.082	0.194	1.165	0.387					-10.05	-69.66
Sud																		
Granello	1710876	5064414	81	80.1	8.0	263	2.492	0.077	0.079	0.204	1.224	0.317	0.152	0.026	-7.1		-9.99	-68.94
Cartigliano	1709902	5065679	86	70.0	8.0	261	2.478	0.075	0.077	0.201	1.194	0.311	0.126	0.023			-9.95	-68.20
Melagrani	1711380	5071229	106.18	62.0	7.8	353	3.508	0.103	0.138	0.217	1.398	0.514	0.163	0.031	-11.70	79.6	-9.73	-61.22
Schiavon	1707242	5062376	68.53	10.3	7.9	302	2.860	0.075	0.101	0.176	1.223	0.401	0.115	0.027	-10.20	82.5	-9.46	-63.97
Pozzoleone	1708609	5058406	56	6.3	7.7	447	4.466	0.110	0.228	0.232	1.832	0.627	0.132	0.047	-10.80	77.7	-9.31	-64.42
S. Croce 1	1713178	5069900	113.9	70.3	7.8	364	3.577	0.109	0.180	0.214	1.569	0.579	0.152	0.028			-9.12	-62.15
S. Croce 2	1713209	5069885	114.4	83.1	7.8	351	3.461	0.099	0.158	0.213	1.605	0.550	0.135	0.024	-11.00	79.7	-9.11	-62.55
S. Croce 3	1713209	5069820	114		7.8	331	3.131	0.095	0.154	0.182	1.356	0.488					-8.81	-60.69
Torresin 1	1706834	5065802	82	40.0	7.8	351	3.573	0.096	0.133	0.212	1.697	0.457					-9.07	-61.56
Torresin 2	1706851	5065831	82	76.0	7.9	284	2.781	0.068	0.085	0.200	1.259	0.349	0.105	0.021	-11.30	79.2	-8.78	-60.94
Crocerone	1714489	5068245	105	84.0	7.9	326	3.215	0.124	0.174	0.195	1.284	0.525	0.152	0.028	-7.35	85.4	-8.92	-60.80
Stroppari	1713256	5062549	70	35.0	8.0	260	2.487	0.071	0.080	0.200	1.028	0.385	0.152	0.031	-4.69		-8.92	-62.42
S. Pietro	1713616	5065098	80	46.0	7.7	381	3.695	0.113	0.255	0.206	1.642	0.630					-8.89	-61.11
Cuninati	1716224	5064132	74	84.0	7.8	353	3.426	0.124	0.191	0.222	1.547	0.664	0.150	0.022	-10.50	82.6	-8.75	-59.39
S. Zeno 1	1716352	5069569	105	80.0	7.7	420	4.144	0.116	0.291	0.224	1.610	0.788					-8.30	-57.26
Boscaglio	1708617	5068791	94	68.0	7.8	418	3.872	0.157	0.244	0.196	2.028	0.593			-9.46	89.5	-7.55	-50.17
Barbola 2	1706901	5071147	114	25.0	7.4	456	4.875	0.153	0.138	0.198	2.450	0.240	0.297	0.028	-12.10	75.5	-7.42	-48.72
Barbola 1	1706967	5071133	114	24.0	7.4	466	5.008	0.155	0.134	0.197	2.493	0.243					-7.13	-47.70
Gazzo 2	1705405	5067744	86	37.0	7.3	750	7.279	0.664	0.460	0.356	3.293	0.948	0.850	0.092	-12.90	89.9	-7.04	-48.46
Gazzo 1	1705392	5067736	86	60.0	7.3	748	7.322	0.749	0.480	0.359	3.310	0.935					-7.01	-48.65
Cantarana 1	1704058	5065585	85	60.0	7.3	723	7.115	0.548	0.470	0.345	3.242	0.921					-6.97	-46.76
Cantarana 2	1703815	5065700	82	40.0	7.4	608	6.166	0.464	0.208	0.297	2.460	0.672	1.129	0.030	-13.50	75.4	-6.94	-47.17
Vilux	1704444	5066886	87		7.4	683	6.706	0.549	0.397	0.329	2.804	1.038			-11.9	90.8	-6.68	-47.08
Mai	1717740	5059851													-10.60	83.8		
Romano	1713936	5072283		60.0	7.4	480	5.240	0.200		0.19	3.03	2.63	0.1	0.02				-8.2
Ezz. 46																		
Bassano 47	1712486	5071648		71.0	7.4	270	3.290	0.200		0.16	2.67	1.24	0.006	0.02	-9	74.3		-10.4
Bassano 48	1713331	5070461																-8.1
Bassano 49	1710536	5067430																-10.2
Bassano 115	1714180	5071648		99.0		500	4.050	1.210		0.830	3.210	2.230	1.190	0.003	-10.6			-9.14
Bassano 155	1712424	5070708			7.7	500	4.600	0.558		0.449	3.780	1.980	0.390	0.002	-12			-9.1

Fig. 28. Analisi isotopica condotta su campioni di acqua (Pilli et al., 2012)

I risultati delle indagini geochimiche sono invece diagrammati in Fig. 29 che individuano principalmente:

- un insieme di campioni (gruppo I) provenienti dal bacino del fiume Astico con valori circa costanti di SO₄²⁻ che denotano interconnessioni tra le acque fluviali e di circuito carsico più superficiali;

- un gruppo II, che include quasi la totalità dei campioni prelevati dal bacino del Brenta, che manifestano una buona correlazione tra Mg^{2+} e SO_4^{2-} ; tali valori suggeriscono un contributo di acque mineralizzate provenienti dalla zona satura profonda.

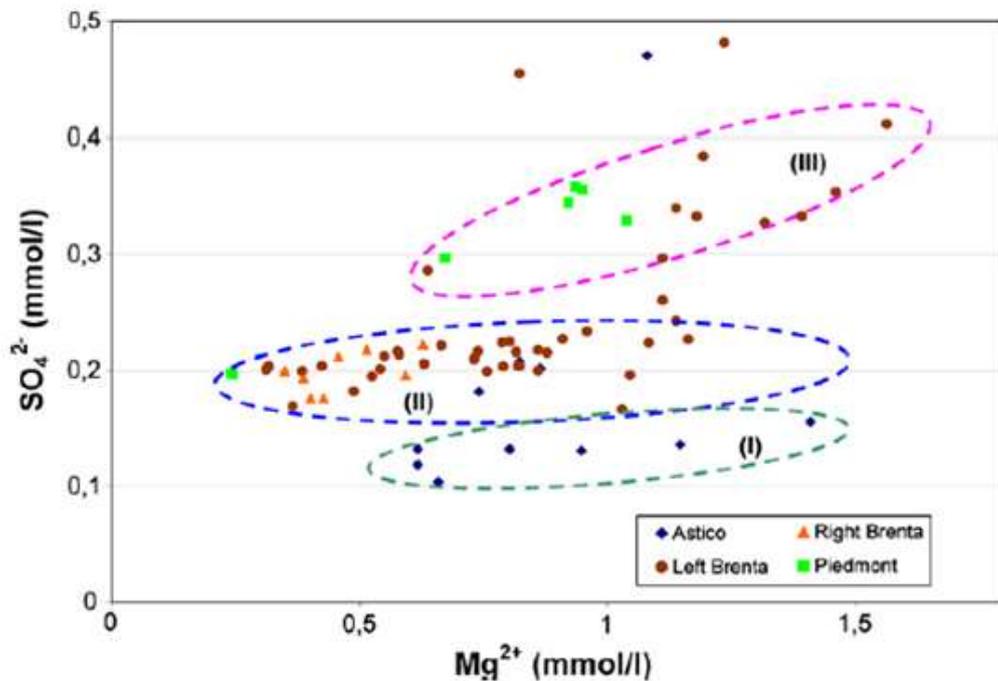


Fig. 29. Dati idrochimici estratti da Pilli et al., (2012).

- Campioni con elevati contenuti di SO_4^{2-} che non permettono l'esclusione di influenze antropiche, spesso suggerito da alto contenuto in nitrati.

Inoltre, il confronto tra i dati isotopici di $\delta^{18}O$ e δ^2H documentati da Zuppi e Bartolami (1982) per il fiume Brenta e da Longinelli e Selmo (2003) e Longinelli et al. (2006) su acque di precipitazione delle Prealpi, sottolineano la presenza di acque di infiltrazione dal plateau Prealpino.

La distribuzione dei principali ioni ed isotopi del carbonio (SO_4^{2-} , Mg^{2+} , ^{14}C e ^{13}C) suggeriscono inoltre il trasferimento di acque carsiche profonde attraverso l'acquifero poroso quaternario. Dato che la presenza di formazioni terziarie con bassa conduttività idraulica, non permette una diretta connessione idraulica tra i due sistemi (deposito quaternario ed acquifero carbonatico), svolgono un ruolo molto importante le faglie pre-Alpine e l'attività tettonica che coinvolge i sedimenti terziari come descritto da Gambillara et al. (2002).

La circolazione delle acque lungo le zone di faglia è favorita dalle variazioni idrostatiche tra sistemi fratturati e porosi secondo un modello idrogeologico concettuale del sistema pre-Alpino schematizzato lungo i profili di Fig. 30.

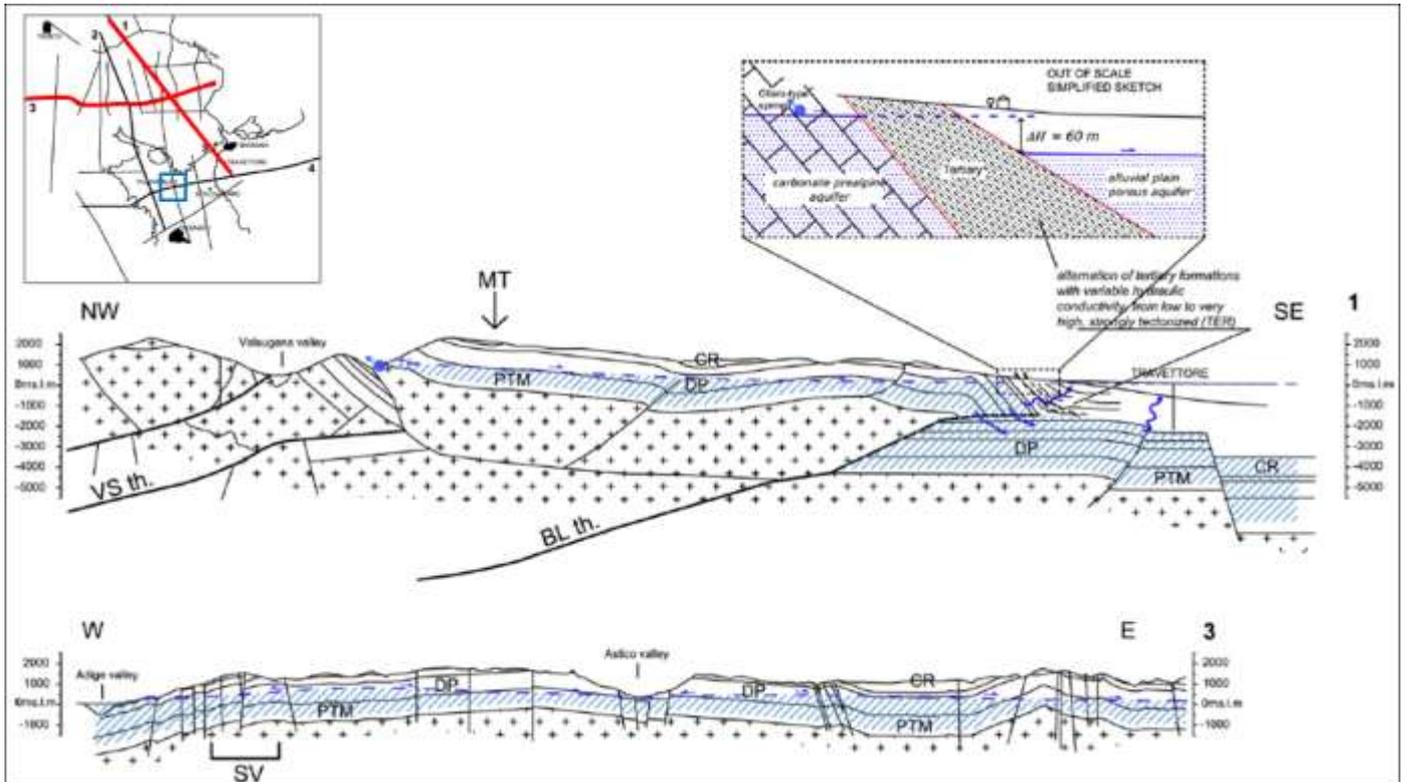


Fig. 30. Sezioni idrogeologiche svolte a nord del P.R. raffiguranti i rapporti tra gli acquiferi carsico e poroso. Estratto da Pilli et al., 2012 - Nel riquadro in alto a destra un particolare della connessione idraulica tra i due acquiferi attraverso una formazione terziaria fortemente tettonizzata.

La permeabilità necessaria per la risalita dei fluidi è direttamente collegata quindi all'attività tettonica delle faglie coinvolte e all'esistenza di strutture di trasferimento, stepover estensionali, tra segmenti attivi di faglie trascorrenti (Zampieri et al., 2009).

5.2 Modello concettuale di riferimento per la ricerca geotermica

Definizione del modello preliminare

Il P.R. si colloca all'interno del sistema idrotermale del bacino Padano caratterizzato da serbatoi geotermici costituiti da rocce carbonatiche nelle quali l'acqua piovana, infiltrandosi in profondità, si scalda circolando con moti convettivi all'interno degli ammassi rocciosi permeabili (convettivo) a contatto con rocce calde (conduttivo). I fluidi, che circolano nelle fratture e nei pori delle rocce permeabili, vengono riscaldati dal calore proviene dal mantello per effetto del gradiente geotermico terrestre. La presenza di serbatoi carbonatici al di sotto di coltri di sedimenti quaternari, possono determinare locali aumenti di temperatura negli acquiferi freddi contenuti in tali depositi, oppure rappresentare serbatoi geotermici, i cui fluidi caldi, possono risalire verso la superficie attraverso strutture tettoniche profonde determinando l'originarsi di sorgenti termali (Castellaccio & Zorzini, 2012).

Dati di perforazioni Agip eseguite intorno agli anni '80, finalizzati per lo più alla ricerca di idrocarburi, hanno permesso la consultazione di una mole consistente di dati del sottosuolo, confermati anche da informazioni geologiche e bibliografiche al contorno, che hanno consentito l'individuazione di un primo

serbatoio geotermico, localizzato a circa 2000 m di profondità nell'area di intervento, con temperature dell'ordine dei 70/90°C (Fig. 31) e che hanno suscitato così l'interesse ad uno sfruttamento economico della risorsa stessa (usi termali a valle e concessione per teleriscaldamento della Città di Vicenza). Nonostante le caratteristiche dei serbatoi appena descritti presentino aspetti molto diversi rispetto alla geotermia ad alta entalpia, localizzata per lo più nelle regioni Toscana, Lazio e Campania (con serbatoi contenuti all'interno di basamenti metamorfici ed i cui fluidi ricevono calore da corpi magmatici, geologicamente recenti, che determinano temperature in profondità variabili da poche centinaia ad alcune migliaia di metri dell'ordine dei 150 – 350 °C e sfruttati già da anni per la produzione di energia elettrica), anche lo sfruttamento dei serbatoi veneti, rientranti nella categoria a bassa-media entalpia, ha suscitato un forte interesse in quanto ritenuto economicamente vantaggioso.

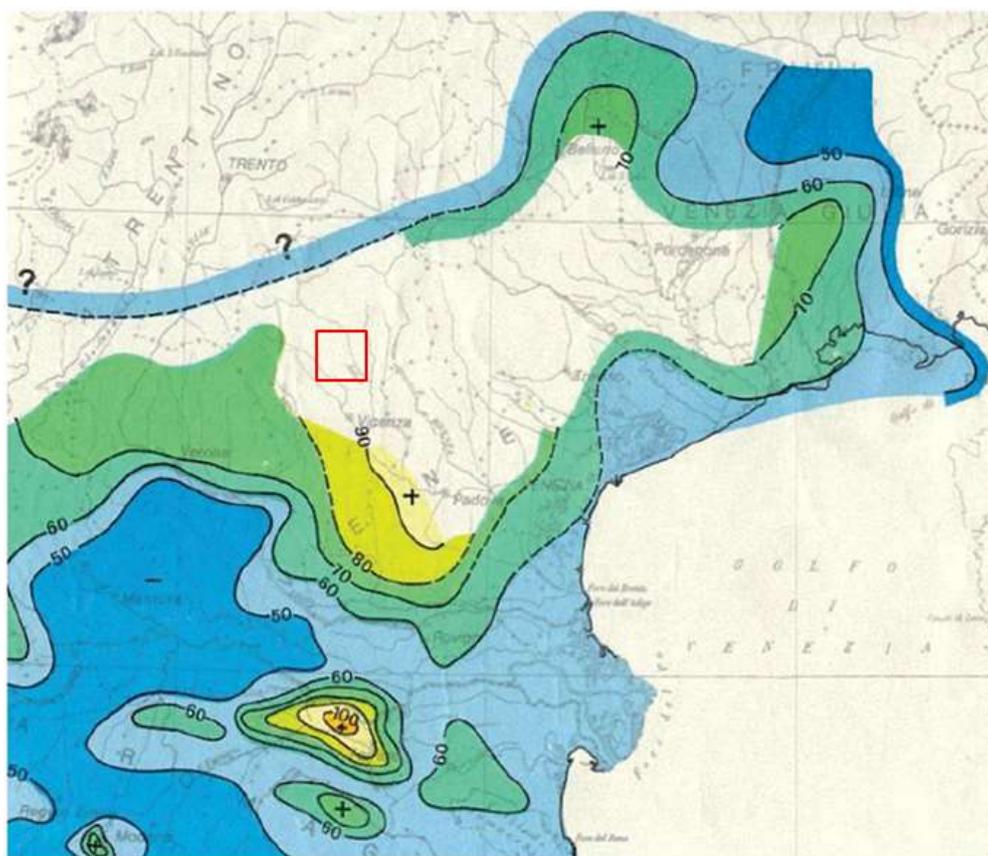


Fig. 31. Carta delle isoterme della regione Veneto a – 2000 m di profondità ricavata dai rilievi AGIP del 1967 (Drigo, 2005). In rosso la localizzazione del P.R..

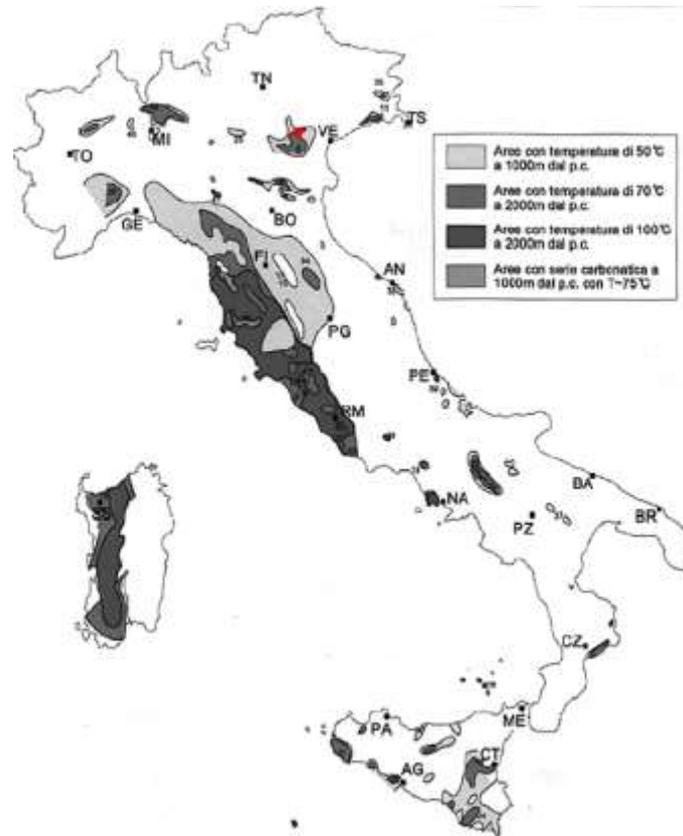


Fig. 32. Aree di interesse geotermico in Italia in funzione della temperatura delle rocce a 2000 m di profondità (Rybach, 2007; Castellaccio e Zorzin, 2012). In rosso la localizzazione indicativa del P.R..

La Fig. 32 mostra una mappa delle aree di interesse geotermico italiano in funzione delle rocce a 2000 m di profondità proposta da Rybach (2007), mettendo in evidenza un’anomalia geotermica significativa nella zona del vicentino, in prossimità del P.R..

Il modello idrotermale che permette di giustificare la presenza di acque calde, può essere quindi schematizzato, secondo i risultati di indagini geochemiche condotte da Sighinolfi et al. (1982), come segue:

- Circuiti geotermici sviluppatasi in litotipi carbonatici;
- Infiltrazione di acque meteoriche da rilievi pre-alpini (aree di ricarica a 1000-1500 m di quota) che raggiungono fino a 2-4 km di profondità, dove si riscaldano per il normale gradiente geotermico (circa 30°C /km);
- Circolazione e risalita dei fluidi lungo condotti carsici e discontinuità strutturali attive (faglia di Schio-Vicenza), che garantiscono il mantenimento della permeabilità persistente.



Fig. 33. Localizzazione dei pozzi per l'esplorazione petrolifera (cerchio verde) e geotermica (cerchio rosso) e linee sismiche (linee azzurre) eseguiti in prossimità del P.R. Montecchio Precalcino (quadrato rosso).

Informazioni più dettagliate relative a: temperature, permeabilità, trasmissività e portate massime sono state ricavate dai dati delle perforazioni Agip condotte in prossimità del P.R. (Fig. 33).

In particolare, valori affidabili di parametri idrodinamici sono limitati ai dati dei pozzi Villaverla 1, ricadente all'interno del P.R., e Vicenza 1, perforato a nord della città di Vicenza. Secondo quanto riportato nell'Inventario delle risorse geotermiche nazionali della regione veneto (1987), questi pozzi sono stati oggetto di ripetute prove di produzione che hanno mostrato un buon potenziale produttivo, nonché la presenza di acqua dolce fino a notevoli profondità per uno stesso serbatoio continuo nell'areale delle due perforazioni in questione (primo serbatoio geotermico escluso dal nostro interesse minerario riferito al solo secondo serbatoio geotermico). La permeabilità del serbatoio, principalmente dovuta a fratturazione più o meno intensa e a fenomeni di dissoluzione e carsismo, anche se non è risultata eccessiva, sarebbe comunque compensata dal notevole spessore dell'acquifero. Si parla di valori di permeabilità e trasmissività rispettivamente di $2,7 \cdot 10^{-6}$ m/s e $5,4 \cdot 10^{-4}$ m²/s per il pozzo Vicenza 1 (primo serbatoio) sul quale sono state effettuate le prove di produzione più esaurienti. Il pozzo Vicenza 1 è inoltre risultato produttivo ad acqua dolce a 2200 m di profondità, con una portata massima di 120 m³/h ed una temperatura di fluido di 67°C a testa pozzo.

Il pozzo Villaverla 1 sempre in riferimento al primo serbatoio geotermico escluso dalla ricerca in oggetto, ha restituito valori inferiori per permeabilità e trasmissività rispettivamente dell'ordine dei $1,1 \cdot 10^{-7}$ m/s e $1 \cdot 10^{-4}$ m²/s, a causa della presenza di una faglia normale in direzione del flusso che agisce in parte da barriera impermeabile.

Dalla consultazione del sito del Ministero dello Sviluppo Economico (Ufficio nazionale Minerario per gli idrocarburi e le Georisorse – UNMIG e Visibilità dei Dati afferenti all'attività di Esplorazione Petrolifera in Italia – VIDEPI) è stato possibile analizzare i dati dei log dei pozzi Villaverla 1, Scaldaferro 1 e Travettore 1 ed i profili sismici eseguiti in prossimità del P.R. (Fig. 33).

Il log del pozzo Villaverla 1 è indubbiamente la fonte più interessante, dal quale è stato possibile individuare l'esistenza di due *reservoir* geotermici: uno più superficiale, dai 1480 m ai 2588 m di profondità che interessa formazioni calcaree e dolomitiche, al quale si riferiscono i dati sopracitati, ed uno più profondo di nostro interesse, dai 3830 m ai 4205 m di profondità che attraversa formazioni calcaree, calcari di M. Spitz, Calcarea di Recoaro, formazione di Werfen, che si ritrovano anche in serie diretta nei pressi di Recoaro, località a circa 20 km ad ovest del P.R.. Uno spessore di circa 1000-1300 m di rocce effusive e metamorfosate pressoché impermeabili separano i due serbatoi geotermici.

Il pozzo Villaverla 1, risultato sterile ai fini petroliferi, ha però messo in evidenza la presenza di acqua a 75 °C a 2300 m, già stimato da Agip (1981) come interessante per utilizzazioni in eventuali progetti geotermici.

Date le informazioni raccolte siamo quindi in grado di ipotizzare la presenza di un primo serbatoio di oltre 1000 m di spessore, con temperature documentate di circa 70°C e portate minime stimabili, per continuità di serbatoio con i dati provenienti dal pozzo Vicenza 1, intorno ai 40 l/s; ed un secondo serbatoio più profondo e separato idraulicamente da uno spessore maggiore di 1000 m di conduttivo (vulcaniti triassiche), con spessore di circa 400 m, in cui sono verificate temperatura di 130°C a 3500 m di profondità. Non si hanno dati certi sulla portata di esercizio ipotizzabile per il secondo serbatoio.

Allo scopo di individuare caratteristiche più precise in merito alla fratturazione e permeabilità attesa del secondo reservoir, più carente di informazioni, è stata condotta un'analisi più dettagliata sulle misure elettriche e di potenziale del log Villaverla 1 relativamente al secondo acquifero, che hanno messo in evidenza:

- da 3830 a 3920 m una buona fratturazione ma con presumibili intercalazioni argillitico-marnose e presumibile buona conduttività potenziale;
- da 3920 a 3980 m una porzione più compatta potenzialmente scarsamente produttiva;
- da 3980 a 4075 m una porzione mineralogicamente omogenea, a resistività decrescente con la profondità e con produttività potenzialmente buona;
- da 4075 a 4140 m una porzione più compatta con progressivo aumento di minerali argillosi, potenzialmente a scarsa produttività;
- da 4140 a 4170 m la base dei calcari è associabile ad una riduzione progressiva della resistività indicante un aumento della fratturazione e/o subordinatamente una variazione mineralogica per incremento dei minerali argillosi (almeno nella parte basale); produttività potenzialmente media;
- da 4170 a 4205 m il log interessa la formazione di Werfen costituita da arenarie con intercalazioni marnose; possibile presenza di fratture di buona produttività potenziale.

A seguito di queste informazioni, il secondo serbatoio risulterebbe caratterizzato da fratturazione in grado di garantire la circolazione di fluido geotermico e quindi le condizioni per lo sviluppo di un progetto di estrazione e sfruttamento della risorsa.

Un aspetto che dovrebbe essere approfondito al fine di una corretta pianificazione ingegneristica del progetto di estrazione dei fluidi geotermici nel P.R., riguarda le analisi delle acque in modo da caratterizzarne correttamente il chimismo. Dati bibliografici già citati parlano di una salinità dell'acqua, relativamente al primo serbatoio, di circa 0.26 g/l rendendolo ottimale per scopi industriali. Trattandosi infatti di un acquifero ad acqua dolce, l'impatto delle sue acque in termini di corrosione ed incrostazione delle tuberie (fenomeni di scaling) sarebbe ridotto. Il primo serbatoio geotermico inoltre risulta in sovrappressione (+22 m dal piano campagna, corrispondente ad una pressione dinamica di circa 150 bar) a testimonianza di un meccanismo di ricarica efficiente proveniente dal sistema alpino, come già discusso in precedenza. Sono invece al momento più carenti informazioni in merito alla salinità delle acque attese per il secondo serbatoio, che dovranno essere verificate in corso d'opera ed in via preliminare eventualmente reperite presso AGIP, in modo da pianificare correttamente il sistema di reiniezione delle acque nel sottosuolo. Il secondo serbatoio geotermico di nostro interesse risulta, dai dati preliminari disponibili (Fonte UNMIG) avere un livello statico posto a -7 m dal piano campagna, a testimonianza comunque di un meccanismo di ricarica efficiente proveniente dal sistema alpino, come già discusso in precedenza e, sempre dai dati preliminari disponibili con livelli piezometrici differenziati tra il primo serbatoio (+22 m. dal p.c.) ed il secondo (-7 m dal p.c. corrispondente ad una pressione dinamica di 382 bar).

5.3 Dati geofisici disponibili - contributo al modello geotermico preliminare

Indagini geofisiche di dettaglio (rilievi gravimetrici, magnetici, sismici e log di pozzo) vengono spesso citati nei rapporti di Agip consultabili dalle banche dati già nominate del Ministero dello Sviluppo Economico e dal sito dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA). Dalla consultazione di parte di questi dati è stato possibile ottenere un quadro piuttosto esaustivo della distribuzione delle anomalie geofisiche in prossimità del P.R. che hanno consentito al momento per gli scopi precipui del primo pozzo esplorativo del secondo serbatoio geotermico di evitare la pianificazione di una campagna di indagini geofisiche preliminari a scopo conoscitivo dell'area di interesse.

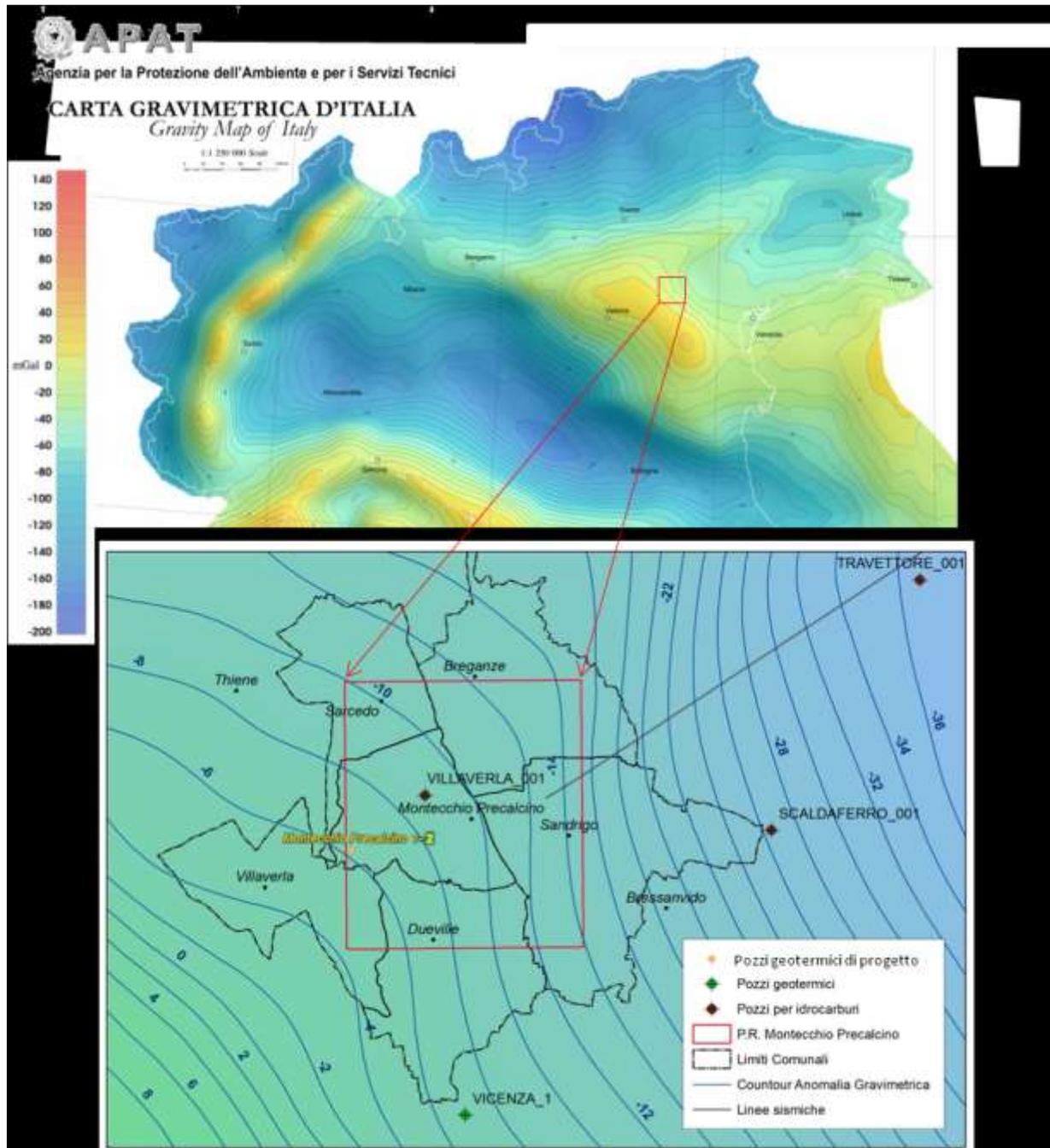


Fig. 34. Estratto della Mappa Gravimetrica d'Italia per l'Italia settentrionale (in alto) e anomalia gravimetrica all'interno del P.R. (in basso). Dati consultabili e scaricabili dal sito dell'ISPRA.

La Fig. 34 mostra un estratto della carta gravimetrica d'Italia, per l'Italia settentrionale, e l'anomalia gravimetrica di dettaglio nel P.R. ottenuta con i dati raster e vettoriali scaricabili dal sito ISPRA, che mostrano valori da -4 a -14 mGal.

Le principali anomalie magnetiche sono invece visualizzabili in Fig. 35, che mostra un estratto della carta aeromagnetica d'Italia. Le isoanomale, con segnalati i principali massimi e minimi magnetici dell'area, sono sovrapposte alla geologia dell'area, che figura in sottofondo. Il P.R. indicato con un quadrato rosso in Fig. 35, risulta a cavallo tra un massimo di anomalia magnetica, nella porzione nord dell'area, ed una serie di minimi magnetici che presentano un allineamento preferenziale N-NW / S-SE.

Come visibile dall'osservazione delle carte di Fig. 34 e di Fig. 35, si riscontrano anomalie geofisiche comparabili per il pozzo Villaverla 1 e per i pozzi geotermici in progetto "Montecchio Precalcino 1" e "Montecchio Precalcino 2" che risultano, anche dal punto di vista geofisico, caratterizzati da anomalie simili ed omogenee.

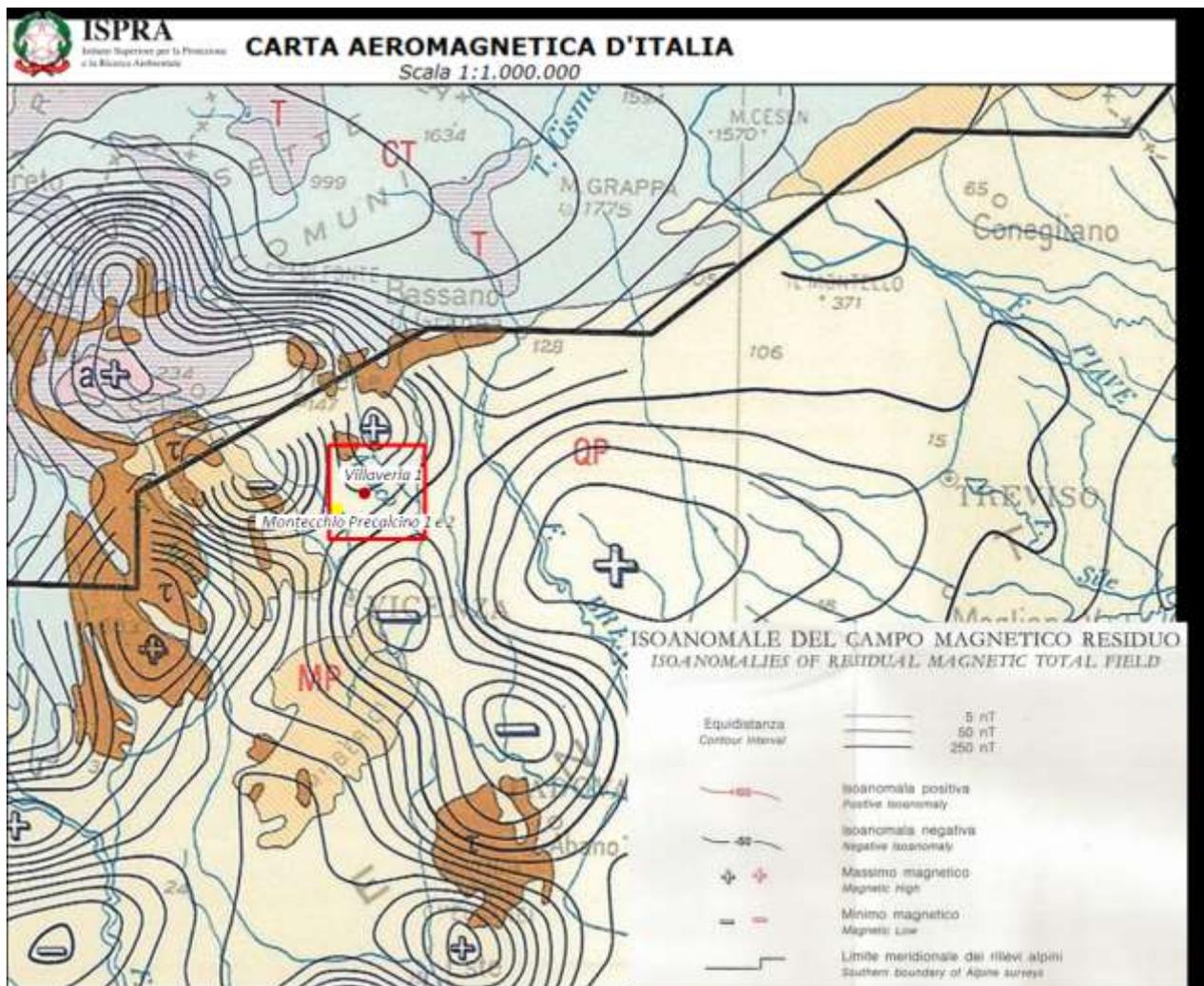


Fig. 35. Estratto della carta Aeromagnetica d'Italia consultabile dal sito ISPRA.

Dati geofisici che hanno invece permesso di ricavare informazioni più dettagliate del P.R., in merito all'individuazione dei reservoir geotermici, sono invece i log di pozzo e profili sismici di Fig. 33.

In particolare, l'attenzione si è soffermata sull'osservazione ed interpretazione della linea sismica "VI-310-88", orientata in direzione SW-NE, che taglia il P.R. nel suo margine NE per poco più di un chilometro. Localizzando quindi l'interpretazione a questo tratto della linea sismica, si individuano dei chiari riflettori sismici a diverse profondità (Fig. 36) molto estesi e continui.

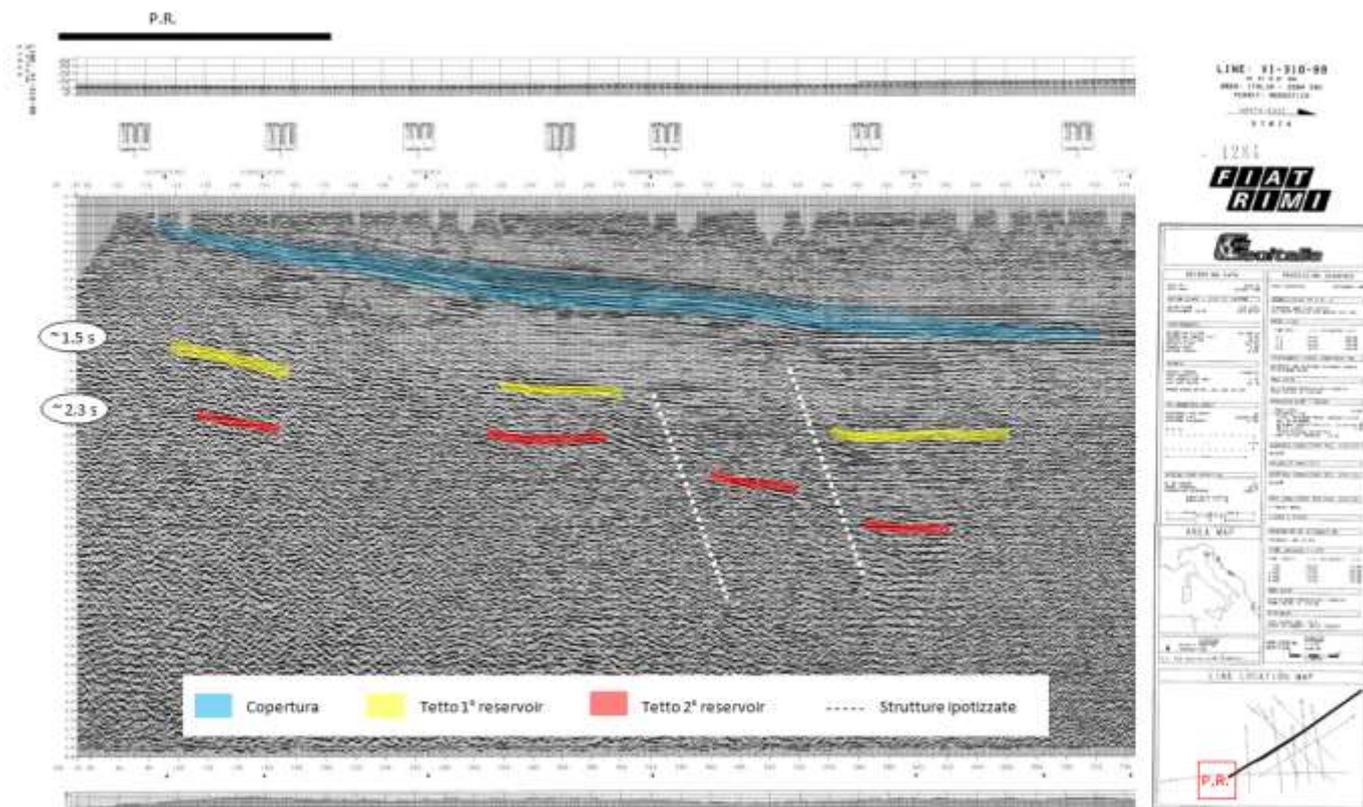


Fig. 36. Linea sismica “VI-310-88” modificata con l’individuazione dei riflettori sismici (UNIMIG e VIDEPI).

Soffermando la nostra attenzione nei livelli più profondi, si nota un primo orizzonte a circa 1,5 secondi ed uno sottostante, a circa 2,3 secondi, secondo quanto evidente dalla scala temporale delle ordinate. I tempi sono da considerarsi doppi (velocità delle onde sismiche in andata ed in ritorno al geofono).

Sono inoltre ipotizzate delle presunte strutture che potrebbero aver dislocato in modo significativo, i riflettori evidenziati. Tali strutture passano in secondo piano nell’interpretazione dato che non ricadono nella porzione di sezione sismica localizzata all’interno del P.R. in oggetto ed inoltre non compaiono nella banca dati ITHACA delle faglie attive e capaci consultabile online.

Data l’assenza di modelli di velocità specifici dell’area che possano permettere di stimare in modo accurato la profondità degli orizzonti di Fig. 36, abbiamo comunque provato a ricavare dei valori di profondità metrici associando una velocità bibliograficamente plausibile di 3000 m/s a formazioni calcaree, che sappiamo costituire i reservoir geotermici dallo studio dei log di pozzo citati più volte (come il log del pozzo Villaverla 1 descritto dettagliatamente nel paragrafo precedente). I risultati ricavati manifestano quindi un livello a circa -2250 m dal p.c. e un secondo livello a -3450 m dal p.c..

L’osservazione incrociata di questi risultati con i dati del pozzo Villaverla 1, mostrano una concomitanza tra le profondità ottenute dall’interpretazione sismica e i dati stratigrafici di pozzo consentendo così di associare, il livello a -2250 m al primo reservoir geotermico dato che nel log è compreso tra profondità di -1480 m dal p.c. e -2588 m dal p.c. e che comunque non è di interesse ai fini di questa ricerca geotermica; ed il secondo livello a -3450 m dal p.c. al secondo reservoir individuato con tetto a -3830 m dal p.c. dal log

di pozzo e che rappresenta il target dell'esplorazione in corso. La discrepanza maggiore rilevata nell'individuazione del secondo reservoir in termini di profondità è da relazionarsi alla presenza di trachiti che si alternano ai calcari, delle quali dovrebbe essere effettuata una stima della velocità più appropriata, in modo da ottenere valori più idonei, per tale tipo di roccia, rispetto a quello utilizzato per il calcolo approssimativo delle profondità dei reservoir geotermici e che si riferisce alle formazioni calcaree.

Considerando che i dati sismici analizzati sono stati acquisiti nel 1988 e che non è stato effettuato nessun re-processing del dato di origine al fine di cercare di migliorare con le tecniche più attuali, il rapporto segnale-rumore, i risultati ottenuti sono ritenuti considerevolmente sufficienti a confermare la corretta individuazione dei reservoir. Un dato interessante che si ottiene è, inoltre, la progressiva risalita, all'interno del permesso di ricerca (verso ovest) dei riflettori che consente una maggiore confidenza sulle profondità stimate per il raggiungimento del secondo reservoir, obiettivo della perforazione.

A seguito delle considerazioni enunciate, è possibile quindi confermare che tra l'ubicazione scelta per la realizzazione del pozzo esplorativo e il pozzo già esistente Villaverla 1, sotto il profilo geofisico, geologico e stratigrafico, si rilevano condizioni analoghe che hanno condizionato la scelta dell'ubicazione dello stesso pozzo geotermico. La localizzazione della perforazione è stata pianificata all'interno di un'area industriale già attiva sul territorio, in modo da ridurre al minimo gli impatti ambientali legati allo sviluppo di un progetto così importante.

I risultati provenienti da indagini geofisiche di superficie e disponibili presso le banche dati di UNMIG, VIDEPI ed ISPRA, correlati con le informazioni stratigrafiche dei pozzi pre-esistenti in aree limitrofe al P.R. (vedi Fig. 33), con il modello geotermico preliminare e con le indagini geofisiche di pozzo che hanno consentito il confronto tra i valori di permeabilità del primo e del secondo serbatoio, in aggiunta alla valutazione della grande ricarica di 1140 l/s, permettono di ipotizzare in sintesi, le seguenti caratteristiche per il secondo serbatoio:

- temperatura attesa di circa 130°C;
- permeabilità dell'ordine dei $1,1 \cdot 10^{-7}$ m/s;
- portata attesa (da verificare solo a perforazione conclusa) da 70 a 200 l/s;
- trasmissività dell'ordine $1 \cdot 10^{-4}$ m²/s;
- ricarica di circa 140 l/s;
- spessore di 375 m;
- profondità compresa tra -3830 m dal p.c. e 4205 m dal p.c.;
- base impermeabile caratterizzato dal basamento metamorfico;
- tetto impermeabile caratterizzato da strato di vulcaniti triassiche;
- formazione isolante conduttiva tra -2588 m dal p.c. e -3830 m dal p.c. che separa il primo ed il secondo reservoir.

6 – DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA DEI LAVORI DELLA RICERCA

In riferimento all'art. 8 del D.P.R. 395/1991 "Programma di lavoro", ed in accordo con il D.G.R. 985 del 18/06/2013, del D. Lgs. 11 febbraio 2010 n. 22, di seguito, si specificano nel dettaglio, nella loro sequenza temporale, le attività di ricerca previste dal proponente.

Vista la documentazione disponibile raccolta presso l'archivio ENI (Permesso di ricerca Vicenza) e l'interpretazione nel dettaglio dei dati completi della precedente ricerca di idrocarburi (report completo di perforazione, analisi dei cuttings di perforazione e visione delle carote del serbatoio geotermico di riferimento) ed i relativi profili sismici a riflessione, le informazioni disponibili presso la Regione Veneto sulle caratteristiche idrogeologiche e sui dati tecnici disponibili riferiti al pozzo che interessa il primo serbatoio del sistema geotermico già sfruttato e concessionato per il teleriscaldamento di Vicenza (pozzo Agip – Vicenza 1) e le informazioni sulla presenza del serbatoio geotermico derivanti dalla precedente perforazione Villaverla 1, si procederà direttamente alla realizzazione delle perforazioni esplorative "Montecchio Precalcino 1" e "Montecchio Precalcino 2" per accertare le caratteristiche quantitative e qualitative della risorsa geotermica oggetto di ricerca.

Durante le perforazioni, oltre ovviamente a realizzare preliminarmente tutte le opere per la protezione dell'ambiente, saranno eseguite specifiche prove geofisiche in foro (logs geofisici) per accertare la presenza di eventuali livelli fratturati produttivi, misure di gradiente, analisi geochimica degli eventuali fluidi presenti, prove di produzione a seguito del condizionamento dei pozzi. In caso di esito favorevole della ricerca, si procederà quindi al riconoscimento del carattere nazionale o locale della risorsa ai sensi dell'art. 22 del D.P.R. 395/1991 e art. 5 del D. Lgs. 11 febbraio 2010 n. 22 e della normativa della Regione Veneto (Allegato A alla D.G.R. 985 del 18/06/2013,) e a predisporre la successiva documentazione tecnica e progettuale per la richiesta di concessione di coltivazione ai sensi delle normative sopracitate.

Di seguito, nella tabella 5 **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** viene esplicitato nel dettaglio il programma dei lavori, con i relativi tempi necessari, per i costi preventivati si rimanda al computo metrico estimativo ed all'elaborato 1 – Programma dei lavori.

1- SCHEDA DEL PROGRAMMA DEI LAVORI DEL PERMESSO DI RICERCA DI RISORSE GEOTERMICHE "MONTECCHIO PRECALCINO"				
voce	DESCRIZIONE DEI LAVORI	TEMPI NECESSARI PER LO SVOLGIMENTO DEI LAVORI (MESI)	TEMPI PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI DAL RILASCIO DEL PERMESSO (MESI)	MEZZI DI FINANZIAMENTO
a	Redazione del progetto definitivo e procedura di VIA ai sensi del Dlgs 152/2006 e successive modifiche ed integrazioni per la realizzazione delle perforazioni esplorative "Montecchio Precalcino 1" e "Montecchio Precalcino 2".	0	7	Mezzi propri
b	Acquisizione, sistematizzazione ed elaborazione dei dati geologici, sismici, stratigrafici, geochimici e geotermici esistenti con particolare riferimento ad acquisizione ed interpretazione dei dati tecnici del pozzo Villaverla 1 (Determinazione n.752 del 29/9/2014 del settore VIA/INCA Provincia di Vicenza di esclusione dalla procedura di VIA).	2	2	Mezzi propri
c	Rilievo idrogeologico di dettaglio dell'area del permesso di ricerca, con censimento di pozzi presenti, prelievo di acque superficiali ed analisi chimiche della acque (Determinazione n.752 del 29/9/2014 del settore VIA/INCA Provincia di Vicenza di esclusione dalla procedura di VIA).	2	2	Mezzi propri
d	Esecuzione dell'indagine geofisica attraverso tecniche di array sismici (simica passiva), direzione lavori dell'indagine geofisica, interpretazione dei dati e report finale con verifica del modello geologico-strutturale e geofisico atteso (Determinazione n.752 del 29/9/2014 del settore VIA/INCA Provincia di Vicenza di esclusione dalla procedura di VIA).	1	3	Mezzi propri
e	Redazione del progetto esecutivo delle perforazioni esplorative "Montecchio Precalcino 1" e "Montecchio Precalcino 2" e svolgimento pratiche autorizzative per la realizzazione (art. 16 D.P.R. 395/1991, D.P.R. 380/2001, D.Lgs. 624/1996).	3	10	Mezzi propri
f	Predisposizione di una rete di monitoraggio sismico, con installazione di 5 stazioni dedicate (ad integrazione di altre stazioni OGS). Si prevede monitoraggio sismico in continuo a partire da 6 mesi prima dell'inizio della perforazione fino a 3 mesi oltre il termine delle operazioni di perforazione e delle prove di produzione.	21	24	Mezzi propri
g	Accordi con le proprietà dei fondi, contrattualizzazione dei rapporti, monetizzazione ecc..	3	10	Mezzi propri
h	Affidamento dei lavori di perforazione dei pozzi esplorativi "Montecchio Precalcino 1" e "Montecchio Precalcino 2", delle opere accessorie e dei noli, contrattualizzazione dei rapporti tra gli operatori.	1	10	Mezzi propri
i	Perforazione esplorativa "Montecchio Precalcino 1" tramite pozzo profondo circa 4.300 ml dal p.c., comprensivo di allestimento cantiere e condizionamento del perforo, smaltimento rifiuti di perforazione, prove di collaudo. Esecuzione di logs geofisici, prove di produzione, analisi fluidi geotermici.	7	17	Mezzi propri
l	Perforazione esplorativa "Montecchio Precalcino 2" tramite pozzo profondo circa 4.300 ml dal p.c., comprensivo di allestimento cantiere e condizionamento del perforo, smaltimento rifiuti di perforazione, prove di collaudo. Esecuzione di logs geofisici, prove di produzione, analisi fluidi geotermici.	5	22	Mezzi propri
m	Ripristino ambientale parziale dell'area, con smobilitazione del cantiere e smaltimento rifiuti ai sensi del D.Lgs 152/2006 (in caso di esito positivo della ricerca). Eventuale chiusura mineraria della perforazione, previa approvazione del progetto di chiusura e relative autorizzazioni (in caso di esito negativo della ricerca - 4 mesi).	2	24	Mezzi propri
n	Direzione dei lavori ed assistenza tecnica a prove di produzione, log geofisici e analisi dei fluidi geotermici, prove di collaudo.	12	22	Mezzi propri
o	Controllo chimico della qualità e delle temperature del fluido geotermico.	12	36	Mezzi propri

Tab.5 - Programma dei lavori del permesso di ricerca

a) Redazione del progetto definitivo e procedura di VIA ai sensi del D.lgs 152/2006 e successive modifiche ed integrazioni per la realizzazione delle perforazioni esplorative “Montecchio Precalcino 1” e “Montecchio Precalcino 2”.

Prevede la descrizione di tutti i dettagli delle operazioni finalizzate alla redazione del progetto definitivo e alla procedura di V.I.A. per la realizzazione dei pozzi esplorativi “Montecchio Precalcino 1” e “Montecchio Precalcino 2” esplicitati nella stesura del progetto definitivo in oggetto, nel rispetto di tutti i vincoli normativi ambientali vigenti.

b) Acquisizione, sistematizzazione ed elaborazione dei dati geologici, stratigrafici, geochimici e geotermici esistenti con particolare riferimento ad acquisizione ed interpretazione dei dati tecnici del pozzo Villaverla 1. Le attività prevedono l'analisi delle banche dati pubbliche disponibili presso la Regione Veneto, l'UNMIG, l'ENI, l'ISPRA, l'INGV, il CNR, le Università di Padova, di Firenze, l'Istituto di Geoscienze e Georisorse e delle pubblicazioni specialistiche in materia. La ricerca dei dati esistenti riguarda nello specifico la geologia, la geologia strutturale, la stratigrafia, l'idrogeologia, la geochimica, la geotermia e la sismica con particolare riferimento all'area del permesso di ricerca e alle zone limitrofe (per i riferimenti sugli affioramenti delle formazioni del potenziale serbatoio nella zona sub-alpina). I dati ricavati hanno come finalità la ricostruzione di un modello geologico-geochimico-strutturale-geotermico preliminare.

c) Rilievo idrogeologico e geochimico dell'area del permesso di ricerca, censimento di pozzi presenti, prelievo di acque superficiali ed analisi chimiche delle acque. Una volta ricostruito il modello preliminare di cui sopra dell'area di ricerca, è prevista l' esecuzione di una ricerca idrogeologica specifica (da fonte bibliografica) finalizzata al censimento dei pozzi per acqua presenti e alla ricostruzione della superficie della prima falda con lo scopo di identificare eventuali azioni di tutela verso le acque sotterranee utilizzate e per eventuali e successivi sfruttamenti della risorsa ai fini del sistema di raffreddamento della centrale geotermica (fase di eventuale concessione mineraria). Tutti i dati geochimici verranno poi interpretati per caratterizzare le acque, la loro natura e provenienza, il tempo di permanenza nel sottosuolo, le peculiarità delle rocce che hanno attraversato ecc.

d) Esecuzione dell'indagine geofisica attraverso tecniche di array sismici (sismica passiva), direzione lavori dell'indagine geofisica, interpretazione dei dati e report finale con verifica del modello geologico-strutturale e geofisico atteso.

In merito alle voci b, c e d appena menzionate si ricorda che la Provincia di Vicenza ha già emanato, con la determinazione n.752 del 29/09/2014, il provvedimento conclusivo di esclusione dalla procedura di valutazione di impatto ambientale di cui al D. Lgs. N.152/06 e alla L.R. 10/99 e s.m.i.. Queste attività non

verranno perciò ulteriormente descritte nella relazione in oggetto, finalizzata alla stesura di tutti i dettagli delle operazioni necessarie alla redazione del progetto definitivo e procedura di V.I.A. per la realizzazione delle perforazioni esplorative “Montecchio Precalcino 1” e “Montecchio Precalcino 2”, nel rispetto di tutti i vincoli normativi ambientali vigenti.

e) Redazione del progetto esecutivo delle perforazioni esplorative “Montecchio Precalcino 1” e “Montecchio Precalcino 2” e svolgimento pratiche autorizzative per la realizzazione (art. 16 D.P.R. 395/1991, D.P.R. 380/2001, D.Lgs. 624/1996). Successivamente all’espletamento delle attività precedenti ed una volta acquisita l’autorizzazione ambientale (procedura di assoggettabilità a V.I.A.), si procederà alla redazione del progetto esecutivo dell’opera di perforazione ai sensi del D.P.R. 395/1991, ai fini della necessaria autorizzazione mineraria. Saranno nel contempo richieste tutte le autorizzazioni necessarie di supporto. Sarà anche redatto e consegnato agli organi competenti il D.S.S. (Documento Salute e Sicurezza) ai sensi del D.Lgs. 624/1996. Nello specifico il progetto esecutivo dell’opera prevederà un dettagliato schema del cantiere con individuate le opere di movimento terra da eseguire (livellamenti e inghiaiatura piazzale), la realizzazione del basamento di cls per la perforatrice, la recinzione dell’area, l’individuazione delle aree di stoccaggio dei materiali e le vasche dei fanghi, le attrezzature ed i luoghi di ricovero per il personale, box ufficio, servizi igienici, spogliatoi, aree di raccolta dei rifiuti di perforazione idoneamente impermeabilizzata ecc.. Il progetto prevederà tutte le fasi ed i mezzi di perforazione con la definizione esatta delle quote degli avampozzi, le cementazioni, i sistemi di sicurezza (blow-out preventer ecc..), lo schema di condizionamento, le prove da eseguirsi in avanzamento e per la produzione.

Verrà quindi redatto anche il progetto esecutivo per il ripristino definitivo dell’area a seguito della perforazione.

f) Predisposizione di una rete di monitoraggio sismico dedicata. Si propone di installare, ad integrazione di altre stazioni OGS acquisite nell’ambito dell’attività di monitoraggio sismico dell’Italia Nord-Orientale e che appartengono alle reti del Veneto e del Trentino, 5 stazioni sismiche prevedendo una stazione prossima ai pozzi, due stazioni a distanza di circa 4-5 km rispettivamente in direzione Nord-Ovest e Est, e due stazioni a circa 8 km in direzione Sud-Ovest oltre la linea di faglia Schio-Vicenza.

Il programma dei lavori prevede un monitoraggio continuo h 24 a partire da circa 6 mesi prima dell’inizio delle perforazioni fino a tre mesi oltre il termine delle perforazioni e delle prove di produzione dei fluidi. Per i dettagli si rimanda allo specifico capitolo relativo al monitoraggio.

g) Accordi con le proprietà dei fondi, contrattualizzazione dei rapporti, monetizzazione ecc.. A seguito dell’approvazione del progetto esecutivo dei pozzi esplorativi saranno formalizzati in via definitiva gli accordi con la proprietà dei fondi individuati per l’ubicazione dei pozzi esplorativi. In particolare si prevederà un indennizzo per la proprietà in riferimento al disturbo e all’occupazione dei terreni improduttivi.

h) Affidamento dei lavori di perforazione dei pozzi esplorativi “Montecchio Precalcino 1” e “Montecchio Precalcino 2”, delle opere accessorie e dei noli, contrattualizzazione dei rapporti tra gli operatori. I lavori di perforazione saranno affidati a seguito di esperimento di gara formale tra imprese qualificate con esperienza nel settore delle perforazioni profonde. A base della gara sarà il progetto di cui al punto e) con il relativo computo metrico e capitolato speciale d'appalto.

Una volta scelte le imprese saranno formalizzati i contratti ed affidati i lavori.

i) Perforazione esplorativa “Montecchio Precalcino 1” tramite pozzo profondo circa 4.300 m dal p.c., comprensivo di allestimento cantiere e condizionamento del perforo, smaltimento rifiuti di perforazione, prove di collaudo. Esecuzione di logs geofisici, prove di produzione, analisi fluidi geotermici. Per i dettagli delle operazioni di perforazione si rimanda ai successivi capitoli.

l) Perforazione esplorativa “Montecchio Precalcino 2” tramite pozzo profondo circa 4.300 m dal p.c., comprensivo di allestimento cantiere e condizionamento del perforo, smaltimento rifiuti di perforazione, prove di collaudo. Esecuzione di logs geofisici, prove di produzione, analisi fluidi geotermici. Per i dettagli delle operazioni di perforazione si rimanda ai successivi capitoli.

m) Ripristino ambientale dell'area, a perforazioni ultimate e prove di produzione eseguite, con smobilitazione del cantiere di perforazione e smaltimento di fanghi e rifiuti ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.. Tali operazioni richiederanno circa 2 mesi. Nell'eventualità che la ricerca geotermica fornisse esito negativo, le operazioni di ripristino ambientale prevedranno anche la chiusura mineraria della perforazione, previa approvazione del progetto di chiusura e ottenimento delle relative autorizzazioni. Tali operazioni richiederanno un tempo di circa 4 mesi.

n) Direzione dei lavori ed assistenza tecnica a prove di produzione, log geofisici e analisi dei fluidi geotermici, prove di collaudo.

Nei seguenti capitoli verranno descritte nel dettaglio tutte le operazioni connesse alle perforazioni esplorative, che rappresentano l'opera principale del progetto.

o) Controllo chimico della qualità e della temperatura del fluido geotermico.

In caso di esito positivo della ricerca saranno eseguiti dei campionamenti del fluido geotermico ripetuti nell'arco di 12 mesi e prove di portata, analogamente a quanto descritto nel punto n precedente.

6.1 Le opere in progetto

Il progetto è un'attività mineraria di ricerca di risorse geotermiche e si propone di verificare la presenza della risorsa disponibile nel serbatoio profondo geotermico della piana settentrionale veneta.

Come più volte indicato nei precedenti capitoli, gli interventi proposti per la ricerca comprendono sostanzialmente la realizzazione delle perforazioni del pozzo esplorativo "Montecchio-Precalcino 1" e del pozzo esplorativo "Montecchio Precalcino 2", in località Levà - Via Terragioni nel Comune di Montecchio Precalcino.

Il pozzo avrà come obiettivo gli orizzonti produttivi profondi, ubicati a circa 3.800-4.200 m di profondità nel potenziale serbatoio geotermico individuato dalla perforazione Villaverla 1 negli anni '70 del secolo scorso (permesso di ricerca di idrocarburi Vicenza attualmente decaduto).

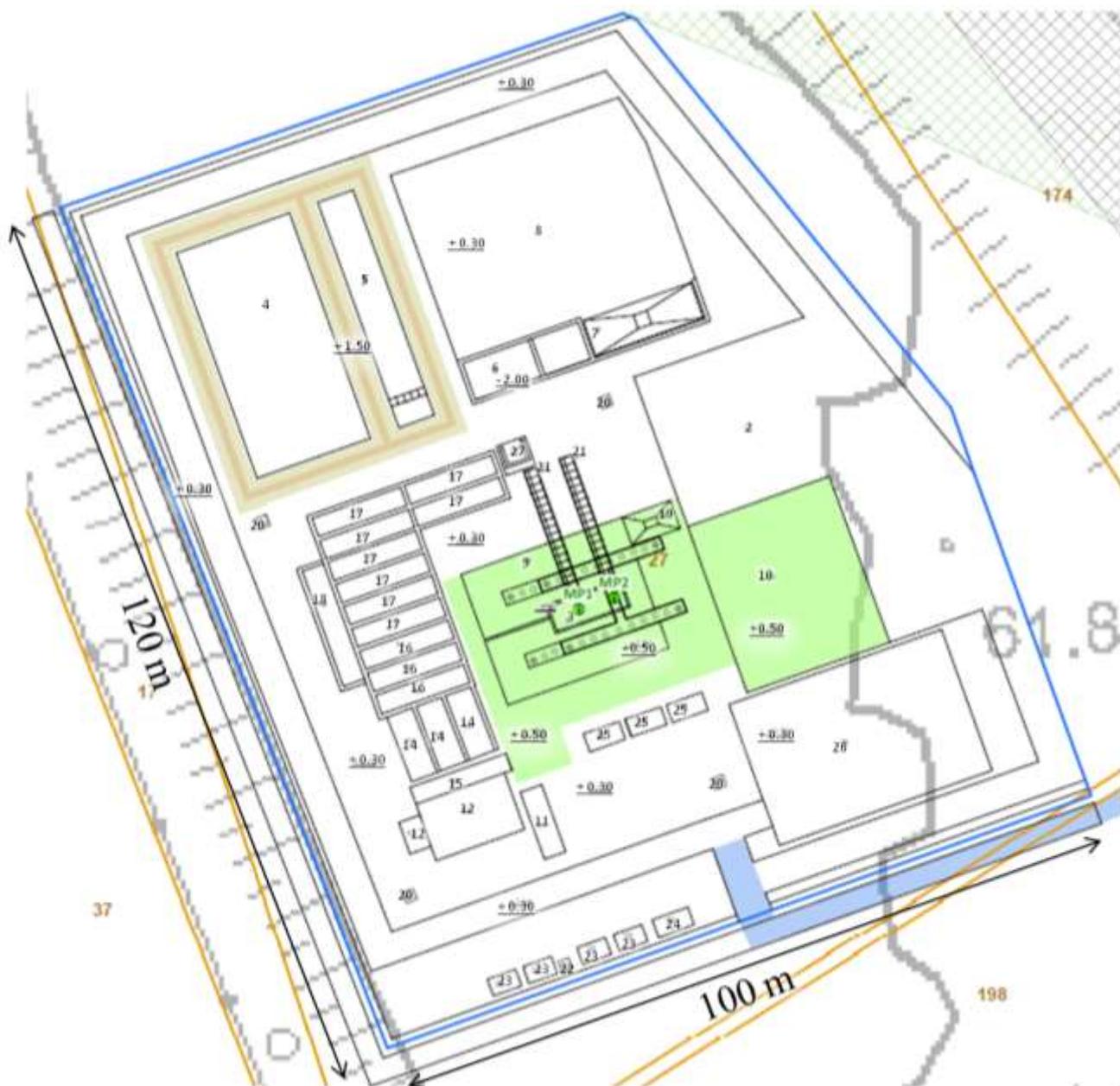
Per quanto attiene alla viabilità sarà utilizzata, vista l'ubicazione prescelta per il sito di perforazione all'interno dell'area industriale SAFOND MARTINI s.r.l., quella esistente che agevolmente conduce all'area di cantiere.

Si precisa che il cantiere delle perforazioni esplorative si colloca in prossimità di un piazzale attualmente utilizzato saltuariamente per il parcheggio dei mezzi pesanti utilizzati da SAFOND MARTINI s.r.l..

Il piazzale risulta quindi dotato di fondo carrabile idoneo, isolato dal resto delle lavorazioni SAFOND MARTINI s.r.l., facilmente identificabile e separato fisicamente dalle altre aree di lavorazione di SAFOND MARTINI s.r.l..

Vista l'ampia estensione dell'area industriale esistente, la funzione di parcheggio mezzi pesanti potrà essere svolta in altra area idonea e già attrezzata in proprietà SAFOND MARTINI s.r.l..

In sostanza l'area, scelta congiuntamente con la proprietà, per la realizzazione del cantiere di perforazione costituisce un lembo marginale dell'attuale area industriale SAFOND MARTINI s.r.l.; area idonea sotto il profilo tecnico per la realizzazione del cantiere di perforazione.



Area di cantiere pozzi Montecchio Precalcino 1 - Montecchio Precalcino 2

MP1 - MP2



Ubicazione pozzi esplorativi in progetto



- 1 - Perforatrice
- 2 - Piazzola di manovra
- 3 - Cantina
- 4 - Vasca acqua 1320 mc
- 5 - Vasca addizionale 400 mc
- 6 - Vasca raccolta detriti
- 7 - Soletta additivi
- 8 - Piazzale trattamento detrito
- 9 - Area impianto
- 10 - Aste di perforazione



Area supporto logistico

- 11 - Compressore
- 12 - Generatore
- 13 - Silos cementi e bentonite
- 14 - Pompa fango
- 15 - Cisterna gasolio
- 16 - Cisterna stoccaggio acqua
- 17 - Vasca fango
- 18 - Miscelatore
- 19 - Soletta lavaggio attrezzature
- 20 - Luci
- 21 - Condotta prova produzione

Zona uffici

- 22 - Bagno
- 23 - Spogliatoio operai
- 24 - Box ufficio impresa
- 25 - Box geologi e laboratori
- 26 - Parcheggio
- 27 - Vibrovaglio e trattamento fango

Fig. 37 - Localizzazione planimetrica di insieme delle opere previste

Si precisa che il sito in questione, benchè in area marginale del permesso di ricerca, anche a seguito di alcuni mirati contatti intercorsi con i proprietari dei terreni dell'area del P.R., è stato ritenuto il più idoneo, sia da un punto di vista geologico-tecnico che logistico, anche ai fini della tutela ambientale, in quanto come sopra detto, trattasi di un'area industriale, già interessata da significativi interventi antropici e di scarso pregio ambientale e paesaggistico.

6.2 Il territorio interessato dal progetto di perforazione del pozzo esplorativo

Il territorio interessato dal progetto è localizzato in una porzione al margine ovest del P.R., in prossimità delle località di Levà e Pra Castello. L'area di cantiere è nel dettaglio collocata all'interno della zona industriale attiva di proprietà DIERRE IMMOBILIARE S.r.l., ma nella disponibilità della Lifenergy srl in seguito ad accordo preliminare con DIERRE IMMOBILIARE S.r.l. e con SAFOND MARTINI s.r.l. che ha in locazione da DIERRE IMMOBILIARE i terreni suddetti in base a regolari contratti, in prossimità del collegamento ferroviario ed autostradale localizzati ad est del sito e confina nel lato sud, con gli impianti di smaltimento dei rifiuti provenienti da acciaierie della stessa proprietà di SAFOND MARTINI s.r.l.. I lati nord ed ovest più prospicienti all'area di interesse sono invece occupati da campi incolti (Fig. 38).



Fig. 38. Localizzazione del territorio interessato dal progetto

6.3 Attività propedeutiche alla perforazione dei pozzi

Disponibilità area di cantiere

L'area in cui si eseguiranno le perforazioni esplorative è in proprietà DIERRE IMMOBILIARE S.r.l., ma nella disponibilità della Lifenergy srl in seguito ad accordo preliminare con DIERRE IMMOBILIARE S.r.l. e con SAFOND MARTINI s.r.l. MARTINI S.r.l che ha in locazione da DIERRE IMMOBILIARE i terreni suddetti in base a regolari contratti. L'accessibilità al cantiere in virtù del suddetto atto è garantita tramite la viabilità comunale esistente di accesso (Via Ghellini- Via Terraglioni) al fondo con regolare servitù di passo. Viabilità su cui in via ordinaria passano i numerosi mezzi pesanti che accedono/provengono dalle attività industriali esistenti della Società SAFOND MARTINI s.r.l.. Da questa viabilità pubblica si accede infatti direttamente alla viabilità secondaria della SAFOND MARTINI s.r.l. che è realizzata con fondo adatto al passaggio dei mezzi pesanti che serviranno per le operazioni. L'area individuata per la perforazione esplorativa è stata in passato oggetto di escavazione per inerti ed il fondo, sia della strada che per la piazzola di perforazione, è adatto ai mezzi pesanti (attuale piazzale di parcheggio mezzi pesanti in disuso). Attualmente tutta l'area fa parte della zona industriale SAFOND MARTINI s.r.l.. L'area del cantiere di perforazione esplorativa geotermica si colloca nel Foglio n. 164, nella Particella n. 27 del Comune di Montecchio Precalcino.

Affidamento dei lavori di perforazione dei pozzi esplorativi e delle opere accessorie

I lavori di perforazione e di realizzazione delle opere accessorie saranno affidati ad imprese qualificate con esperienza nel settore delle perforazioni profonde e pozzi di ricerca geotermici e/o idrocarburi. A base dell'affidamento sarà il progetto esecutivo redatto a seguito dell'approvazione da parte della Regione Veneto (Direzione Geologia e Georisorse) del Programma dei lavori con il relativo computo metrico e capitolato.

Le operazioni di perforazione saranno condotte sotto il controllo dei tecnici progettisti, della D.L. e del company man, che insieme al permissionario avranno il compito di selezionare e coordinare le società contrattiste, che svolgeranno compiti specifici, quali la preparazione della postazione, la perforazione, la fornitura e l'assistenza dei fluidi di perforazione, l'esecuzione delle cementazioni, la registrazione dei log, le eventuali prove di produzione ed analisi dei fluidi, analisi cuttings, analisi petrografiche, ognuno per le proprie competenze. Si stima una durata complessiva delle perforazioni (compreso allestimento cantiere) di circa 7 mesi per MP1 e di successivi 5 mesi per il pozzo MP2. I lavori di perforazione saranno condotti presumibilmente in modalità h 24, con 3 turni di 8 ore cadauno (compreso i festivi).

Realizzazione area di cantiere e pista di accesso

Compatibilmente quindi con le necessità di ordine geologico e tecnico-economico ed ambientale (attuale area industriale in essere con minore impatto rispetto ad aree agricole) è stata scelta un'area che permetta di ottimizzare i parametri progettuali; in particolare che offra le condizioni di sicurezza più favorevoli per la funzionalità delle operazioni, per il personale addetto, per l'ottimizzazione dei percorsi dei mezzi sulla rete viaria in fase sia di allestimento sia di esercizio dei pozzi.

La scelta del sito per il piazzale di perforazione ha tenuto di conto di esigenze diverse, ed in particolare:

- vicinanza con la precedente perforazione nello stesso contesto geologico e giacimentologico;
- assenza vincoli ambientali, paesistici, territoriali;
- particolari esigenze logistico-operative;
- sicurezza;
- riduzione al minimo dell'impatto ambientale con cantiere ubicato nella zona industriale esistente e disponibile più vicina (distanza di circa 2,4 km in linea d'aria);
- presenza di area industriale;
- prevenzione dei rischi ambientali, idraulici, geologici ed idrogeologici;
- possibilità di separazione fisica tra le attività già presenti sull'area e quelle di progetto in maniera da ridurre le interferenze.

Nell'area di cantiere sono stati quindi individuati tre diversi settori:

- ingresso, piazzale di manovra, baracche personale e zona uffici, supporto logistico;
- zone degli impianti di perforazione;
- zona destinata ad accogliere le vasche di stoccaggio dell'acqua, dei fanghi di perforazione e dei rifiuti (fanghi e detriti).

Per la preparazione e l'accesso all'area di cantiere non necessitano particolari attività (se non una ordinaria manutenzione) in quanto l'area è stata già interessata in passato da attività di escavazione e trasporto con mezzi pesanti (piazzali esistenti). Inoltre l'area è ubicata al centro di un'area a destinazione industriale utilizzata per attività di stoccaggio e recupero di sabbie di fonderia. E' già presente una recinzione totale dell'area ed anche tutte le opere di regimazione delle acque pluviali. Per separare fisicamente l'attività esistente da quella di esplorazione sarà previsto un accesso separato con ulteriore recinzione per una lunghezza totale di circa 90 ml e cancello di accesso dedicato ai mezzi. Verrà inoltre messa in opera la stessa recinzione per una lunghezza totale di circa 200 ml sul lato Ovest e Nord Ovest del cantiere per consentire un accesso separato al personale SAFOND MARTINI s.r.l. al depuratore e scarico ed al laghetto esistente senza interazioni con il cantiere di perforazione. Per tutti gli altri lati (vedi tavola 5 e la documentazione fotografica allegata in tavola 13) essendo presente una vecchia scarpata di scavo con altezza di circa 10 metri non necessitano lavori di ulteriore recinzione. Con le suddette opere le uniche interazioni che si hanno tra l'area di cantiere e le attività industriali SAFOND MARTINI s.r.l. esistenti sono quelle relative al passaggio dei mezzi degli operatori nella sola pista di accesso al cantiere (vedi tavola 5)

Laddove si rendono necessarie opere di scavo e rinterro comunque di entità trascurabile per la sola regolarizzazione, particolare importanza è stata attribuita alle opere di prevenzione e recupero ambientale che riguardano principalmente la regimazione delle acque meteoriche (peraltro esistenti) in maniera da mantenere un corretto assetto idrico per evitare che si creino fenomeni di erosione e/o ristagno.

E' necessario anche precisare che parte delle realizzazioni sono strettamente legate all'attività di perforazione, a conclusione della quale verranno smantellate.

I criteri generali esposti sono stati adattati alla conformazione morfologica e alla destinazione d'uso del sito (già ad uso piazzale di area industriale) allo scopo di ottenere il migliore inserimento dell'opera nel contesto comunque già condizionato dall'attuale uso industriale con impianti di trasformazione e cumuli di sabbie di fonderia.

7. DESCRIZIONE DEL PROGETTO DI PERFORAZIONE ESPLORATIVA

Come predetto, l'attività di ricerca prevista dal proponente riguarda attualmente la realizzazione di due perforazioni esplorative profonde circa 4.300 m, pozzo "Montecchio-Precalcino 1" e "Montecchio Precalcino 2", che saranno citate nel testo con le sigle MP1 ed MP2.

Durante la perforazione, oltre ovviamente a realizzare preliminarmente tutte le opere per la protezione dell'ambiente e per la sicurezza, saranno eseguite specifiche prove geofisiche in foro (logs geofisici), per accertare la presenza di eventuali livelli produttivi, misure di gradiente e pressione, analisi geochimica degli eventuali fluidi presenti, prove di produzione a seguito del condizionamento del pozzo. In caso di esito favorevole della ricerca si procederà quindi a predisporre la successiva documentazione tecnica e progettuale per l'eventuale richiesta di concessione di coltivazione ai sensi del Titolo III del D.P.R. 382/1994, D. Lgs. 11 febbraio 2010 n. 22 e s.m.i. e della normativa regionale veneta (D.G.R. 985 del 18/06/2013). L'effettiva reperibilità del giacimento minerario oggetto del permesso di ricerca potrà essere verificata solo a seguito della realizzazione e dell'esito favorevole delle perforazioni esplorative progettate.

Di seguito si esplicitano tutte le operazioni connesse con la realizzazione delle opere in progetto (pozzi esplorativi MP1 ed MP2).

7.1 Criteri e tecnologie di perforazione

Perforazione

La perforazione dei pozzi minerari avviene mediante impianti dotati di una batteria di perforazione che comprende i seguenti elementi:

- lo scalpello, che è l'utensile perforante la roccia;
- le aste di perforazione, che hanno la funzione di:
 - ✓ sostenere i vari attrezzi che vengono calati nel pozzo stesso;
 - ✓ trasmettere allo scalpello il peso necessario all'avanzamento e il moto di rotazione necessario alla frantumazione della roccia;
 - ✓ trasferire il fluido di perforazione al fondo del pozzo.

Il moto di rotazione viene impresso alle aste da dispositivi tipo tavola rotary o top drive.

L'avanzamento della batteria di perforazione all'interno del foro in costruzione avviene, di norma, in presenza di un fluido di perforazione che, iniettato mediante pompe alla testa della batteria, circola attraverso le aste tubolari, fuoriesce allo scalpello e riempie la cavità del pozzo ritornando in superficie. Tale fluido ha numerose funzioni, tra le quali quella principale di riportare in superficie i detriti prodotti dalla

frantumazione del terreno, consentendo lo svuotamento della cavità prodotta, sostenere le pareti del foro in attesa dei rivestimenti definitivi, lubrificare e raffreddare lo scalpello.

I fluidi di perforazione normalmente utilizzati possono essere acqua o acqua opportunamente additivata e miscelata con bentonite (argilla con elevate proprietà colloidali).

Al fine di salvaguardare da possibili inquinamenti le falde idriche superficiali (uso industriale) a titolo precauzionale, la perforazione dei terreni permeabili superficiali viene effettuata ad acqua chiara nei primi 100 metri dal p.c..

Durante l'operazione di perforazione, ad intervalli di profondità prestabiliti, si procede al rivestimento del pozzo calando la colonna del casing e cementando l'intercapedine tra questa e la formazione rocciosa per mezzo di malta cementizia.

Perforazione ad acqua

Durante la perforazione del serbatoio s'incontrano frequentemente fratture che provocano l'assorbimento del fluido impiegato. Talvolta, nelle perforazioni profonde (circa 2.500 metri) si incontra un serbatoio intermedio da attraversare, per il quale si pongono gli stessi problemi appena descritti.

In questi casi come fluido di perforazione viene utilizzata solo acqua, reintegrando la parte persa per assorbimento. Con questa tecnica di perforazione, il consumo di acqua è variabile da pochi m³/h fino ad un massimo di 80 m³/h. Il valore massimo può interessare solo particolari condizioni di lavoro, relative alla perforazione del tratto finale del pozzo, in corrispondenza degli orizzonti fratturati della roccia-serbatoio (Calcere di Monte Spitz) e comunque per un breve periodo di tempo. Mediamente, il consumo per un impianto può essere stimato in 20 m³/h per la durata media di circa 15 giorni.

Perforazione ad acqua con bentonite

Questa tecnica viene comunemente utilizzata durante l'attraversamento dei terreni impermeabili. I fluidi di perforazione vengono impiegati utilizzando apposite vasche poste a fianco dell'impianto di perforazione. Questo tipo di perforazione permette un efficace raffreddamento dell'utensile e un'adeguata protezione delle pareti da eventuali distacchi di roccia (franamento).

Fluidi di perforazione bentonitici

Il fluido normalmente utilizzato nella perforazione dei pozzi è costituito essenzialmente da una miscela di acqua e bentonite, di seguito denominata "fango" che, tra le varie funzioni svolte, permette il trasporto in superficie del detrito della roccia perforata. Il fango viene confezionato sull'impianto, miscelando circa 60 kg di bentonite (argilla montmorillonitica) per metro cubo d'acqua.

In certi casi possono venire utilizzati anche particolari additivi (es. lignosulfonato, polimero, emulsione siliconata, etc. in percentuale inferiore allo 0,5%), aventi lo scopo di mantenere adeguate le caratteristiche del fluido in funzione dei terreni attraversati dallo scalpello. Talora può essere necessario appesantire i fanghi di perforazione per contrastare eventuali sovrappressioni.

Gli appesantimenti dei fanghi di perforazione servono a dare ai fanghi stessi la densità opportuna per controbilanciare con carico idrostatico l'ingresso di fluidi in pozzo; di impiego comune in tali casi è il solfato di bario (da usare eventualmente solo a profondità maggiori di 1.000 m dal p.c.).

Il fango, nella circolazione all'interno del pozzo, viene a contatto con le diverse tipologie di terreno e ritorna in superficie con, in sospensione, i detriti prodotti dall'azione dello scalpello. Questi vengono separati fisicamente con un vibrovaglio, e il fluido riutilizzato nel ciclo di perforazione. Al termine della sua fase di utilizzo il detrito, le cui caratteristiche sono strettamente dipendenti dalla tipologia dei terreni attraversati durante la perforazione, confluisce nella vasca dei reflui depositandosi sul fondo.

Casing

Durante l'operazione di perforazione, a intervalli di profondità prestabiliti, si procede al rivestimento del pozzo mediante tubi di acciaio (casing) e cementando l'intercapedine tra questa e la formazione rocciosa per mezzo di malta cementizia.

L'operazione di rivestimento dei pozzi geotermici è necessaria per diverse ragioni. Il rivestimento ha infatti la funzione di:

- salvaguardare e isolare dal fluido di perforazione eventuali falde idriche superficiali;
- sostenere le pareti del foro impedendone il franamento nel tempo;
- preservare il pozzo e i suoi livelli produttivi da interferenze con fluidi presenti nei diversi livelli geologici attraversati.

A tale scopo, dato che durante la perforazione si possono incontrare fluidi salini e aggressivi aventi anche alte temperature (circa 130 °C), vengono messe in opera delle tubazioni in acciaio di diametro di volta in volta adeguato all'ampiezza del foro, che decresce con la profondità (avampozzi). I diametri solitamente utilizzati variano da 24" ^{1/2} nei primi 150 metri di pozzo, a 18" ^{5/8} , 13" ^{3/8} e 9" ^{5/8} e 7" nei tratti più profondi.

La colonna del casing viene opportunamente vincolata alla roccia mediante iniezione di malta cementizia nell'intercapedine tra il casing e le pareti del pozzo. Per la sicurezza e la gestione del pozzo è necessario che la malta mantenga inalterate nel tempo le proprie caratteristiche, al fine sia di proteggere dalla corrosione il casing, sia di isolare i fluidi presenti nei vari strati geologici attraversati. A tale scopo la malta viene confezionata con additivi appositi. Il cemento utilizzato per la preparazione delle malte è costituito da un clinker ferrico di cemento Portland addizionato a secco con farina di silice (rapporto cemento-silice uguale a 2,5).

Infatti, durante la perforazione si possono incontrare fluidi aggressivi per salinità e temperatura, tali da compromettere nel tempo l'integrità dei materiali costituenti il casing se la malta impiegata non fornisce un isolamento dal terreno sufficientemente continuo e durevole.

Per ottenere tale prestazione la malta viene confezionata con additivi appositi (agenti antischiuma, fluidificanti, ritardanti del tempo di presa, etc.).

Approvvigionamento idrico della postazione

L'acqua necessaria per la perforazione del pozzo esplorativo sarà approvvigionata mediante un acquedotto provvisorio per il prelievo e trasporto dal pozzo di emungimento industriale della ditta SAFOND MARTINI s.r.l.. Si rende quindi necessaria la costruzione di un acquedotto in polietilene, DN 100 mm della lunghezza di circa 350 m, che sarà temporaneamente interrato fino a giungere alla vasca di accumulo dedicata da 1320 mc vicina all'impianto di perforazione.

7.2 Realizzazione della postazione di perforazione e viabilità d'accesso

La postazione di perforazione del pozzo consiste essenzialmente in un piazzale al servizio dell'impianto di perforazione, dove vengono posizionati tutti i macchinari e le attrezzature logistiche necessarie per l'esecuzione del sondaggio e la prova di produzione del pozzo. Il piazzale è costituito da un'area riservata al piazzale di sonda, un'area riservata alle vasche di ciclo e di raccolta dei residui di perforazione e un'area destinata alle baracche delle maestranze e al parcheggio degli autoveicoli.

La realizzazione o l'adeguamento di una postazione di perforazione, così detta perché necessaria al posizionamento e al funzionamento di un impianto di perforazione, richiede la predisposizione di idonee superfici atte ad ospitare l'impianto e le attrezzature a questo connesse, nonché a consentire la permanenza delle maestranze addette alla trivellazione del pozzo. Dal punto di vista dell'impatto complessivo è necessario precisare che, allo stato attuale del progetto di ricerca, si tratta di realizzazioni strettamente legate all'attività di perforazione esplorativa, a conclusione della quale buona parte delle strutture vengono smantellate.

Le attività generali, relative alla postazione per la perforazione dei nuovi pozzi, sono articolate sinteticamente nella realizzazione delle opere di seguito descritte:

- manutenzione strada temporanea di accesso all'impianto (si sono utilizzate strade già esistenti essendo possibile ed evitando di realizzarne di nuove);
- piazzale in misto riciclato e/o terreno di scavo riutilizzabile, con dimensioni variabili in base al tipo d'impianto utilizzato, necessario all'installazione di tutte le strutture di supporto ed alla circolazione interna dei mezzi. Sarà riutilizzato anche il terreno di scavo proveniente dalla stessa area di cantiere (zona vasche), costituito da terreno di riporto di buone caratteristiche fisico meccaniche;
- soletta in cemento armato, da realizzare all'interno del detto piazzale, parte in piano e parte in pendenza, su cui poggerà l'impianto di perforazione; in questa viene ricavata la "cantina" del bocca pozzo con il tubo guida della perforatrice;
- vasca per il deposito delle acque, adeguatamente impermeabilizzata, ricavata mediante scavo nel terreno e di forma tronco-piramidale rovesciata; sarà destinata alla raccolta e stoccaggio temporaneo di tutte le acque utilizzate nel processo di perforazione;
- vasca per il deposito dei fanghi reflui della perforazione in struttura di cemento armato di tipo prefabbricato poggiate su soletta di c.a.;
- area per il trattamento dei detriti della perforazione, ricavata su un piazzale pianeggiante posto a fianco del piazzale principale (il detrito viene smaltito in tempo reale, contestualmente alla sua produzione);
- eventuale rampa di raccordo tra il piazzale della postazione e l'area vasca – trattamento detriti;
- prefabbricati ad uso depositi e ricoveri personale, impianti ausiliari.

Caratteristiche generali della viabilità, delle aree costituenti la postazione, delle opere civili e della gestione delle acque.

Viabilità di accesso

Nel caso specifico il percorso di accesso alla postazione risulta già esistente ed adeguato ai mezzi pesanti che vi devono transitare in quanto è la strada di accesso alla porzione di ex-cava utilizzata dalla SAFOND MARTINI s.r.l. come piazzale di stoccaggio materiali e parcheggio mezzi pesanti.

La strada di accesso alla postazione, presenta le seguenti caratteristiche di seguito riportate:

- larghezza carreggiata: 3,5 m;
- larghezza banchine laterali: 0,5 m per lato;
- raggio di curvatura minimo: 10 m;
- pendenza massima livelletta: 10 % con asfaltatura.

Aree costituenti la postazione

La postazione è costituita da un insieme di aree, vasche e piattaforme, articolate secondo un'organizzazione plano-altimetrica funzionale alle esigenze dell'impianto di perforazione che sarà utilizzato.

Il proponente ha ipotizzato allo stato attuale una tipologia d'impianto tipo, denominato N 801 o similari con una capacità operativa massima di circa 6000 m, pertanto la descrizione sarà riferita solo a questo impianto. Data comunque la capacità anzidetta, qualora si decidesse in fase esecutiva per un impianto di capacità minore le indicazioni fornite sono ampiamente valide anche per altri impianti. Il denominato N 801 è composto essenzialmente da una torre di trivellazione e da una serie di impianti e macchinari atti a provvedere a tutte le necessità ausiliarie (energia e cinematismi, circolazione fluidi, separazione detriti, cementazioni, etc.); pertanto, la disposizione reciproca dei componenti è determinata da numerosi vincoli, che limitano la libertà compositiva delle aree in funzione del sito di localizzazione. La composizione proposta per il progetto si basa comunque, con le esperienze maturate negli anni, sia per contenere gli spazi e le opere edili in generale sia per salvaguardare e migliorare la sicurezza di chi vi opera. Vengono di seguito riportate le caratteristiche della postazione standard in funzione della tipologia impiantistica che si prevede di installare.

Di norma, una postazione, nell'assetto standard per la perforazione di n. 1 o più pozzi (dalla stessa postazione), è composta dagli elementi seguenti:

- Piazzale di manovra, di forma essenzialmente rettangolare, con dimensioni di circa 50 m x 40 m; esso è collocato su un unico piano, talvolta delimitato (a seconda della necessità) a monte o a valle da strutture di contenimento del terreno (gabbionate o strutture prefabbricate in cls.) ed è provvisto di buona ossatura di sottofondo con inghiaitura superficiale, atta a sopportare carichi statici e dinamici consistenti; al suo interno vengono realizzate la cantina di perforazione con la messa in opera dei tubi guida verticali per il pozzo, la soletta in calcestruzzo per l'appoggio dei macchinari più prossimi alla sonda, fondazioni varie in c.a. per sostegno di altri componenti impiantistici, la vasca in calcestruzzo per il contenimento dei depositi del

carburante e dei lubrificanti, le opere minori per l'illuminazione, per la regimazione e il trattamento delle acque, etc.

- Area vasche, collocata a una quota inferiore di 2 m rispetto a quella del piazzale di manovra; essa ha una geometria non sempre uniforme, per adattarsi alle esigenze del sito, e una superficie di circa 950 m²; al suo interno vengono realizzate tre vasche: una in c.a. della superficie di 100 m², collocata a nord del piazzale di manovra, in corrispondenza di una soletta livellata in c.a. della capacità di circa 150 m³, per la raccolta dei detriti provenienti dalla perforazione del pozzo, i quali vengono consolidati prima del conferimento a ditte esterne autorizzate, le altre due delle capacità rispettivamente di 1320 m³ e 400 m³ utilizzate, in genere, per lo stoccaggio dell'acqua industriale necessaria alla perforazione (proveniente dall'acquedotto provvisorio realizzato appositamente). L'area trattamento detriti è costituita da una superficie pianeggiante avente un'area di circa 870 m² pavimentata a misto riciclato e/o terreno di scavo riutilizzabile per uno spessore di circa 30 cm.

La "vasca acqua" è realizzata in terra ha forma tronco-piramidale rovescia con pendenza delle pareti di 2/3; il bordo ha larghezza non inferiore a 2 m, la superficie interna è impermeabilizzata con membrana sintetica in poliolefine (dello spessore di 1,6 mm) armata con tessuto di vetro e protetta verso il terreno con feltro poliestere in tessuto non tessuto da 300 g/m² per prevenirne lo sfondamento ad opera di elementi spigolosi. Al bordo della vasca dell'acqua è presente un argine con quota + 1,5 m dal p.c.. In caso la capienza delle vasche per acqua non fosse sufficiente alla raccolta dei fluidi, si procederà all'utilizzo della vasca di proprietà SAFOND MARTINI s.r.l. già esistente e localizzata a nord dell'area di cantiere. Ad ovest della macchina di perforazione è presente una vasta area vasche prefabbricate di circa 600 m² dove vengono convogliati e trattati i fanghi di perforazione che vengono riutilizzati nel circuito di perforazione.

- Area prefabbricati di cantiere, collocata in genere sul piazzale di manovra, nella zona prospiciente i depositi carburante/lubrificanti, consente la collocazione dei prefabbricati metallici di servizio al personale di cantiere; questi vengono semplicemente appoggiati sulla massicciata e collegati agli impianti tecnologici (acqua, scarichi, elettricità, dispersori di terra).

- Area parcheggio automezzi, collocata in prossimità dell'accesso alla postazione, internamente alla sua recinzione, ha una superficie di circa 600 m² ed è pavimentata come la strada; consente il concentramento dei mezzi di trasporto privati necessariamente utilizzati dal personale operativo per recarsi sul luogo di lavoro.

Opere civili

Le opere civili che è necessario realizzare nell'ambito di una postazione di perforazione sono di natura molto semplice e di entità decisamente non rilevante; infatti, le attività predominanti nella costruzione della postazione sono di tipologia stradale, costituite essenzialmente da minimi movimenti di terra per la regolarizzazione delle superfici. Per l'alloggiamento dell'impianto di perforazione occorre comunque realizzare la cosiddetta "cantina" e alcune fondazioni e piattaforme; tali strutture, collocate tutte sotto il piano

finito dei piazzali, vengono eseguite in opera con calcestruzzo armato oppure 'a sacco'; qualora le indicazioni geotecniche lo raccomandino, vengono supportate da pali o micropali di opportuna lunghezza. Infine, possono essere citate le opere di finitura, quali cunicoli e canalizzazioni varie di contenimento cavi e tubi, recinzioni, sistemi di dispersione elettrica a terra, sistemi di canalette e tubazioni per il convogliamento dei reflui di perforazione e delle acque meteoriche direttamente nelle rispettive vasche, etc.

Gestione delle acque

L'area della postazione viene interessata da un sistema di regimazione idrica impostato secondo il seguente criterio:

- le acque meteoriche provenienti dalle aree morfologicamente a monte della postazione vengono intercettate da un fosso di guardia esistente, quindi deviate ed accompagnate fino ai compluvi naturali preesistenti attraverso una rete di raccolta esistente e sistemi di rilancio;

- le acque meteoriche ricadenti entro l'area di cantiere al di fuori della postazione di perforazione vengono raccolte mediante canalette in terra e convogliate nella rete di raccolta esistente e sistemi di rilancio:

- le acque meteoriche di dilavamento e quelle di prima pioggia ricadenti nella piazzola di perforazione (aree pavimentate con solette di cemento) saranno convogliate in pozzetti di raccolta ed avviate ad un sistema di depurazione a tenuta stagna composto da una vasca di sedimentazione e trattamento delle acque di prima pioggia e da un disoleatore (per dettagli vedi tavola 9).

Dopo idoneo passaggio dal suddetto sistema di trattamento e depurazione (sedimentatore e disoleatore) e successivamente al passaggio in apposito pozzetto di ispezione e campionamento di valle, tali acque, saranno recapitate, tramite tubazioni interrato adeguatamente dimensionate nel reticolo delle acque superficiali esistenti, previo specifica autorizzazione allo scarico temporaneo ai sensi dell'art. 113, comma 1, lettera b del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., nel rispetto dei limiti di emissione nei corpi idrici superficiali di cui alla tabella 3 dell'Allegato 5 alla parte terza del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., nonché ai sensi dell'art. 39 delle NTA del PTA della Regione Veneto. Il suddetto schema di raccolta può essere consultato nel dettaglio nelle tavola 9.

Le acque meteoriche raccolte dalle canalette di tutta la postazione verranno indirizzate con tubazioni dedicate nell'attuale rete scolante senza alterazioni delle AMD industriali SAFOND MARTINI s.r.l. esistenti.

In via cautelativa è stato inoltre proposto un piano di monitoraggio delle acque superficiali, che prevede campionamenti nelle zone circoscritte all'area di cantiere, ante, durante e post operam, secondo quanto descritto nel paragrafo 9.1.

Le acque reflue domestiche provenienti dai servizi igienici (per un carico di circa 11 abitanti equivalenti) vengono indirizzate mediante tubazione in pvc ad una vasca interrata monoblocco prefabbricata a tenuta stagna in pvc da 15 m³. All'occorrenza, si provvederà allo svuotamento mediante aspirazione con pompa mobile; i liquami saranno caricati su autobotte e avviati, mediante trasportatore autorizzato, all'impianto di depurazione per il successivo trattamento.

7.3 Attività di realizzazione delle postazioni

Strada di accesso

Per l'accesso alla postazione viene privilegiato un percorso che utilizza la viabilità esistente pubblica e quella privata dello stabilimento SAFOND MARTINI s.r.l. limitando al minimo possibile l'interferenza con le attività esistenti.

Nella Tavola 5 allegata si indica in planimetria il percorso prestabilito dalla pubblica via, dalle rete autostradali esistenti, fino alla piazzola di perforazione.

Postazione e acquedotto

Come già accennato, le attività necessarie per la costruzione di una postazione sono di carattere prettamente edile, con prevalenza delle operazioni di sbancamento, formazione di rilevati e movimentazione di terra; in genere si esauriscono in un periodo di circa tre mesi e vedono impegnati sul cantiere circa 4-5 mezzi d'opera (ruspe, escavatori, pale meccaniche, autobetoniere) e un maggior numero di automezzi per trasporto di terre, inerti e materiali di risulta sui percorsi dal luogo di produzione al luogo di destinazione finale.

Sulla base delle indagini geotecniche ed idrogeologiche, vengono effettuati gli interventi necessari ad assicurare una corretta regimazione delle acque, sia a monte che a valle della postazione, vengono realizzate le eventuali opere di contenimento e di consolidamento del terreno, talvolta con l'ausilio di pali, micropali, trincee drenanti, microdreni, etc. Si iniziano quindi i movimenti di terra per la formazione dei piani di lavoro e delle vasche; il materiale di risulta degli scavi con buoni requisiti geotecnici viene reimpiegato per la formazione dei rilevati del piazzale e degli argini delle vasche, il materiale fine, anche se terroso, viene usato per la formazione delle banchine e per la copertura dei fianchi delle scarpate. I materiali in eccedenza vengono o utilizzati per il sovrizzo del piano di appoggio della macchina di perforazione. Per la formazione delle ossature dei piazzali, per le pavimentazioni, nonché per i calcestruzzi, viene approvvigionato idoneo materiale stabilizzato e selezionato, prelevandolo dalle numerose cave operanti nella zona.

Per i calcestruzzi si provvede, in funzione delle scelte organizzative dell'Appaltatore dei lavori o delle opportunità logistiche del sito, all'esecuzione in loco dei conglomerati mediante piccoli impianti di betonaggio, oppure all'approvvigionamento del calcestruzzo preconfezionato mediante autobetoniere.

L'impermeabilizzazione delle vasche con la membrana sintetica viene eseguita da operatori specializzati, attrezzati ed esperti particolarmente per le fasi di saldatura dei teli.

L'acqua necessaria per la perforazione del pozzo esplorativo sarà approvvigionata mediante un acquedotto provvisorio per il prelievo e trasporto dal pozzo di emungimento industriale della ditta SAFOND MARTINI s.r.l.. Si rende quindi necessaria la costruzione di un acquedotto in polietilene, DN 100 mm della lunghezza di circa 350 m, che sarà temporaneamente interrato fino a giungere alla vasca di accumulo dedicata da 1320 mc vicina all'impianto di perforazione.

Attività di perforazione

Il progetto prevede la realizzazione di due nuove postazioni di perforazione. Il disegno di progetto è riportato nella tavola 5 in allegato.

Si è già detto, nel paragrafo dedicato ai criteri utilizzati per la scelta del sito, che l'attenzione si è concentrata sulla possibilità di realizzare la nuova postazione riutilizzando un'area marginale di un'attività industriale esistente di recupero sabbie di fonderia.

Gli interventi principali consistono in:

- adeguamento con livellamento del piazzale di fondo dell'area ex-estrattiva utilizzata dalla SAFOND MARTINI s.r.l. e nella sua trasformazione in area di sondaggio geotermico;
- installazione dell'impianto di perforazione e conseguente esecuzione dei pozzi;
- sistemazione in un'area immediatamente attigua da destinare all'area per il trattamento dei fanghi, dei detriti e per le vasche dell'acqua.

Il sito interessa un'area con accesso diretto dalle strade utilizzate dai veicoli della SAFOND MARTINI s.r.l. per le attività di trattamento e stoccaggio in discarica di rifiuti e ben collegate con la viabilità provinciale e comunale locale. Ha una superficie complessiva di circa 20.000 m² di cui solo una parte risulta idonea alla realizzazione della postazione di perforazione (circa 12.000 m²) se si esclude una porzione a nord occupata da una lago che interessa circa 8.000 m² e fasce marginali. Complessivamente l'area, ex-estrattiva, risulta pianeggiante e ribassata di qualche metro dal piano stradale esterno, lungo i fianchi ad ovest e a nord-est. La visuale del sito è ombrata dalla presenza di piante caducifoglie, ad alto fusto, che costeggiano le scarpate suddette. Il lato sud del piazzale confina invece con gli impianti SAFOND MARTINI s.r.l., attivi nel trattamento dei rifiuti provenienti dalle acciaierie. Il lato a nord del lago, nell'area più prospiciente al sito di interesse, è occupato da campi incolti.

Sia sul piazzale che immediatamente fuori le aree di scarpata sono presenti canali per la regimazione delle acque ed un impianto di depurazione che non verranno modificati in corso d'opera e che non interferiranno con le attività connesse alla realizzazione della postazione di perforazione. Tratti del collegamento ferroviario e autostradale (sopraelevato su cavalcavia) sono localizzati ad est del sito che risulta comunque collocato nel rispetto delle distanze stabilite dai vincoli paesaggistici secondo la normativa vigente.

L'area individuata per la realizzazione degli interventi non è percepibile da lunga e media distanza in quanto completamente infossata rispetto al livello della piana alluvionale; è percepibile esclusivamente da brevissima distanza e solo dall'area industriale ed esclusivamente per la parte che riguarda la torre di perforazione. La presenza della fossa di cava limita in maniera pesante la visibilità della postazione e degli interventi previsti.

7.4 Criteri progettuali, descrizione dell'intervento e dati dimensionali

A parte le operazioni relative al piazzale esistente da trasformare, l'intervento più significativo è rappresentato dalla necessità di reperire lo spazio idoneo ad allocare l'area delle vasche e del trattamento dei fanghi. Per ragioni tecniche l'ampliamento deve essere previsto immediatamente a ridosso del piazzale,

per garantire la realizzazione delle quote ottimali relative tra i due piazzali, quello di sondaggio e quello delle vasche.

Poiché la postazione è localizzata in un'area pressoché piana e i piazzali per ragioni tecniche devono essere realizzati su piani livellati e a quote diverse, per la realizzazione dell'intervento si rendono necessari modesti lavori di scavo, sbancamento e rinterro che modificano temporaneamente il profilo morfologico del terreno.

Al fine di perseguire l'obiettivo prioritario della preservazione delle componenti morfologiche, per limitare le opere di scavo e rinterro e l'occupazione di suolo, in fase progettuale si è fatto in modo di ridurre al massimo la geometria dei piazzali, contenendo il più possibile l'area occupata dalle vasche e dallo stoccaggio dei fanghi.

Il progetto prevede altresì tutta una serie di azioni finalizzate ad armonizzare l'inserimento della nuova realizzazione nel contesto:

- la vegetazione arbustiva ed arborea presente sulle scarpate soprastanti il sito verrà scrupolosamente mantenuta;
- le scarpate e i riporti saranno realizzati con terreni stabilizzati con la minima alterazione e movimentazione comunque sempre a carattere temporaneo per la durata del cantiere.

Per il riutilizzo del piazzale esistente e per la sua trasformazione come area di sondaggio della postazione, sono previste opere edilizie di ampliamento necessarie all'accoglimento dell'impianto di perforazione, corredato dalle apparecchiature complementari e di servizio.

La postazione è costituita da una serie di piani posti a quote diverse, necessari al funzionamento dell'impiantistica per la perforazione dei pozzi. In particolare, la postazione di perforazione al termine dei lavori di ripristino, sarà costituita da:

- il piazzale di manovra (quota di impostazione del piano finito 61.8 m s.l.m.), per l'installazione dell'impianto di perforazione e le attrezzature di cantiere, corrispondente all'attuale piazzale;
- l'area per il trattamento dei detriti provenienti dalla perforazione dei pozzi, che sarà impostata a quota - 2 m rispetto alla quota del suddetto piazzale di manovra;
- l'area vasche per il ciclo dei fluidi di perforazione, impostate a quota -2,00 metri (quota 59,8 m s.l.m.) rispetto alla quota del piazzale di manovra, dove saranno realizzate la vasca di accumulo dell'acqua industriale e la vasca di raccolta dei fanghi provenienti dalla perforazione dei pozzi.

Non sono previste ad oggi realizzazioni di volumetrie fuori terra o di edifici, se si eccettuano i prefabbricati di servizio che vengono montati durante le attività temporanee di sondaggio e perforazione.

Il volume complessivo del terreno movimentato rappresenta le quantità di scavo, e la quantità di terreno proveniente dallo scavo che sarà sistemato per formare rilevati e scarpate a contenimento dei piazzali; a questi vanno aggiunte le materie di risulta derivanti dagli scavi per fognature, canalizzazioni, drenaggi ecc.. il terreno di scavo sarà riutilizzato per i sottofondi dei piazzali. Per l'ottenimento delle quote di progetto dell'area di cantiere, come predetto, sarà comunque necessario reperire materiale dall'esterno, acquistando del misto riciclato da impianto autorizzato, per una quantità totale stimata di circa 2.200 m³.

Per i dettagli si rimanda allo specifico elaborato "Piano di riutilizzo delle terre" – elaborato n.37 e alle sezioni schematiche dell'area di cantiere in tavola 8.

Al di fuori delle superfici innanzi richiamate, non si prevedono ulteriori aree occupate dalle attività di cantiere in aggiunta a quelle previste per la sistemazione definitiva.

Descrizioni Tecniche

L'area della postazione sarà recintata con rete metallica di 2 m di altezza e l'accesso regolato da un cancello metallico carrabile (di servizio) e da un cancello pedonale (di sicurezza).

Sull'area del piazzale di manovra successivamente alla realizzazione dei massetti in conglomerato necessari alla realizzazione del piano di imposta, saranno costruite le opere basilari per l'installazione dell'impianto di perforazione, costituite da:

- la cantina in c.a. dei pozzi, costituita da un'area di metri 10,00 x 3,50 depressa di metri 1,00 rispetto al piano piazzale, nella quale è collocato il tubo guida del sondaggio geotermico (pozzo);
- la pavimentazione delle aree sulle quali appoggiano gli impianti, costituita da una soletta in c.a. dello spessore di cm 20, realizzata in fondazione su di una superficie di circa 1.300 m²;
- la pavimentazione delle aree di transito e di appoggio degli accessori e dei servizi, della superficie di circa 8.700 m², realizzata in misto riciclato e/o terreno di scavo riutilizzabile dello spessore di cm 30;
- la vasca in c.a. di contenimento dei depositi dei carburanti e dei lubrificanti, pavimentata con una soletta in c.a. in fondazione di circa 30 m² (dimensioni m 10,00 x 3,00), perimetrata con un cordolo omogeneo in c.a. dello spessore di cm 30, altezza min. cm 30, formante una vasca impermeabile rispondente alle specifiche della vigente normativa antincendio;
- varie basi in c.a., in fondazione, per l'ancoraggio di tubazioni e macchinari e per lo spostamento dell'impianto;
- la rete di dispersione a terra delle correnti elettriche di guasto (dispersore), in conformità con il progetto preliminare;
- cunicoli in c.a., in fondazione, per il sottopasso dei *conduits* dell'impianto nelle zone di transito degli automezzi;
- una vasca in pvc a svuotamento periodico della capacità di 15 m³, per la raccolta dei reflui civili provenienti dai servizi igienici del personale operativo durante l'attività di perforazione; con cadenza settimanale sarà svuotata mediante aspirazione con pompa mobile. I liquami saranno caricati su autobotte e avviati all'impianto di depurazione più vicino al cantiere per il successivo smaltimento;

A valle del piazzale di manovra sarà realizzata, in un piazzale a quote variabili, l'area trattamento detriti di perforazione. Tale area è costituita da una superficie pianeggiante avente un'area di circa 870 m² pavimentata a misto riciclato e/o terreno di scavo riutilizzabile per uno spessore di circa 30 cm. In una porzione della scarpata posta tra la detta area ed il piazzale superiore ed in corrispondenza di una soletta livellata in c.a. viene realizzata una vasca della capacità di circa 200 m³, anch'essa in c.a., per la raccolta dei detriti provenienti dalla perforazione dei pozzi, i quali vengono consolidati prima del conferimento a ditte esterne autorizzate.

Per il ciclo dell'acqua industriale sarà realizzata una vasca di raccolta ricavata nel terreno della capacità di circa 1320 m³ che, tramite opportuno acquedotto di collegamento, sarà utilizzata come polmone per

l'esercizio delle pompe che discrimineranno il flusso dell'acqua industriale. Sarà impostata alla quota relativa di - 2,00 metri dal piazzale di manovra, in modo da ottimizzare l'adattamento dell'opera alla morfologia del sito, favorendo inoltre la realizzazione delle linee di flusso dei fluidi di processo industriale e meteorici verso la stessa.

Tale opera sarà realizzata mediante gli scavi e i rilevati necessari all'ottenimento della forma tronco piramidale rovesciata; il bordo vasca avrà larghezza variabile, non inferiore a m 2,00, e sarà profilato in modo che il suo limite interno, coincidente con l'inizio della vasca, sia depresso di m 0,50 rispetto al limite esterno. Per impermeabilizzare la superficie interna sarà posta in opera una membrana sintetica in poliolefine (a base polipropilene) ad elevata resistenza meccanica dello spessore di mm 1,6, internamente armata con rete di tessuto di vetro. Per prevenire lo sfondamento della membrana a opera di elementi calcarei spigolosi sporgenti, questa sarà protetta verso il terreno con feltro poliestere di tessuto-non tessuto da 300 g/m².

Per il ciclo industriale dei fanghi di perforazione saranno utilizzate vasche prefabbricate della capacità di circa 600 m³; saranno impostate alla quota relativa di - 2,00 metri dal piazzale di manovra, in modo da ottimizzare l'afflusso delle acque di perforazione verso la stessa.

Tale opera sarà realizzata mediante lo scavo in profondità dalla suddetta quota relativa di -2,00 m, fino alla quota prevista per la realizzazione della soletta di fondo dello spessore di 30 cm, successivamente saranno realizzati i cordoli perimetrali del catino e la parete divisoria per la realizzazione del setto di decantazione con la finestra di stramazzo delle dimensioni di 50 x 50 cm; lo spessore di detti manufatti sarà di 25 cm e per il getto verrà impiegato calcestruzzo classe 250; l'altezza globale dell'opera risulterà di 230 cm.

Impianti di perforazione e realizzazione dei pozzi

La perforazione del pozzo sarà realizzata, in via indicativa, con un impianto tipo N 801, di tipo diesel-elettrico, le cui caratteristiche sono di seguito descritte.

L'impianto N 801 può raggiungere una profondità di circa 5.200 m. Ha una torre in struttura di profilati di ferro di tipo "Mast Cantilever" alta 52.50 metri e carico max. statico di 604 t; il perimetro del piano sonda è costituito da una pannellatura fonoassorbente alta 5 m (3 m al di sopra del piano e 2 m al di sotto).

La torre costituisce la struttura che sostiene gli organi necessari per il sollevamento delle aste di perforazione (argano, taglia fissa e mobile, gancio e funi) e gli organi rotanti (tavola rotary o Top Driver, asta motrice, scalpello). L'impianto è completato dal circuito dei fluidi di perforazione (composto da pompe, vasche e vibrovagli), dagli organi di sicurezza sulla testa pozzo (preventer e valvole) e da una cabina di registrazione dei parametri di perforazione e di rilevazione e segnalazione di presenza di gas (Data Unit).

La disposizione dell'impianto è rappresentata nella sottostante Fig. 40.



Fig. 40 – Disposizione tipica di un impianto di perforazione N 801

In dettaglio, l'impianto è dotato dei seguenti componenti:

- quattro gruppi diesel-elettrici completamente insonorizzati (per l'argano e per il gruppo pompe), per una potenza complessiva di 2680 kW;
- un argano da 1700 HP con tiro max. di 360 t con 12 funi;
- un top driver da 750 kW;
- due pompe tipo Triplex EMSCO FB 1600 (7"x12") insonorizzate;
- un miscelatore per il fango, completo di un gruppo di vasche per lo stoccaggio e del circuito di alimentazione;
- due/quattro vibrovagli completamente insonorizzati per la separazione dei detriti dal fango;
- attrezzature di perforazione (aste pesanti, aste normali, riduzioni, alesatori, scalpelli, ecc.);
- cabina di registrazione dei parametri di perforazione e di rilevazione e segnalazione di presenza del gas.

La testa pozzo tipica delle fasi di perforazione profonda, rappresentata nella Fig. 41, è costituita dai seguenti componenti:

- una valvola centrale a comando manuale e/o elettrico (Master Valve);
- un gruppo di preventers (dispositivi di sicurezza) con comando azionabile a distanza, sia dal piano sonda che da una centralina dedicata;
- un raccordo a quattro vie con scarichi laterali, sui quali sono montate valvole a saracinesca per smistare l'efflusso del fluido reperito;
- una testa rotante di tenuta.

Tutte le attrezzature di testa pozzo possono sopportare una pressione di almeno 3000 psi secondo la normativa API.

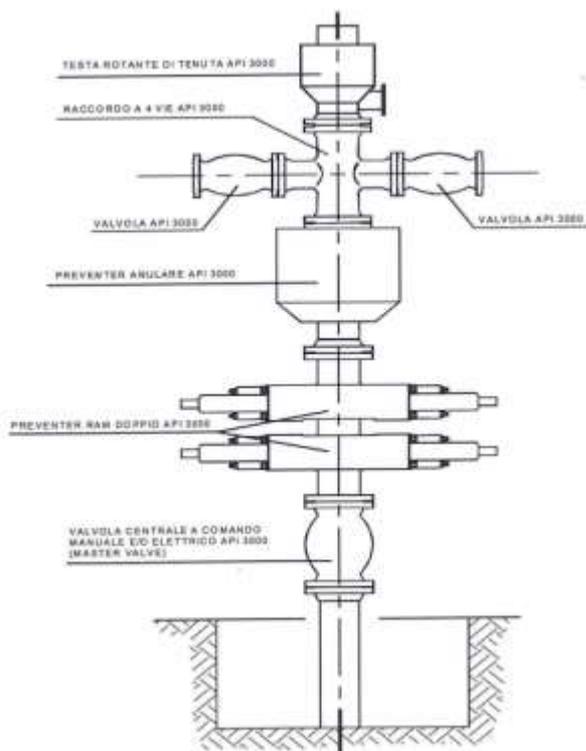


Fig. 41 - Configurazione di testa pozzo in fase di perforazione

Profilo di tubaggio previsto

Il profilo di tubaggio previsto per i pozzi esplorativi MP1 e MP2, tenuto conto del profilo termico dell'area e delle informazioni di carattere stratigrafico derivanti dalla precedente perforazione di Villaverla 1, prevede l'isolamento della formazione fino alla profondità di circa 3.830 m. A partire da questa quota la perforazione proseguirà con tubaggio fenestrato al fine di consentire lo sfruttamento delle fratture produttive fino alla profondità di circa 4.200 m.

La realizzazione del pozzo prevede le seguenti fasi:

- esecuzione di un tratto di foro Ø 35"1/2 da piano campagna a 10 m di profondità e successiva discesa e cementazione di un casing Ø 32" (spessore 15,88 mm);
- perforazione con scalpello 30" fino alla profondità di circa 150 m., posa in opera del primo tubo-casing 24-1/2" (tubo in acciaio J55 sp. 12,7 mm) completamente cementato con scarpa di cementazione in risalita dalla profondità di circa 150 m. fino alla superficie.
- perforazione con scalpello 23" fino alla profondità di circa 800 m., posa in opera di un secondo tubo-casing 18-5/8" (tubo in acciaio J55 sp. 12,32/15,09 mm) completamente cementato con scarpa di cementazione in risalita dalla profondità di circa 800 m. fino alla superficie.
- perforazione con scalpello 17" fino alla profondità di circa 1500 m., (e comunque da valutarsi in relazione alle caratteristiche stratigrafiche rilevate in corso d'opera) posa in opera di un terzo tubo-

liner 13-3/8" (tubo in acciaio L80 sp. 12,2/13,1 mm) completamente cementato con scarpa di cementazione in risalita dalla profondità di circa 1500 m. fino alla testa liner a circa 750 m.

- perforazione con scalpello 12-1/4" fino alla profondità di circa 3000 m. (e comunque da valutarsi in relazione alle caratteristiche stratigrafiche rilevate in corso d'opera), posa in opera di un quarto tubo-liner 9-5/8" (tubo in acciaio L80 sp. 11,99 mm.) completamente cementato con scarpa di cementazione in risalita dalla profondità di circa 3000 m. fino alla testa liner a circa 1450 m.
- perforazione con scalpello 8-1/2" fino alla profondità finale di circa 4300 m. in open hole (e comunque da valutarsi in relazione alle caratteristiche stratigrafiche rilevate in corso d'opera ed al rinvenimento delle formazioni del serbatoio geotermico).

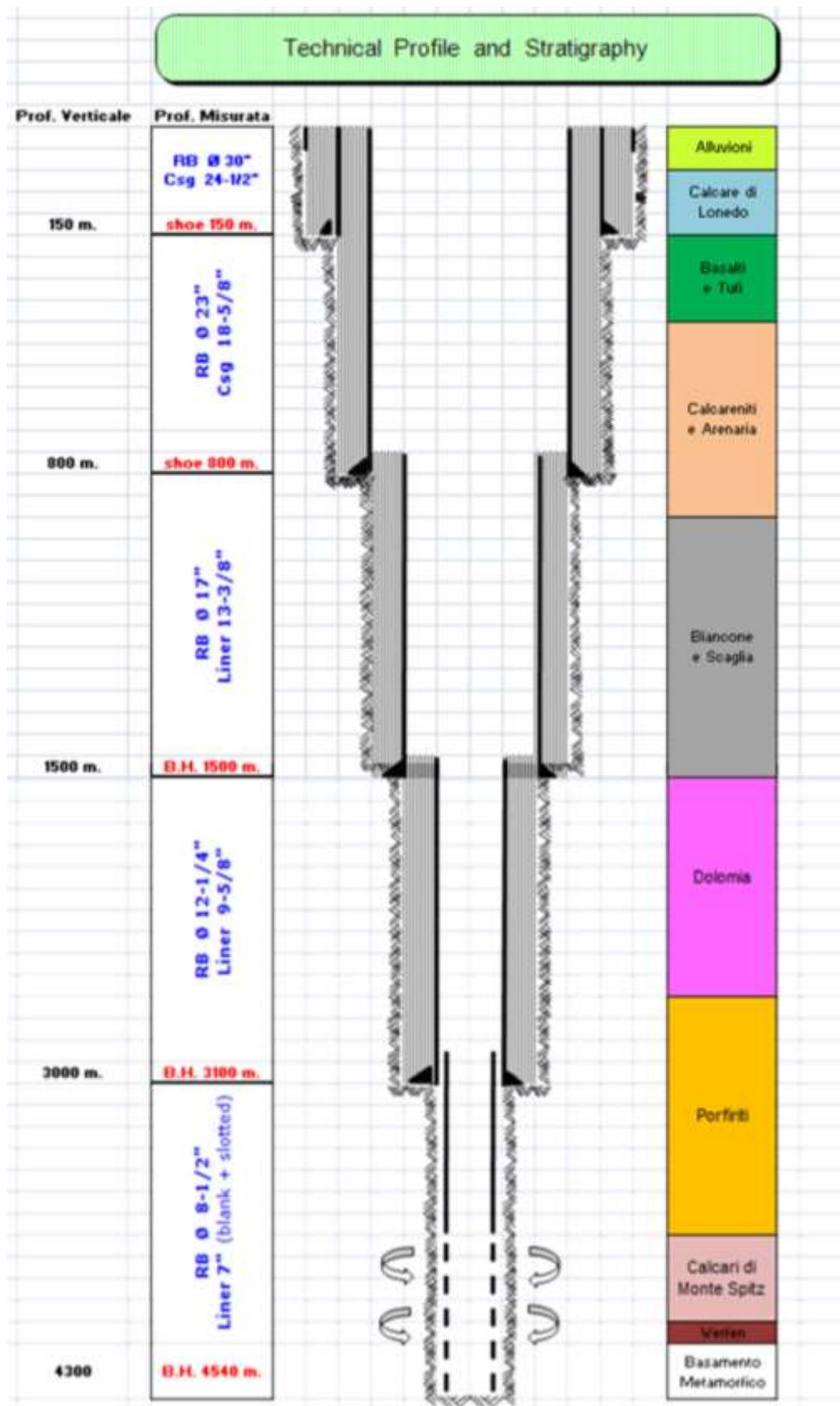


Fig. 42 -- Previsione stratigrafica e rivestimento ipotizzato dei sondaggi oggetto del presente progetto

Il progetto prevede la deviazione dei pozzi MP1 ed MP2 in modo che la profondità misurata finale sia di circa 4.540 m con uno scostamento da tale di 800/1000 m dalla verticale, in direzione rispettivamente NE e SE per i pozzi MP1 ed MP2.

Per raggiungere tale target si prevede di iniziare la deviazione (K.O.P.: kick off point) a circa 1550 m durante la fase con scalpello DN 12-1/4" fino al raggiungimento di un'inclinazione max. di circa 25/30° (fase di build-up: ad incremento di angolo).

Durante questa fase ad incremento di angolo (max rate 2°/30 m.) verrà utilizzata una batteria di turbo-perforazione composta dal seguente assemblaggio di fondo pozzo: scalpello – riduzione angolata (0,5°-1,5°) – turbina (mud motor) – MWD ("measurement while drilling": sistema di misurazione in continuo della inclinazione e direzione dell'asse del pozzo). Con l'uso della mud motor la batteria di aste rimane ferma ed il flusso in pressione del fango porta in rotazione il rotore della turbina a cui è collegato lo scalpello.

Una volta raggiunto l'angolo max di inclinazione come da progetto, viene tolta la mud motor dalla batteria di aste e si compone l'assemblaggio di fondo pozzo con una stabilizzazione idonea al mantenimento dell'angolo e della direzione fino alla profondità finale.

Tali indicazioni valgono sia per la fase con scalpello 12-1/4" che per la fase finale con R.B. 8-1/2".

Nel caso il MWD (strumento di controllo dei parametri di direzione) segnali dei sensibili scostamenti dai dati di progetto e se ritenuto opportuno, potrebbe essere inserita nuovamente la turbina nella batteria di aste per procedere a delle correzioni di percorso necessarie al raggiungimento del target di progetto.

Eventuali riduzioni o cambiamenti dei diametri in corso di perforazione devono essere espressamente autorizzati per iscritto dalla D.L..

L'adozione di più tubazioni interamente cementate in risalita garantirà l'isolamento tra le formazioni attraversate e la superficie. L'attesa per la presa del cemento (WOC) non sarà inferiore alle 24 ore per ogni discesa di casing. Prima di riprendere le operazioni di perforazione con D.N. 17" dovrà essere eseguito apposito CBL-VDL log sul casing 18-5/8".

Il tipo di malta cementizia sarà definito in fase di cantiere dalla D.L.. In via preventiva si dovranno utilizzare malte con cementi ad alta resistenza ai solfati ed ove necessario malte ad alto controllo di gas migration.

7.5 Logs geofisici e prove di produzione

La sperimentazione del pozzo ha i seguenti obiettivi:

- determinare le caratteristiche produttive del pozzo;
- confermare la composizione chimica del fluido, utilizzata per definire il dimensionamento dell'eventuale centrale a ciclo binario, valutare le emissioni degli inquinanti, verificare la necessità di installare impianti per la separazione del fluido geotermico a boccapozzo;
- valutare la potenzialità del serbatoio (nel caso del primo pozzo), allo scopo di definirne le possibilità di sviluppo, in termini di numero dei pozzi da perforare.

Logs geofisici

Per verificare le caratteristiche stratigrafiche, l'eventuale presenza di fluidi di interesse in fase di perforazione e la permeabilità delle formazioni attraversate ed acquisire utili informazioni sul giacimento e sul corretto posizionamento in zone impermeabili delle cementazioni degli avampozzi di protezione saranno

eseguiti logs geofisici in foro tramite ditte specializzate. I suddetti logs potranno essere eseguiti prima di ogni tubaggio.

Al termine di ogni fase della perforazione quindi prima della posa in opera della tubazione, la Direzione dei Lavori potrà disporre l'esecuzione di carotaggi geofisici (logs) da eseguirsi a carico del Committente mediante compagnia di servizio specializzata. Il Contrattista dovrà garantire l'accesso in cantiere e l'assistenza per le operazioni di cui sopra.

Vista l'importanza delle cementazioni dei casing si potranno realizzare prima dei tubaggi rilievi della diametria del foro scoperto con log Caliper, e dopo la cementazione log CBL-VDL per controllarne lo stato e l'affidabilità della cementazione. Nel caso di risultato non soddisfacente potranno essere necessarie perforazioni dei casing con cariche esplosive e successivi squeeze di cemento per il ripristino della cementazione.

Prove di iniezione

Le prove di iniezione vengono di norma eseguite durante la perforazione delle formazioni che ospitano il serbatoio geotermico, quando si verificano condizioni di perdita di circolazione. Gli scopi di queste prove sono essenzialmente due: valutare la capacità produttiva dell'orizzonte perforato e individuare le zone produttive al suo interno.

Le prove si svolgono secondo il procedimento standard di seguito descritto:

- estrazione delle aste, con mantenimento della portata di fluido di perforazione usata durante la trivellazione;
- discesa di una apposita "sonda elettrica" per il rilievo di pressione e temperatura, per individuare le zone assorbenti;
- variazione a gradino della portata del fluido di perforazione (spesso riduzione a zero) e registrazione del transitorio di pressione in pozzo per 4 - 8 ore.

Dall'interpretazione del transitorio, calcolando il rapporto $\Delta Q/\Delta P$, si ricava l'iniettività e quindi, con una formula semiempirica, la portata attesa delle fratture produttive presenti nel tratto di pozzo perforato.

Prove di produzione

Esse sono effettuate sul nuovo serbatoio, allo scopo di acquisire informazioni sulla sua potenzialità e valutare le caratteristiche chimico - fisiche del fluido; consentono di stimare la portata totale di fluido producibile dal campo geotermico. Le prove di produzione dei pozzi possono essere di "breve" o di "lunga durata". Esse si articolano in tre fasi: nella prima si esegue l'eventuale degassamento del pozzo, nella seconda si attende che il pozzo stabilizzi l'erogazione del fluido e nella terza si effettua la caratterizzazione del pozzo. Sono eseguite facendo erogare il pozzo attraverso un separatore silenziatore; il liquido separato viene accumulato nella vasca di raccolta del fluido di perforazione, mentre il vapore e gli incondensabili vengono rilasciati in atmosfera. Per ciò che riguarda le emissioni in atmosfera, durante le prove di produzione del pozzo, l'attività non necessita di alcuna specifica autorizzazione alle emissioni in atmosfera ai sensi del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. Allegato IV parte prima lettera jj) alla parte V (emissioni non significative).

Le prove di produzione a gradini si protrarranno per circa 10-12 ore. Saranno realizzate attraverso l'esecuzione di 4 scalini da 3 ore ciascuno a portate variabili: $q_1 = 30$ l/s, $q_2 = 50$ l/s, $q_3 = 80$ l/s, $q_4 = 110$ l/s. Viene stimata una produzione di circa 2916 m³ di acqua che potrà essere stoccata nelle vasche dell'area di cantiere, appositamente pulite a seguito della perforazione, che si stimano essere in grado di raccogliere il quantitativo di acqua suddetto (in alternativa si prevede comunque l'utilizzo di ulteriori apposite vasche destinate allo stesso utilizzo).

L'acqua rimarrà stoccata nelle vasche di cantiere per un tempo sufficiente a farne abbassare la temperatura in modo che, nel rispetto delle norme in materia previste dal D. Lgs. 152/2006 e s.m.i. (art.104, comma 2), possa essere richiesta autorizzazione temporanea per la re-immissione dell'acqua estratta dalla prova di breve durata, nella stessa falda.

Una volta re-immesso il fluido in falda e trascorsi circa 10 giorni sarà realizzata la prova di lunga durata. Tali prove sono generalmente eseguite montando una linea di produzione del fluido e un silenziatore, attraverso il quale il pozzo è fatto erogare. Le prove di produzione di lunga durata saranno protratte per un tempo di circa 40 ore ad una portata costante di circa 20 l/sec. In tal modo sarà prodotto un quantitativo di acqua di circa 2880 mc; l'acqua inizialmente sarà stoccata nelle vasche presenti nell'area di cantiere che si stimano essere in grado di raccogliere il quantitativo di acqua suddetto o di provvedere, in alternativa, all'utilizzo di ulteriori apposite vasche aggiuntive destinate allo stesso utilizzo. Una volta trascorso un tempo sufficiente a far abbassare adeguatamente la temperatura, il fluido sarà re-immesso nella medesima falda di prelievo, previa autorizzazione ai sensi del sopracitato art. 104, comma 2 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i..

8. PREDISPOSIZIONE DI SISTEMI DI SICUREZZA, CONTROLLO E MONITORAGGIO DELLE ATTIVITA' DI PERFORAZIONE.

Visto che il progetto prevede una perforazione esplorativa profonda (circa 4.300 m) e stante la situazione idrogeologica e geologico-strutturale dell'area di ricerca con serbatoio geotermico in previsione all'interno della formazione dei calcari di M.te Spitz con temperature massime di circa 130°C, durante la perforazione non sono attese venute di gas significative in pressione alla luce delle informazioni derivanti dalle perforazioni esplorative precedenti condotte anche a profondità superiori. Per tale fatto, pur non evidenziando allo stato attuale delle conoscenze elementi di rischio per la salute degli operatori e per l'ambiente, al fine di garantire la totale sicurezza nei confronti delle matrici ambientali (aria, acqua e suolo) e delle persone (in primis gli operatori del cantiere), sono previste nel programma dei lavori particolari e specifiche operazioni connesse alla perforazione, come ad esempio cementazioni successive di isolamento tra falde superficiali e venute eventuali di sovrappressioni profonde, installazione di blow-out preventers e sistemi di controllo e monitoraggio per le emissioni di gas e per il monitoraggio delle acque.

Come qualsiasi altro cantiere di perforazione, il fatto di utilizzare macchine di perforazione con circuiti idraulici oleodinamici che potrebbero avere delle perdite accidentali dai circuiti stessi richiede come normale prassi operativa e quale garanzia di tutela delle matrici ambientali, la predisposizione di sistemi passivi di impermeabilizzazione del fondo con raccolta ed eventuale smaltimento secondo normativa ambientale delle perdite accidentali suddette. Questo approccio consente di abbattere al minimo i rischi di contaminazione

del suolo, sottosuolo e acque (superficiali e sotterranee) a causa di eventi accidentali e/o perdite di idrocarburi. In particolare nel progetto è previsto al di sotto della macchina di perforazione e nella limitrofa area di lavoro (dove saranno posizionate le pompe del fango, il parco tubi, i generatori ed altri macchinari di servizio) una soletta in c.a. a totale copertura ed impermeabilizzazione e sistema di raccolta e trattamento delle AMD E AMPP tramite sedimentatore e disoleatore, con smaltimento nella rete scolante esistente previa autorizzazione allo scarico.

La tecnica di perforazione che garantisce le migliori condizioni di sicurezza idrogeologica e per le maestranze è senza dubbio quella scelta nel presente progetto e cioè la perforazione con circolazione diretta di fluidi. Per tale tecnica occorre la preparazione di un fluido di perforazione a base di acqua (proveniente dal pozzo esistente) e minerali argillosi di origine naturale (bentonite).

L'operazione suddetta forma un pannello aderente allo strato che riduce le interazioni tra gli utensili di perforazione ed il sottosuolo. Stante comunque la condizione idrogeologica che prevede la presenza di un acquifero superficiale compreso tra le profondità di circa 5 m e 25 m dal p.c. attuale (ciottoli e ghiaie continentali del materasso alluvionale del Quaternario) ed un secondo acquifero sempre di acqua dolce, compreso tra le profondità di circa 41 m e 76 m dal p.c. attuale nei Calcari Litoranei di Lonedo con sabbia e arenaria quarzosa, è stato progettato un sistema di protezione costituito dal primo avampozzo spinto fino alla profondità di - 150 m dal p.c. (con base di appoggio nei basalti e nei tufi basaltici oligocenici) che consente il completo isolamento in fase di perforazione e di esercizio tra le falde superficiali e le eventuali falde profonde (comunque non previste nei basalti). Tale protezione (avampozzo) che agisce attraverso un tubo in acciaio a tenuta con un anulare di cementazione solidale al tubo ed al terreno di spessore minimo di 4 cm o superiore consente inoltre di evitare eventuali venute di acqua in pressione nel suolo e nel sottosuolo circostante l'area del pozzo esplorativo ed isola tutti i potenziali orizzonti ricettori del terreno superficiale.

Seguendo sempre lo stesso tipo di ragionamento, pur non rilevando a profondità maggiori di 66 m dal p.c. attuale falde di interesse per vari utilizzi (presenza prevalente di Basalti con alla base calcareniti oligoceniche), sono stati previsti ulteriori avampozzi di protezione completamente cementati con criteri analoghi a quello sopra descritto e che consentono il completo isolamento idraulico in pozzo tra il giacimento oggetto del potenziale sfruttamento geotermico e le eventuali falde superiori (falde comunque rilevate nel pozzo di riferimento realizzato nel 1977 e denominato Villaverla 1 tra -1480 e -1588 m. dal p.c.). Tale tipo di approccio progettuale consente quindi di eliminare ogni rischio potenziale di contaminazione o interferenza per falde e terreni ad opera sia dei fanghi di perforazione che dei fluidi di giacimento.

Sostanzialmente con gli accorgimenti di sicurezza suddetti le opere di perforazione in progetto consentono di operare in piena sicurezza per step di profondità progressiva e avampozzi cementati in modo da proteggere e non interagire con gli acquiferi incontrati al di sopra del serbatoio geotermico di riferimento (posto da -3830 a -4205 m. s.l.m.).

Il profilo di tubaggio previsto per il pozzo esplorativo, tenuto conto del profilo termico dell'area e delle informazioni di carattere stratigrafico disponibili dalla precedente perforazione Villaverla 1, prevede l'isolamento della formazione fino alla profondità di 3.600 m. A partire da questa quota la perforazione

proseguirà con tubo casing slotted (fenestrato) al fine di consentire lo sfruttamento delle fratture produttive delle zone del Calcare di M.te Spitz fino alla profondità di circa -3830 a -4205 m.

La realizzazione del pozzo prevede le seguenti fasi:

- Fase 1: esecuzione di un tratto di foro Ø 35"1/2 da piano campagna a 10 m di profondità e successiva discesa e cementazione di un casing Ø 32" (spessore 15,88 mm);
- Fase 2: perforazione con scalpello 30" fino alla profondità di circa 150 m., posa in opera del primo tubo-casing 24-1/2" (tubo in acciaio J55 sp. 12,7 mm) completamente cementato con scarpa di cementazione in risalita dalla profondità di circa 150 m. fino alla superficie.
- Fase 3: perforazione con scalpello 23" fino alla profondità di circa 800 m., posa in opera di un secondo tubo-casing 18-5/8" (tubo in acciaio J55 sp. 12,32/15,09 mm) completamente cementato con scarpa di cementazione in risalita dalla profondità di circa 800 m. fino alla superficie.
- Fase 4: perforazione con scalpello 17" fino alla profondità di circa 1500 m., (e comunque da valutarsi in relazione alle caratteristiche stratigrafiche rilevate in corso d'opera) posa in opera di un terzo tubo-liner 13-3/8" (tubo in acciaio L80 sp. 12,2/13,1 mm) completamente cementato con scarpa di cementazione in risalita dalla profondità di circa 1500 m. fino alla testa liner a circa 750 m.
- Fase 5: perforazione con scalpello 12-1/4" fino alla profondità di circa 3000 m. (e comunque da valutarsi in relazione alle caratteristiche stratigrafiche rilevate in corso d'opera), posa in opera di un quarto tubo-liner 9-5/8" (tubo in acciaio L80 sp. 11,99 mm.) completamente cementato con scarpa di cementazione in risalita dalla profondità di circa 3000 m. fino alla testa liner a circa 1450 m.
- Fase 6: perforazione con scalpello 8-1/2" fino alla profondità finale di circa 4300 m. in open hole (e comunque da valutarsi in relazione alle caratteristiche stratigrafiche rilevate in corso d'opera ed al rinvenimento delle formazioni del serbatoio geotermico).

Il progetto prevede la deviazione dei pozzi MP1 ed MP2 in modo che la profondità misurata finale sia di circa 4.540 m con uno scostamento da tale di 800/1000 m dalla verticale, in direzione rispettivamente NE e SE per i pozzi MP1 ed MP2. Dettagli delle deviazioni dei pozzi sono espletati nel paragrafo 7.4.

In riferimento a quanto sopra verranno installati fin dall'inizio sistemi di controllo e gestione delle eventuali sovrappressioni come: diverter di tenuta, blow-out preventer anulare (3000-9000 psi) e un secondo in sequenza (sotto) di tipo double RAM (10.000 psi). Per i dettagli specifici sulle attrezzature, montaggio, collaudi e controlli si rimanda agli specifici capitoli sotto riportati.

Ad ulteriore salvaguardia, solo in caso di necessità, potranno inoltre essere utilizzati fanghi a base di solfato di bario (maggior peso specifico) nel caso in cui i normali fanghi non garantiscano le contropinte necessarie per le normali operazioni di cantiere. In merito a tale eventuale operazione, usualmente prescritta nelle perforazioni profonde in tali casi, occorre precisare che i 2 avampozzi completamente cementati previsti nelle opere in progetto permettono il completo isolamento in pozzo e non consentono agli eventuali fanghi a base di barite di interagire con acque e suolo. Tale operazione (assolutamente di tipo cautelativo e previsionale) consente di escludere un qualsivoglia rischio di contaminazione delle acque e del sottosuolo e spesso la presenza di solfato di bario disponibile in cantiere è addirittura prescritto dalle autorità di vigilanza mineraria e da tutte le norme di sicurezza inerenti la ricerca di minerali attraverso la perforazione di pozzi.

I pallets dei sacchi di barite e/o silos presenti in cantiere saranno stoccati in apposita area dedicata e opportunamente protetti nei confronti di accidentali dispersioni (impermeabilizzazione del fondo).

Il progetto di perforazione prevede comunque dei sistemi di monitoraggio atti a verificare il corretto funzionamento di tutti i sistemi di prevenzione e protezione predetti. In particolare sono previsti 7 rilevatori di gas (in totale 21 per la stima dei livelli di CO₂, H₂S e CH₄) collocati nei pressi della piazzola di perforazione e dove vi è maggior presenza e stazionamento di personale ed a norma delle vigenti leggi sulla sicurezza nei cantieri di lavoro. I rilevatori saranno posti sia a terra che ad altezza uomo in modo da rilevare sia i gas pesanti che quelli leggeri. Tali rilevatori, collegati al DSS consentono di mettere in moto tutti gli accorgimenti per la sicurezza del personale (dotazione DPI) e delle matrici ambientali (azioni correttive con chiusura blow-out-preventer).

Il progetto prevede altresì un Piano di Monitoraggio sia delle acque sotterranee (pozzo ad uso industriale esistente della SAFOND MARTINI s.r.l. profondo circa 35 m e pozzo Villaverla 1) che delle acque superficiali attraverso l'installazione di 4 punti di campionamento. Tale monitoraggio consente di controllare lo stato ambientale delle matrici potenzialmente impattate sia preventivamente che durante e successivamente alla realizzazione delle opere e di accertare così la corretta esecuzione delle stesse. La localizzazione di tutte le stazioni di monitoraggio previste nel progetto sono riportate in tavola 11.

Per quello che riguarda i materiali di consumo e di utilizzo nel cantiere si segnala che, come descritto nei punti precedenti e successivi, il progetto prevede la realizzazione di un'area completamente dedicata alla preparazione, formazione, maturazione, stoccaggio dei fanghi di perforazione e dei detriti derivanti dalla stessa operazione. In particolare, tutte le vasche per i fanghi saranno del tipo a tenuta fuori terra di acciaio o in vasche in c.a. parzialmente interrate, tali da impedire qualsiasi contatto con terreni in posto o acque. Per quello che riguarda le acque meteoriche di ruscellamento è stato previsto un sistema di regimazione che impedisce l'entrata in contatto delle stesse con tutta l'area di cantiere e con quella dei fanghi in particolare. Tale sistema di regimazione, come indicato nei disegni progettuali (tavole 7A, 7B e 9), deve essere realizzata mediante la canalizzazione delle acque superficiali con canalette in terra o rivestite o con il drenaggio delle stesse ai bordi delle pavimentazioni. Le acque meteoriche che invece cadranno nei

piazzali pavimentati saranno indirizzate all'impianto di trattamento AMD con sedimentatore e disoleatore sopra descritto.

Il sistema di circolazione dei fanghi è realizzato in modo da rimanere sempre isolato dal contesto ambientale del contorno, circolando all'interno di avampozzi isolanti cementati e costituendo loro stessi per le parti libere del perforo pannello e sistema di impermeabilizzazione temporaneo.

8.1 Tecniche di tubaggio e di protezione delle falde idriche, cementazioni speciali

Una delle principali componenti ambientali che vengono interessate dalle operazioni di perforazione è sicuramente l'assetto idrogeologico degli acquiferi attraversati dalla perforazione.

Con l'approfondimento del foro le pareti dei pozzi verranno rivestite con colonne d'acciaio (casing) cementate alle pareti del foro stesso. Numerose sono le tecniche di cementazione e di controllo della cementazione. Questo procedimento permette di isolare completamente dalle operazioni le eventuali falde idriche e di assicurare la stabilità del foro con il progredire della perforazione.

La cementazione dei casings rappresenta una delle più importanti ed impegnative operazioni per la realizzazione ed il completamento dei due pozzi.

La buona riuscita della cementazione degli annulus tra casing interno ed esterno e tra casing esterno e formazione, oltre ad assicurare il sostegno meccanico di quest'ultima, dovrà assicurare il sigillamento totale ad infiltrazioni di fluidi.

Per i pozzi esplorativi in progetto, per la realizzazione della cementazione si prenderanno tutte le necessarie precauzioni sia progettuali sia realizzative.

Precauzioni progettuali:

- 1) Programma di centralizzazione casing (centralizers - stop collars) e relativo posizionamento (standoff maggiore 70%)
- 2) Programma di equipaggiamento casing (float shoe – float collar - plug - stinger ecc)
- 3) Interpretazione caliper.
- 4) Scelta del tipo di cemento e degli additivi e loro concentrazioni.
- 5) Test di laboratorio sulle malte confezionate con acqua di cantiere per il controllo di densità di reologia, sedimentazione, tempo di pompabilità, controllo filtrato (presso laboratorio services company).
- 6) Predisposizione del progetto di cementazione comprensivo di volumi di spacer di malta e di fluido di spiazzamento e calcolo dei tempi operativi.

Precauzioni operative:

- 1) Predisposizione macchinari (unità di cementazione, vasca per l'acqua chiara e additivata) con squadra di operatori (services company).
- 2) circolazione fango prima e dopo il tubaggio per reologia per il migliore spiazzamento di quest'ultimo da parte della malta.
- 3) Pompaggio di spacer
- 4) Controllo della densità ed omogeneità della malta durante la miscelazione e pompaggio in pozzo

E' attraverso tali precauzioni progettuali ed operative che per le attività in oggetto si dovrà ottenere un totale sigillamento degli annulus. In modo particolare per la colonna di produzione, se sarà necessario, useremo una malta specifica per gas migration (Annular gas migration techniques).

In definitiva, la cementazione serve a:

- formare una camicia che, legata al terreno, sostenga il peso della colonna a cui aderisce e di eventuali altre colonne gravanti su questa;
- proteggere la colonna da corrosioni esterne, da schiacciamenti e da rotture;
- isolare, alle spalle delle colonne, gli strati a pressione o a mineralizzazione diverse, ripristinando la separazione fra le formazioni che esisteva prima dell'esecuzione del foro.

In generale due sono i casi che possono verificarsi:

- formazione permeabile per porosità: verrà impiegato un fango ad alta viscosità che in breve tempo impermeabilizza il foro; successivamente il foro viene cementato a giorno;
- formazione permeabile per fratturazione: il fango deve avere un alto potere intasante e quindi alta viscosità ed anche densità, vengono impiegati quindi maggiori percentuali di bentonite allo scopo di riempire le fratture. Anche in questo caso il foro viene cementato a giorno.

Preme sottolineare nuovamente che l'adozione di più avampozzi cementati garantirà l'isolamento tra le formazioni attraversate e la superficie. L'attesa per la presa del cemento non sarà inferiore alle 24 ore, per ogni discesa casing, prima di riprendere le operazioni di perforazione.

8.2 Apparecchiature di sicurezza (diverter, blow-out preventer e sensori gas)

Relativamente ai pozzi esplorativi MP1 e MP2, premesso che in linea generale a seguito dell'esperienza del precedente pozzo Villaverla 1 perforato negli anni '70 e che ha raggiunto le stesse profondità non sono attese venute significative di gas e/o di sovrappressioni che non siano gestibili con i normali fanghi bentonitici, una volta installato il primo avampozzo viene installato su di esso un dispositivo per garantire la sicurezza durante la perforazione fino all'avampozzo successivo (2°). Tale dispositivo è costituito dal diverter, utilizzato per garantire la circolazione del fango, e che lo stesso fuoriesca lateralmente piuttosto che verso l'alto.

Successivamente, una volta cementato il secondo avampozzo (550 m in via indicativa) in via di sicurezza e precauzionale si installano 2 B.O.P..

Le apparecchiature di sicurezza (blow-out preventer- B.O.P.) sono di due tipi fondamentali (a ganasce o anulare) e il loro compito è quello di chiudere il pozzo, sia esso libero che attraversato da prodotti tubolari (aste, casing, etc.).

Premesso che nei primi 150 ml di perforazione (RB 30") non sono attese venute di gas e/o di sovrappressioni che non siano gestibili con i normali fanghi bentonitici, la prima attrezzatura di sicurezza viene installata dopo la messa in posa e cementazione della prima tubazione 24-1/2". Per garantire la sicurezza durante la 3° fase di perforazione (RB 23"), viene installata la prima serie di B.O.P. sul casing 24-

1/2" dalle seguenti caratteristiche o equivalenti: tipo a ganasce singolo D.N. 26-3/4" API 3000 e/o tipo anulare D.N. 30" API 1000.

Per la quarta fase di perforazione (RB 17") sarà installata la seconda serie di B.O.P. delle seguenti caratteristiche o equivalenti: tipo a ganasce doppio D.N. 20-3/4" API 3000 e tipo anulare D.N. 20-3/4" API 3000.

Le fasi successive (RB 12-1/4" e RB 8-1/2") saranno perforate con la stessa testapozzo e BOP della fase precedente.

A seguito dell'installazione dei B.O.P. saranno eseguiti test di tenuta (cup test) con appositi manometri ed i risultati saranno appuntati sul giornale di sonda da parte del Direttore di Cantiere.

In tutti i casi di eventuale kick, una volta chiuso il pozzo con i B.O.P., si dovrà ripristinare una condizione di normalità, controllando la fuoriuscita del fluido in foro e ricondizionando il pozzo con un fango di caratteristiche adatte. Allo scopo sono predisposti piani di emergenza (DSS) con le relative procedure operative.

Per la presenza di gas provenienti dalle formazioni geologiche attraversate, che possono essere idrogeno solforato (H₂S), biossido di carbonio (CO₂) e metano (CH₄), vengono attuate misure e procedure di controllo. L'applicazione corretta di tali procedure e dell'uso appropriato delle attrezzature di sicurezza rendono il rischio di erogazioni incontrollate e di inquinamento atmosferico inesistente. Venute improvvisate di tali gas vengono infatti monitorate con l'installazione di sensori all'interno del cantiere e lungo il suo perimetro. I sensori, a seguito di taratura e calibrazione periodica, sono collegati, tramite centralina, con sistemi di allarme acustico e visivo che si azionano quando viene superata la concentrazione di 5 ppm per H₂S, 5.000 ppm per CO₂ e 1.000 ppm CH₄. Il pozzo viene immediatamente chiuso in caso di superamento di tali valori soglia. Tali valori sono limiti di soglia (TLWTWA) pubblicati dall'ACGIH (American Conference of Governmental and Industrial Hygienist) e rappresentano una concentrazione media ponderata nel tempo, su una giornata tipo di 8 ore per 40 ore settimanali, a cui la maggior parte dei lavoratori può venire esposta giornalmente e ripetutamente senza effetti negativi sulla salute.

Il costante controllo dei valori di gas ai sensori, il controllo del valore del pH nel fango di perforazione ed il volume dei fanghi nelle vasche di circolazione, sono tre misure di prevenzione fondamentali per far fronte al rischio di emissioni gassose non controllate.

8.3 Sismicità dell'area e subsidenza

Il cantiere di perforazione sorgerà in un'area definita dalla classificazione sismica visualizzabile sul Geoportale della provincia di Vicenza, in classe di pericolosità sismica 3 (vedi tavola 4A). Allo scopo di conoscere meglio tutti gli aspetti legati alla sismicità del territorio di interesse è stata condotta un'accurata ricerca bibliografica, resa possibile dalle numerose banche dati consultabili in merito.

Nel dettaglio, l'area si colloca in prossimità di strutture tettoniche e faglie capaci segnalate dalla banca dati ITHACA (<http://sgi.isprambiente.it/geoportal/catalog/content/project/ithaca.page>) pubblicato da ISPRA. In base a tale database, le faglie sono definite come lineamenti "capaci", che possono potenzialmente creare deformazione in superficie. In base a tale consultazione, l'area di cantiere risulta localizzata ad una distanza

di circa 5 km a NE dalla nota e più volte citata nella relazione, faglia di Schio-Vicenza con orientazione NW-SE.

La consultazione della banca dati DISS e delle pubblicazioni scientifiche (Sugan & Peruzza, 2011; Galadini et al., 2005; Poli et al. 2008; Scardia et al., 2014) hanno invece consentito di localizzare il sistema Thiene- Bassano con orientamento ENE – WSW. La faglia attraversa l'intero permesso di ricerca e si colloca ad una distanza di oltre un chilometro dall'area di cantiere.

Nonostante l'analisi della sismicità dell'area non attribuisca specifico carattere sismogenico né alla Schio-Vicenza né alla Thiene-Bassano, le cui attività recenti sono peraltro documentate in letteratura, è stato comunque prevista la progettazione di una rete sismica di monitoraggio dedicata agli elementi strutturali più significativi come più dettagliatamente descritta nella relazione specialistica allegata al progetto.

Studi inerenti più strettamente alla sismicità dell'area sono stati condotti grazie alla consultazione delle banche dati dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) e della Rete Sismometrica di OGS, che hanno consentito di analizzare l'evoluzione recente della sismicità nell'area di interesse.

La sismicità strumentale rilevata dalla rete integrata dell'Italia Nord-Orientale gestita dall'OGS ha permesso di estrapolare le informazioni relative agli ultimi 100 eventi entro 30 km dalla località nei pressi di Levà, e gli eventuali eventi maggiori ($M > 3.8$) dal 1977 (Fig. 43).

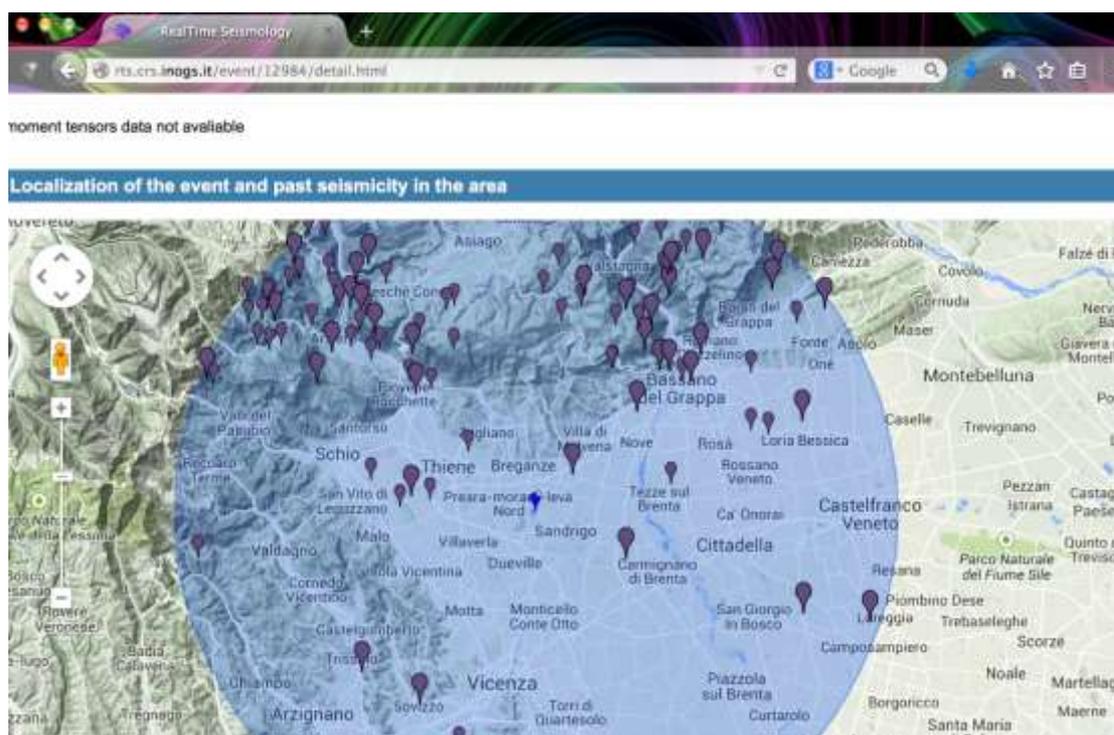


Fig. 43. Sismicità strumentale rilevata dalla rete integrata dell'Italia Nord-Orientale gestita dall'OGS. Si riportano in mappa i 100 eventi più recenti selezionati in un intorno di 30 km dall'evento marcato in blu (dati estratti dal sito web Real Time Seismology rts.crs.inogs.it)

Tale analisi non evidenzia una significativa attività sismica recente, dato che gli eventi più prossimi sono localizzati ad una ventina di chilometri a Nord-Est, a ridosso del corso del Brenta. L'elaborazione è stata eseguita dal sito web *Real Time Seismology* rts.crs.inogs.it.

La consultazione della banca dati ISIDe (Italian Seismological Instrumental and Parametric Data-basE) ha permesso di verificare gli eventi sismici documentati, dal 1985 al 2014, ad una distanza di 50 km dal

paese di Montecchio Precalcino che è stato scelto in quanto situato approssimativamente al centro del P.R., non sono documentati eventi precedenti al 1985. Per gli anni successivi, fino al 2014, su 443 eventi documentati solo 19 hanno registrato una magnitudo > 3, con ipocentro a profondità variabile tra 2 a 23 km. Tutti questi eventi sono localizzati ad una distanza maggiore di circa 30 km da Montecchio Precalcino, ad eccezione di un solo evento, localizzato a circa 17 km, in direzione SW, rispetto alla stessa località registrato nel 2005 con magnitudo 3.4 (Fig. 44).

Osservando la distribuzione areale degli eventi documentati da ISIDe rispetto alla localizzazione delle numerose perforazioni profonde (> 2000) effettuate in tutto il territorio nazionale e consultabili dalle banche dati UNMIG e VIDEPI, si nota come il cluster più denso (cluster 1) di eventi sismici, in direzione NW a circa 40 km fuori dal P.R., si manifesti in aree prive di perforazioni profonde (Fig. 44). Un secondo cluster (cluster 2) di concentrazione di eventi sismici è individuato, a circa 50 km fuori dal P.R., in direzione NE. In questo caso, si nota la relativa vicinanza tra perforazioni profonde ed eventi sismici. **La consultazione delle banche dati sopramenzionate, ha consentito di verificare la non diretta correlabilità tra perforazioni profonde, realizzate in loco in un arco temporale che va dal 1960 al 1985, ed eventi sismici documentati invece dal 1993 al 2011 (Fig. 45).**

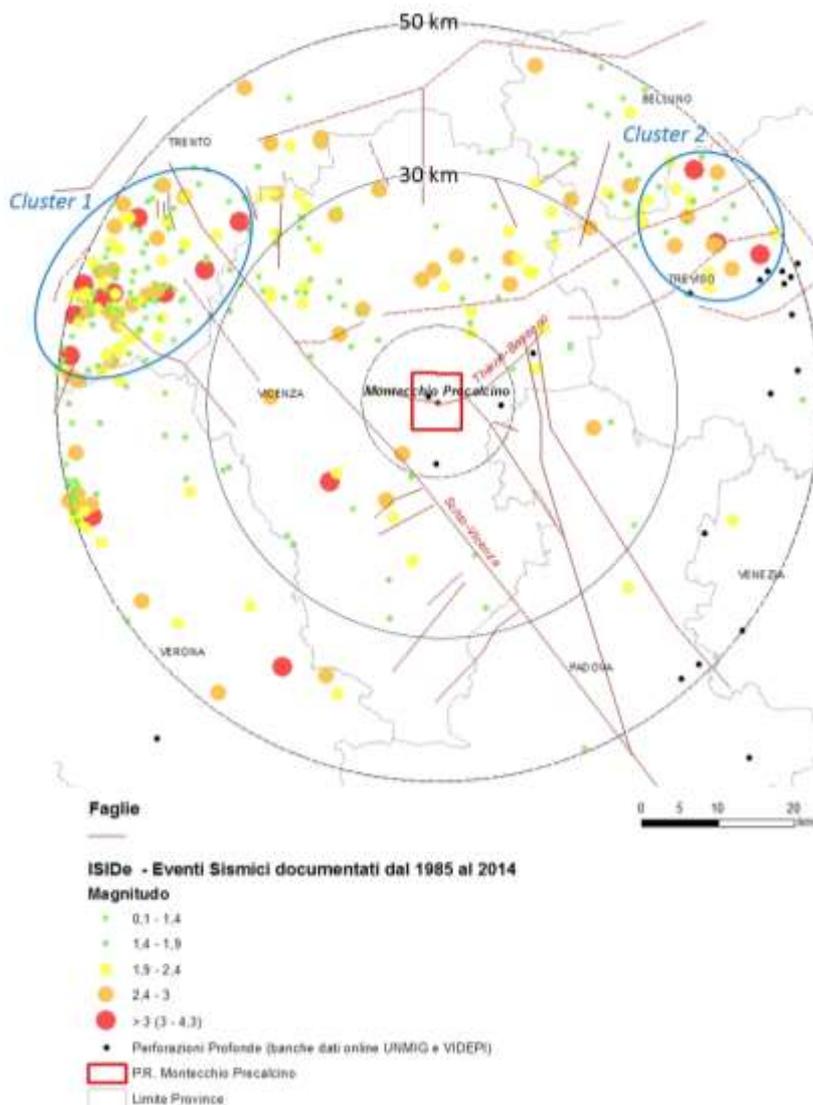


Fig. 44. Localizzazione degli eventi sismici documentati dal 1900 al 2014 nell'intorno di raggio 50 km dal paese di Montecchio Precalcino (banca dati ISIDe) e dei pozzi profondi (banca dati UNMIG&VIDEPI). In azzurro sono evidenziati i maggiori addensamenti di eventi sismici.

Una ulteriore ricerca bibliografica è stata condotta dal sito dell'INGV, consultando le banche dati relative al database macrosismico italiano 2011 (DBMI11 – finestra temporale 1000 – 2006 – num. Osservazioni 86071 e num. Terremoti 1681) e al catalogo parametrico dei territori italiani (CPTI11 – finestra temporale 1000 – 2006 e num. terremoti 3182).

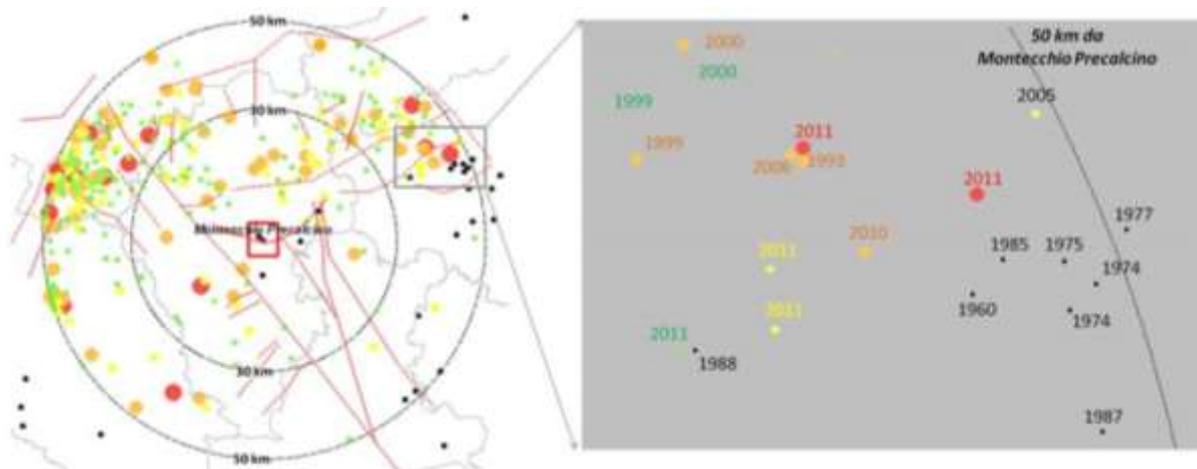


Fig. 45 – Eventi sismici e perforazioni con corrispettive datazioni (per la legenda vedere Fig. 44)

In sintesi, i sismi documentati per i comuni di appartenenza al permesso di ricerca: Montecchio Precalcino, Villaverla, Sarcedo e Breganze dalla consultazione della DBMI11 sono riassunti in Tab. 5.

Storia sismica di Montecchio

Precalcino

[45.665, 11.564]

Effetti

I [MCS]	Data	Ax	Np	Io
5	1891	Valle d'Illasi	403	8-9
4	1895	Slovenia	296	8
4	1989	Pasubio	779	6-7

Storia sismica di Sarcedo

[45.707, 11.528]

Effetti

I [MCS]	Data	Ax	Np	Io
4-5	1989	Pasubio	779	6-7
3	1998	Appennino umbro-marchigiano	408	6
3-4	2001	Merano	663	6
NF	2002	Franciacorta	770	5-6

Storia sismica di Breganze

[45.707, 11.565]

Effetti

I [MCS]	Data	Ax	Np	Io
5	1891	Valle d'Illasi	403	8-9
F	1892	Valle d'Alpone	160	6-7
NF	1894	Valle d'Illasi	116	6
4	1989	Pasubio	779	6-7
3-4	1998	Slovenia	227	-
3	2001	Merano	663	6

Storia sismica di Villaverla

[45.652, 11.492]

I [MCS]	Data	Ax	Np	Io
NF	1898	Romagna settentrionale	73	6-7
3-4	1987	Reggiano	802	6
4-5	1989	Pasubio	779	6-7
2-3	1998	Slovenia	227	-
3-4	2001	Merano	663	6

Tab. 5 - Eventi sismici registrati dalla banca dati DBMI11 dell'INGV nel comune di Montecchio Precalcino che interessa il P.R. "Montecchio Precalcino" e nei comuni limitrofi di Sarcedo, Breganze e Villaverla (<http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/>). I campi delle tabelle descrivono: I[MCS] intensità del terremoto avvertito nel comune di interesse; Data – anno di accadimento dell'evento; Ax - Area dei maggiori effetti (dal catalogo strumentale, dallo studio macrosismico o dal catalogo macrosismico); Np - Numero di osservazioni macrosismiche (da banca dati DBMI10beta); Io - Intensità epicentrale (determinata con il metodo Boxer (Gasperini et al., 1999), oppure adottata dal catalogo macrosismico di origine

La lettura di Tab. 5 consente di risalire alla data di accadimento degli eventi ed anche in questo caso non sono messe in evidenza correlazioni dirette tra sismicità storica e realizzazione di perforazioni profonde. Concentrandosi più strettamente all'area del P.R. è nota ad esempio, la realizzazione del pozzo Villaverla 1 condotta per conto di Agip nel 1978 che ha raggiunto la profondità di 4.235 m dal p.c. ed è altrettanto nota l'assenza di eventi sismici di forte magnitudo documentati in quello stesso periodo. Lo stesso dicasi per gli altri numerosi pozzi profondi documentati in Fig. 45 di cui rappresenta un caso eclatante la perforazione condotta nel 1988 localizzata nelle strette vicinanze di un evento sismico, comunque di magnitudo inferiore a 2, registrato nel 2011. Altri casi sono rappresentati da perforazioni del 1960, 1975 e 1985 localizzati in prossimità di eventi sismici registrati nel 2010 e 2011. Dai dati ad oggi disponibili non si evidenziano quindi, correlazioni tra le attività di perforazioni profonde (fino anche a 4-5000 m) ed eventi sismici significativi. Alla luce di quanto enunciato si evince che le attività legate alla realizzazione della perforazione in oggetto non presentino rischi sismici significativi.

Tenendo fermo quanto sopra, avendo comunque presente il principio di cautela, si è ritenuto opportuno eseguire un controllo della sismicità eventualmente indotta (comunque non prevista in termini percettibili dall'uomo e mai verificatasi in passato per le perforazioni eseguite dagli anni '70 ad oggi) durante la fase di perforazione e prova di produzione utilizzando sia le stazioni esistenti che mettendo in opera ulteriori stazioni di misura.

La rete proposta prevede la realizzazione di cinque stazioni equipaggiate con strumentazione sismologica di elevata qualità e apparecchiature di tele-trasmissione del dato continuo verso il centro di acquisizione ed elaborazione. Per quanto riguarda la progettazione della rete sismica, sono stati considerati gli elementi strutturali più importanti: i due sistemi di faglie Schio-Vicenza in direzione Sud-Est e Thiene-Bassano a Nord-Est, caratterizzati rispettivamente da cinematica prevalentemente trascorrente e compressiva. Considerando che il sistema Thiene-Bassano si immerge verso Nord, quindi allontanando progressivamente il piano di faglia dall'area della concessione all'aumentare della profondità, maggiore attenzione sarà rivolta al sistema Schio-Vicenza, almeno durante la fase di ricerca della risorsa geotermica. La geometria proposta (Fig. 46 e Fig. 47) prevede una stazione prossima ai pozzi, due stazioni a distanza di circa 4-5 km rispettivamente in direzione Nord-Ovest e Est, e due stazioni a circa 8 km in direzione Sud-

Ovest oltre la linea di faglia Schio-Vicenza. La rete si avvarrà poi dei dati di altre stazioni che l'OGS acquisisce nell'ambito dell'attività di monitoraggio sismico dell'Italia Nord-Orientale e che appartengono alle reti del Veneto e del Trentino. Le più vicine tra queste (MARN, CGRP, DOSS, TEOL, BALD) sono mostrate in Fig. 46 e si trovano a distanze mediamente comprese tra 20 e 30 km.

La rete descritta resterà in esercizio per il tempo di circa 3 mesi successivi al completamento delle prove previste durante la fase di ricerca. Si stimano circa 12-18 mesi di esercizio, comprendendo in questo periodo: almeno 180 giorni di registrazione pre-attività; circa 260 giorni di scavo dei pozzi, 30 giorni di prove di iniezione ed emungimento; almeno 90 giorni di registrazione dopo le prove.

Ulteriori accorgimenti potranno essere introdotti a seguito di un futuro sfruttamento del giacimento geotermico, in accordo con quelle che saranno le prescrizioni stabilite e di competenza dagli enti locali e nazionali.



Fig. 46 - Disposizione delle stazioni prevista per la Rete Sismica di Montecchio, a scala locale. I simboli rappresentano: quelli rotondi azzurri le stazioni della rete proposta (sigla IG), il rombo verde la posizione dei pozzi con le due deviazioni orizzontali in profondità (segmenti arancio), il rettangolo giallo i limiti della concessione, la linea bianca in basso la distanza di 5 km. I simboli piccoli colore magenta, rappresentano le posizioni delle stazioni GPS permanenti del Veneto già presenti nell'area.

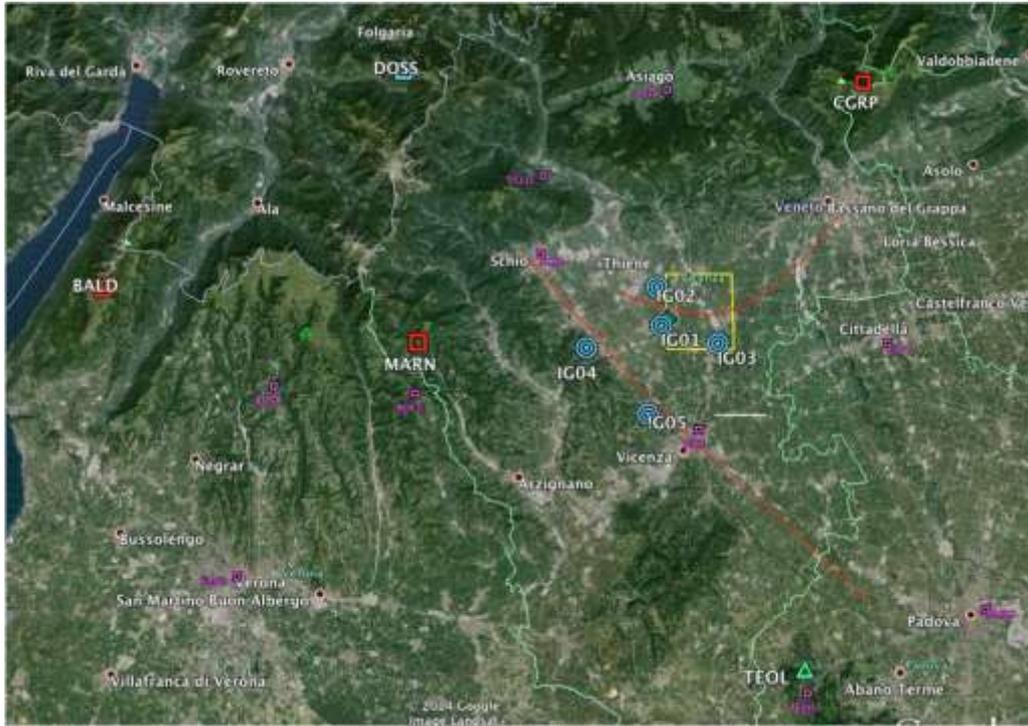


Fig. 47 - Come Fig. 46 ma a scala regionale. Si riconoscono con i quadrati rossi e azzurri le stazioni broadband gestite dall'OGS e con il triangolo verde la stazione a corto periodo di Teolo sempre gestita dall'OGS. I simboli piccoli colore magenta, rappresentano le posizioni delle stazioni GPS permanenti del Veneto già presenti nell'area.

Alla luce di quanto sopra e del sistema di monitoraggio previsto si ritiene quindi che non vi siano impatti significativi e di lunga durata per quanto concerne il rischio sismico della perforazione prevista e che comunque con le stazioni di misura previste si possa monitorare, in favore di sicurezza, la sismicità dell'area durante le fasi di cantiere in modo da prevedere eventuali ulteriori azioni di mitigazione.

Allo stato attuale delle conoscenze scientifiche nazionali ed internazionali si esclude pertanto rischio di terremoti di magnitudo significativa indotti dalla perforazione in esame. Maggiore attenzione dovrà essere posta nelle fasi successive del progetto legate alla possibile estrazione e/o re-immissione di acqua (dato che stiamo sviluppando un progetto geotermico) nel sottosuolo sulle quali si apre una vasta bibliografia nazionale ed internazionale in merito, anche se la maggior parte riguarda un campo maggiormente conosciuto legato alle esplorazioni petrolifere. A seguito di tali attività possono verificarsi dei tremori, noti come sismicità indotta, in genere di lieve entità e localizzati per lo più in prossimità del fondo foro, eventi in genere talmente lievi da non essere avvertiti dalla popolazione. Nonostante la perturbazione del sistema legata alle attività di sfruttamento della risorsa, che portano ad una variazione del campo di stress (Suckale, 2010) (Fig. 48), non è stata al momento individuata una legge fisica in grado di spiegare tali meccanismi. Anche se come anzidetto trattasi di problematiche gestibili con azioni di mitigazione (immissione a bassa pressione e portata controllata) e monitoraggio.

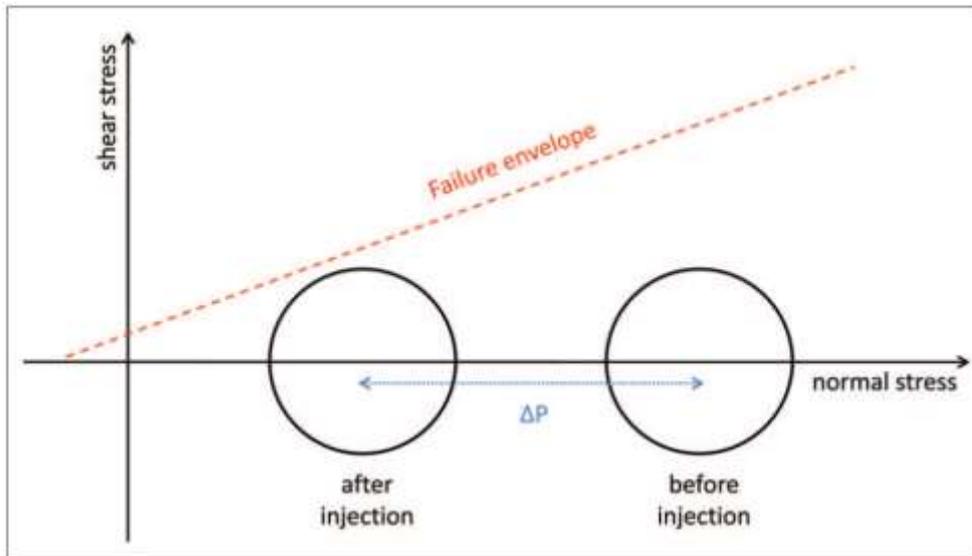


Fig. 48 . Diagramma di Mohr-Coulomb che illustra come l'iniezione di fluidi diminuisca il campo di stress (estratto da Suckale, 2010)

Secondo quanto riportato da Mucciarelli (2013) le stime di pericolosità sismica si basano, ad esempio, sull'assunzione che i terremoti seguano una distribuzione di Poisson, ovvero siano indipendenti tra loro ed il tasso del processo sia costante. La sismicità indotta viola queste assunzioni, causando eventi che seguono processi non lineari nel tempo e nello spazio. La soluzione a questo tipo di problematica non si manifesta con l'abolizione o negazione di ogni perforazione profonda, come è ben noto a tutti dalle numerose attività di esplorazione in corso sul territorio nazionale (ad esempio, lo sfruttamento del campo geotermico di Larderello in Toscana e lo sfruttamento petrolifero in val d'Agri in Basilicata) ed internazionale, quanto nell'adozione di sistemi di controllo e monitoraggio che possano far intervenire in caso di innesco di situazioni sfavorevoli allo sviluppo dei progetti. Lo stesso Mucciarelli (2013) sottolinea quanto sia fondamentale adottare una rete di monitoraggio con stazioni microsismiche tutte le attività antropiche in grado di indurre sismicità. Altre accortezze sono quelle di non svolgere attività di fracking (che in Italia non si fa per legge) e comporta per definizione la generazione di piccoli eventi sismici al momento della frantumazione delle rocce. Se nella prossimità del pozzo profondo (ma il range di distanze è difficile da specificare) esistono faglie in uno stato critico, allora la perturbazione del campo di stress indotta dalla immissione/estrazione di fluidi (cosa che può avvenire solo nell'eventuale successiva fase di coltivazione del giacimento e non nell'attuale fase di perforazione e prove di produzione) va studiata attentamente con azioni di immissione a bassa pressione e portata controllata che possono tutelare ed evitare l'innesco di quella che la letteratura cita come sismicità "triggered". Gli unici dati verificati sono però riferiti a immissioni di enormi quantità di acqua e forti pressioni (Suckale, 2010; Mucciarelli, 2013; Dinske et al., 2013; Valoroso et al., 2009). A garanzia del fatto che tale tipo di sfruttamento è realizzabile e garantisce l'assenza di eventi sismici di forte magnitudo, possiamo riportare il caso dello sfruttamento del campo geotermico di Larderello in Toscana, che da decenni utilizza la tecnica della re-immissione dei fluidi nel sottosuolo.

Il territorio italiano è stato investito anche di recente da questo tipo di problematiche data la forte sensibilizzazione pubblica aumentata notevolmente in questi anni spesso anche in relazione a concomitanze sfavorevoli di eventi, come nel caso del terremoto dell'Emilia del 2012, di magnitudo 5.9. A seguito di tale evento è stata impropriamente diffusa la notizia che imputava tale evento alla presenza di

pozzi profondi per ricerca di idrocarburi e all'avanzamento di un'istanza per iniezione in profondità di metano nell'area interessata dal sisma. Indagini e studi condotti hanno invece consentito di attribuire il sisma ad una chiara origine naturale tettonica, conseguenza di uno spostamento legato ad una faglia sismo genetica legata ad una tettonica crostale attiva di più ampio raggio (Ortolani et al., 2012).

Tornando a focalizzare l'attenzione sul progetto in atto e ribadendo che, ad oggi, non sono note informazioni che possano supportare l'insacco di eventi sismici di forte magnitudo a seguito sia della perforazione profonda, sia nelle successive eventuali fasi future del progetto più strettamente legate al possibile sfruttamento di una risorsa geotermica individuata tramite i pozzi MP1 e MP2, in caso di solo ed eventuale esito favorevole della ricerca, verranno effettuati tutti gli studi e gli approfondimenti ulteriori opportuni da eseguire solo nell'eventuale e successiva fase di coltivazione del giacimento e non nella fase attuale di perforazione e prove di produzione, in modo da garantire la massima sicurezza nella realizzazione del progetto.

Allo stato attuale delle conoscenze si escludono pertanto rischi sismici indotti dall'esecuzione della perforazione profonda e relative prove di produzione. Un accurato sistema di monitoraggio e azioni di mitigazione con immissioni a bassa pressione e portate controllate, garantiranno la massima tutela da l'eventualità di insacco di eventi sismici di forte magnitudo anche durante un'eventuale futura fase di sfruttamento della risorsa con interventi di prelievo e re-iniezione.

In merito al rischio di subsidenza indotto dalle operazioni di perforazione è stata pianificata una infrastruttura di analisi e monitoraggio realizzata mediante tecniche avanzate di Radar ad Apertura Sintetica Interferometrica (InSAR) che consentono di misurare le deformazioni del suolo e l'evoluzione temporale degli spostamenti misurati nell'area di studio. Tale tecnica permette di generare, con precisione centimetrica e in alcuni casi millimetrica, mappe di deformazione di una zona d'interesse a partire dalla differenza di fase (interferogramma) calcolata tra due immagini SAR relative alla stessa scena a terra e acquisite in tempi diversi.

Le misure di deformazione ottenute grazie all'analisi InSAR verranno opportunamente integrate/complementate con quelle fornite dalle stazioni GPS permanenti del Veneto già presenti nell'area e dalla stazione di nuova realizzazione. Ciò permetterà di rendere le misure InSAR indipendenti dalla "zona di riferimento" scelta per la loro analisi e rappresentazione e di rilevare (e correggere) eventuali artefatti che possono essere presenti nelle misure InSAR.

Il monitoraggio dei fenomeni deformativi del suolo con misure InSAR potrà avvenire solo dopo aver acquisito un numero adeguato di immagini Sentinel-1 pari ad un intervallo temporale di almeno un anno. Tale configurazione sarà raggiunta orientativamente a partire dalla fine dell'estate 2015. Tale configurazione sarà raggiunta orientativamente a partire dalla fine dell'estate 2015. Successivamente sarà possibile fornire un aggiornamento delle misure satellitari con cadenza trimestrale. Il monitoraggio avrà durata di un anno, in riferimento alla fase della sola perforazione esplorativa e prove di produzione di cui alla presente procedura di VIA. Tale rete, in caso di esito favorevole della ricerca, proseguirà anche nella successiva fase di sfruttamento della risorsa geotermica (concessione mineraria).

Per ogni ulteriore approfondimento in merito all'argomento si rimanda alla relazione specialistica (Elaborato 7) e allegato alla documentazione.

8.4 Stima delle caratteristiche e delle quantità dei rifiuti attesi.

Le operazioni di perforazione dei pozzi esplorativi produrranno necessariamente dei rifiuti che saranno smaltiti secondo normativa a seconda della loro classificazione merceologica. In particolare allo stato attuale del progetto si possono prevedere:

1. rifiuti di cantiere assimilabili a solidi urbani;
 2. rifiuti derivanti dall'utilizzo dei bagni per le maestranze;
 3. rifiuti derivanti dalle operazioni di costruzione e demolizione;
 4. rifiuti di estrazione liquidi derivanti dall'utilizzo dei fanghi di perforazione;
 5. rifiuti di estrazione solidi derivanti dall'attività di perforazione (cutting di perforazione);
1. Rifiuti di cantiere assimilabili a solidi urbani: i materiali quali scarti alimentari, carta, plastiche, vetro, imballaggi vari prodotti dalle maestranze per le normali attività di cantiere dovranno essere raccolti e smaltiti a carico del Contrattista di perforazione secondo le disposizioni impartite dal gestore locale del servizio di R.S.U.
 2. Rifiuti derivanti dall'utilizzo dei bagni per le maestranze: tali rifiuti dovranno essere smaltiti a carico del Contrattista tramite compagnia specializzata che avrà in carico lo smaltimento.
 3. Rifiuti derivanti dalle operazioni di costruzione e demolizione: i materiali prodotti durante la realizzazione di pavimentazioni e vasche dell'area di cantiere dovranno essere classificati a carico del contrattista ma in via presuntiva si può assegnare un CER 170904. Per i materiali di cemento si può assegnare CER 170101 e per i materiali in ferro CER 170405.

La quantità di materiale da smaltire sarà relazionata all'esito delle attività di perforazione. In caso di esito favorevole della ricerca geotermica, si stima infatti un quantitativo di circa 100 ton. di cemento e 4 ton. di ferro per lo smaltimento della vasca di raccolta detriti in cemento armato. In caso di esito negativo delle perforazioni esplorative si stima un quantitativo di circa 750 ton. di cemento e 30 ton. di ferro relativi allo smaltimento della vasca di trattamento detriti e della soletta di c.a..

I suddetti rifiuti, provenienti dalle vasche e dalla soletta in c.a., saranno smaltiti a carico del contrattista tramite compagnia specializzata presso impianto autorizzato previo rilascio di formulario di avvenuto smaltimento. In via presuntiva:

- CER 170904 e 170101 presso gli stabilimenti SAFOND MARTINI s.r.l. e Servizi Spa in località Marano Vicentino (VI).
- CER 170405 tramite gli stabilimenti COMPOSTELLA ROTTAMI S.r.l. e Compostella A. S.r.l. in località Cartigliano (VI), MAROSTICA GIUSEPPE ROTTAMI S.p.a. in località Bressanvido (VI).

4. Rifiuti di estrazione liquidi derivanti dall'utilizzo dei fanghi di perforazione: i fanghi di perforazione dovranno essere classificati a seguito di specifica analisi a carico dell'impresa appaltatrice, ma in via presuntiva si può assegnare un CER 010504.

Complessivamente si stima un quantitativo di 2800 ton.

I suddetti fanghi, provenienti dalle vasche di maturazione e di circolo, prima dello smaltimento saranno preventivamente stoccati in apposite vasche a tenuta e successivamente smaltiti a carico del contraffittista tramite compagnia specializzata presso impianto autorizzato previo rilascio di formulario di avvenuto smaltimento.

In via presuntiva presso lo stabilimento SAFOND MARTINI s.r.l. e lo stabilimento GEO NOVA Spa in località Loria (TV).

5. Rifiuti di estrazione solidi derivanti dall'attività di perforazione (cutting di perforazione): durante la perforazione i fanghi bentonitici a base acquosa, porteranno a giorno i residui solidi della perforazione che altro non sono che terre e rocce di scavo delle formazioni geologiche attraversate. Il sistema di trattamento in sito dei fanghi di perforazione suddetti prevede la separazione fisica, tramite vibrovaglio, desander e desilter, delle terre e rocce da scavo dai fanghi stessi.

La loro caratterizzazione e classificazione avverrà a seguito di specifica analisi a carico del contraffittista ma in via presuntiva si può assegnare un CER 170504, ovvero terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 170503. Complessivamente si stima un quantitativo di 1990 ton.

Le suddette terre e rocce da scavo, provenienti dal trattamento fisico (vagliatura) in sito dei fanghi di perforazione, saranno preventivamente stoccate in apposite vasche a tenuta e successivamente smaltiti a carico del contraffittista tramite compagnia specializzata presso impianto autorizzato previo rilascio di formulario di avvenuto smaltimento.

In via presuntiva presso lo stabilimento SAFOND MARTINI s.r.l. e lo stabilimento Servizi s.r.l. localizzato in località Marano Vicentino (VI).

I rifiuti di estrazione liquidi e solidi derivanti dalle attività di perforazione e descritti ai punti 4 e 5, sono trattati più dettagliatamente nell'elaborato 38 allegato alla documentazione, in quanto rifiuti normati dal D.Lgs. 117/2008.

Oneri per la gestione e smaltimento dei residui.

- Il Contraffittista ha l'onere della gestione e movimentazione dei residui solidi e fluidi della perforazione all'interno dell'area di cantiere, per l'intera durata dei lavori. Essa ha la responsabilità di condurre tale attività

nel rispetto delle normative vigenti, avendo particolare cura nell'evitare iniziative che possano provocare l'inquinamento delle matrici ambientali.

- Al contraffattista spetta l'onere dell'esecuzione delle analisi chimiche per la certificazione del refluo e del servizio di trattamento e conferimento a discarica mediante contratto di appalto con società specialistica.

- Il Contraffattista ha l'onere di smaltire i rifiuti della perforazione nel caso questi risultino inquinati per sua responsabilità.

8.5 Terre e rocce di scavo.

Le operazioni di perforazione e l'organizzazione impiantistica del cantiere e la gestione dei fanghi, consentono la separazione fisica fra i fanghi propriamente detti ed i detriti assimilabili a terre e rocce di scavo. Questo avviene tramite le apparecchiature (vibrotaglio, desilter, desander, centrifuga, ecc.), disposte all'uscita del fango dal pozzo, dovranno separare il fango stesso dai detriti di perforazione e dai solidi fini ("silt"): questi ultimi saranno accumulati in un'area idonea (corral in cemento o metallico) e successivamente posti su mezzo scarrabile. I reflui liquidi dovranno essere convogliati e stoccati in idonea vasca impermeabilizzata (telo HDPE) e successivamente prelevati da mezzo autospurgo.

Il Contraffattista dovrà farsi carico della gestione e movimentazione dei reflui di perforazione all'interno dell'area di cantiere e adottare tutte le precauzioni necessarie per evitare la fuoriuscita dall'area di cantiere di fango e/o materiale di risulta e/o acque torbide.

La D.L. sovrintenderà alle operazioni previste fornendo di volta in volta disposizioni in merito e provvedere all'esecuzione delle analisi chimiche secondo il codice di classificazione del rifiuto.

Alla fine dei lavori i materiali di perforazione, salvo diversa disposizione, dovranno essere conferiti in idoneo impianto di trattamento e smaltimento e dovranno essere fornite alla committenza, da parte della compagnia di servizio incaricata allo smaltimento, copia dei relativi formulari.

Complessivamente si stima con il calcolo volumetrico vuoto per pieno per le perforazioni esplorative, la realizzazione delle vasche, delle fognature, regimazioni, drenaggi e per i pali di fondazione, una produzione di circa 1400 mc di materiale.

Per la caratterizzazione dettagliata dei materiali di scavo si rimanda all'elaborato 37 "Riutilizzo delle terre di scavo", allegato alla documentazione.

8.6 Scarichi idrici ed emissioni in atmosfera.

Le acque meteoriche di dilavamento e quelle di prima pioggia necessitano di specifica autorizzazione allo scarico ai sensi dell'art. 113, comma 1, lettera b del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., nel rispetto dei limiti di emissione nei corpi idrici superficiali di cui alla tabella 3 dell'Allegato 5 alla parte terza del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., nonché ai sensi dell'art. 39 delle NTA del PTA della Regione Veneto.

In particolare, le AMD e le AMPP ricadenti nella piazzola di perforazione (aree pavimentate con solette di cemento) saranno convogliate in pozzetti di raccolta ed avviate ad in un sistema di depurazione a tenuta stagna composto da una vasca di sedimentazione e trattamento delle acque di prima pioggia e da un disoleatore (per dettagli vedi tavola 9). Dopo idoneo passaggio dal suddetto sistema di trattamento e depurazione (sedimentatore e disoleatore) e successivamente al passaggio in apposito pozzetto di ispezione e campionamento di valle, tali acque, saranno recapitate, tramite tubazioni interrate adeguatamente dimensionate nel reticolo delle acque superficiali esistenti.

Il suddetto schema di raccolta può essere consultato nel dettaglio nelle tavola 9.

Le eventuali acque provenienti dal pozzo in fase di spurgo e di prova di produzione, una volta trascorso un tempo sufficiente a far abbassare adeguatamente la temperatura, saranno re-immesse nella medesima falda di prelievo, previa specifica autorizzazione ai sensi del sopracitato art. 104, comma 2 del D.Lgs..

Per ciò che riguarda le emissioni in atmosfera durante le prove di produzione del pozzo, non necessita alcuna specifica autorizzazione alle emissioni in atmosfera ai sensi del D.Lgs. 152/06 e s.m.i..

La pratica autorizzativa sarà presentata contestualmente alla presentazione dell'autorizzazione alla perforazione dei pozzi alla Regione Veneto in modo che l'espressione degli enti competenti avvenga all'interno della Conferenza dei Servizi ai sensi della L. 241/90 e s.m.i..

In alternativa alla richiesta di autorizzazione per gli scarichi idrici suddetta potrà essere presa in considerazione l'ipotesi di analisi chimiche di classificazione rifiuto delle acque di strato e di smaltimento presso impianto autorizzato e previo rilascio al produttore del formulario di avvenuto smaltimento.

8.7 Volumi di traffico generato dall'attività di ricerca.

Ipotizzando una durata complessiva delle perforazioni (compreso allestimento cantiere) di circa 7 mesi per il pozzo MP1 e di successivi 5 mesi per il pozzo MP2, si può stimare che siano possibili mediamente circa 4 passaggi giornalieri (festivi compresi) lungo la viabilità ordinaria di 1 mezzo pesante (camion) e 8 passaggi giornalieri di un piccolo autocarro (circa 35 q.li) per il trasporto delle maestranze e delle piccole attrezzature e 6 passaggi di una macchina utilitaria (tecnici).

Nel dettaglio, durante la fase di allestimento del cantiere si ipotizza una durata complessiva delle operazioni di 2 mesi (340 ore lavorative) e si considera l'utilizzo di:

- 1) Un camion che ogni 4 ore percorre alla velocità di 30 km/h una porzione di cantiere, ca 300 metri (attività di sbancamento e scotico);
- 2) Un camion che ogni ora percorre alla velocità di 30 km/h una porzione di cantiere, ca 300 metri (operazioni di carico e scarico);
- 3) Passaggio di 10 camion al giorno per 20 giorni lavorativi alla velocità di 30 km/h (spianamento pietrisco) che percorreranno circa 500 metri per raggiungere il cantiere;
- 4) Transitato 4 volte al giorno di una macchina utilitaria (tecnici).

Durante la fase di perforazione si ipotizza una durata complessiva delle operazioni di 10 mesi (festivi compresi) e si considera l'utilizzo di:

- 1) Passaggio di due camion al giorno per 5 mesi che percorrono, alla velocità di 30 km/h, una porzione di cantiere pari a 300 e 500 metri di strada di accesso al cantiere.
- 2) Transito di una macchina utilitaria (tecnici) 4 volte al giorno.

Durante le prove di produzione del pozzo è previsto il solo transito di una macchina utilitaria (tecnici) 4 volte al giorno.

Come si vede quindi l'attività di ricerca non inciderà sul volume complessivo di traffico della viabilità ordinaria dell'area, in quanto compatibile con le strutture esistenti (si consideri che attualmente nella zona è presente un flusso di traffico per le attività SAFOND MARTINI s.r.l. di un ordine di grandezza superiore senza alterazioni per la viabilità esistente e le popolazioni) e generando quindi un basso impatto sia in termini di emissioni in atmosfera che di carico umano.

8.8 Operazioni di ripristino dell'area e sistemazione finale.

Una volta terminato il cantiere di perforazione e le prove di produzione ed analisi del fluido, tutta l'area sarà ripristinata a piazzale di manovra (ex cava), lasciando in caso di esito favorevole della ricerca la testa pozzo di produzione con tutto il valvolame di sicurezza (tenuta stagna), la platea di base (2 ml X 2 ml) la recinzione di sicurezza con cancello di accesso e lo stradello di accesso alle opere per le eventuali operazioni di manutenzione. Il tutto come meglio visibile nel rendering riportato in tavola 12.

Tutto il cantiere andrà quindi smantellato con lo smaltimento dei materiali secondo quanto esposto all'art. 16 del capitolato d'appalto allegato (vedi anche Tav.15). Sostanzialmente si dovrà riportare l'area all'originario assetto morfologico (cantiere, strada di accesso e vasche), attraverso la rimozione di tutti i macchinari e delle componenti accessorie, la demolizione delle strutture dei manufatti in cemento, asportazione dei materiali di riporto utilizzati per la realizzazione della postazione di perforazione e smaltimento in impianto autorizzato, previa idonea caratterizzazione come rifiuto.

Nel caso in cui i pozzi di esplorazione avesse esito sfavorevole, oltre a quanto previsto per lo smantellamento del cantiere (vedi sopra) si potrà procedere con completa cementazione del pozzo delle opere di ricerca con ripristino ambientale della postazione. Per i dettagli circa la chiusura mineraria farà fede un progetto da presentare all'Autorità di Vigilanza con successiva approvazione di quest'ultima, tenendo in riferimento quanto indicato nello specifica tavola 15 (Fig. 49).

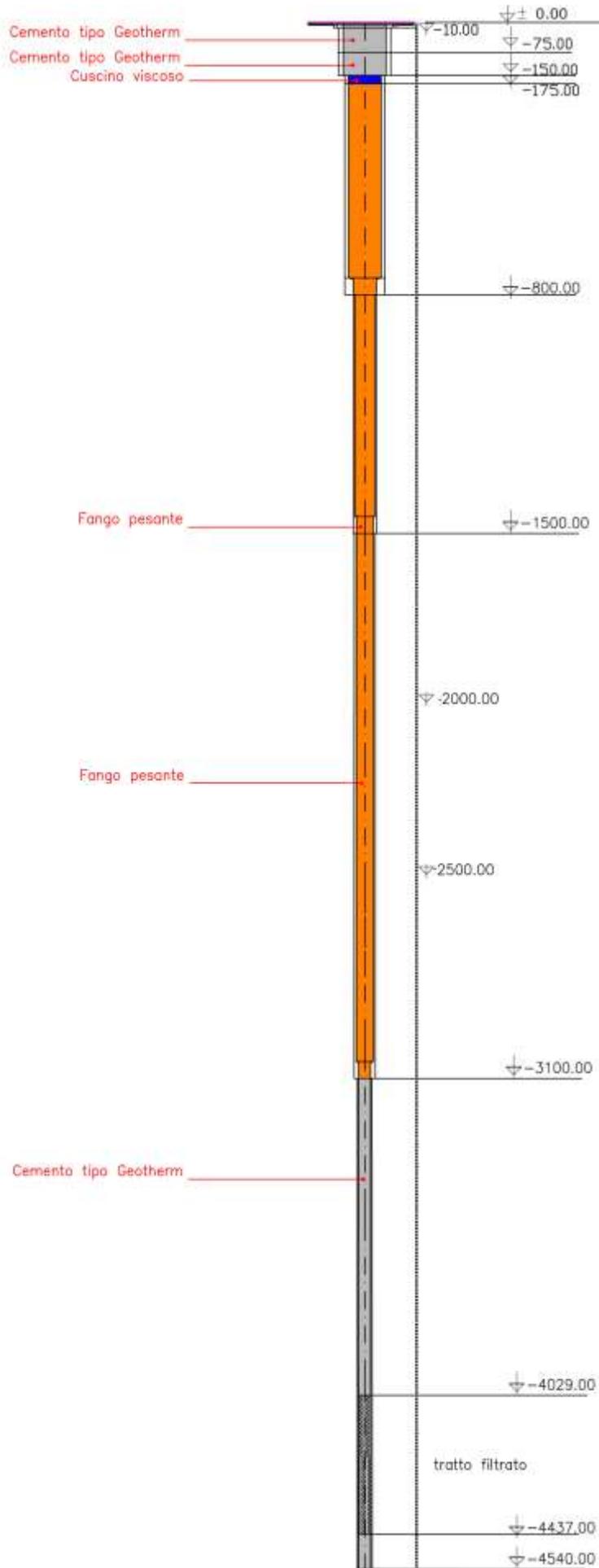


Fig. 49. Schema di chiusura mineraria del pozzo

9. PROPOSTA DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

In relazione alle risultanze dello studio d'impatto ambientale, tenendo comunque in considerazione il fatto che l'area di ricerca insiste in una ex cava in piena area industriale e con vicine aree a discarica, si propongono le seguenti azioni di monitoraggio ambientale sulle matrici con il maggiore potenziale di impatto, anche se di entità limitata e reversibile.

Il progetto avendo potenziali impatti su alcune matrici ambientali è supportato da un Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) specifico che riguarda alcuni aspetti specifici di possibile interferenza delle attività in progetto con l'ambiente.

Le attività di monitoraggio saranno eseguite nelle tre fasi ante operam, corso d'opera e post opera.

Tali analisi come risulta dalla tavola allegata (Tavola 11) interesseranno le seguenti matrici ambientali e/o componenti:

- acque superficiali;
- acque sotterranee;
- atmosfera;
- suolo;
- sismicità;
- subsidenza.

9.1 Acque Superficiali

Al fine di controllare lo stato qualitativo del corso d'acqua più vicino (canale artificiale esterno all'area di cantiere – vedi allegato fotografico tavola 13) sarà predisposto 1 punto di campionamento in prossimità dell'impluvio di riferimento. In prossimità dell'area del cantiere di perforazione, saranno predisposti altri 3 punti di campionamento: 1 sul lato ovest dell'area di cantiere, 1 in prossimità del disoleatore ed 1 nel fosso di regimazione già esistente nel lato est del cantiere (vedi Tavola 11).

Gli analiti presi come riferimento saranno i seguenti (Tab. 6):

PARAMETRI			TIPOLOGIA PARAMETRI
N°	Parametro	Unità di misura	
1	Temp. aria	°C	Parametri in situ
2	Temp. acqua	°C	
3	Ossigeno disciolto	mg/l	
4	Conducibilità	µS/cm	
5	pH	-	
6	Azoto ammoniacale	N mg/l	Parametri di laboratorio
7	Nitrati	N mg/l	
8	Nitriti	N mg/l	
9	Fosforo totale	P mg/l	
10	Tensioattivi anionici	mg/l	
11	Tensioattivi non ionici	mg/l	
12	Cloruri	mg/l	
13	Solfati	mg/l	
14	Bicarbonati	mg/l	
15	Residuo fisso	mg/l	
16	Calcio	mg/lt	
17	Fluoro	mg/lt	
18	Magnesio	mg/lt	
19	Sodio	mg/lt	
20	Silice	mg/lt	
21	Potassio	mg/lt	
22	Bario	µg/l	
23	Boro	µg/l	
24	Nichel	µg/l	
25	Cobalto	µg/l	
26	Cesio	µg/l	
27	Litio	µg/l	
28	Rubidio	µg/l	
29	Stronzio	µg/l	
30	Cromo	µg/l	
31	Cromo VI	µg/l	
32	Rame	µg/l	
33	Zinco	µg/l	
34	Piombo	µg/l	
35	Cadmio	µg/l	
36	Ferro	µg/l	
37	Alluminio	µg/l	
38	Arsenico	µg/l	
39	Mercurio	µg/l	
40	Manganese	µg/l	
41	Vanadio	µg/l	
42	Berillio	µg/l	
43	Titanio	µg/l	
44	Antimonio	µg/l	
45	Uranio	µg/l	

PARAMETRI			TIPOLOGIA PARAMETRI
N°	Parametro	Unità di misura	
46	Selenio	µg/l	
46	Idrocarburi totali	mg/l	Composti organici mirati
47	Fenoli	mg/l	
48	Benzene	µg/l	
49	Cloroalcani C10-C13	µg/l	
50	Antracene	µg/l	
51	Fluorantene	µg/l	
52	Naftalene	µg/l	
53	Benzo(a)pirene	µg/l	
54	Benzo(b)fluorantene	µg/l	
55	Benzo(k)fluoranthene	µg/l	
56	Benzo(g,h,i)perylene	µg/l	
57	Indeno(1,2,3cd)pyrene	µg/l	
58	1,2-Dicloroetano	µg/l	
59	Clorometano	µg/l	
60	1,1Dicloroetilene	µg/l	
61	Diclorometano	µg/l	
62	Tetracloruro di carbonio	µg/l	
63	Tetracloroetilene	µg/l	
64	Tricloroetilene	µg/l	
65	Triclorometano	µg/l	
66	Cloruro di vinile	µg/l	
67	Esaclorobutadiene	µg/l	
68	Pentaclorofenolo	µg/l	
69	4-Nonilfenolo	µg/l	
70	Ottifenolo	µg/l	
71	Streptococchi fecali	UFC/100 ml	Parametri microbiologici
72	Salmonelle	Si/No	
73	Coliformi totali	UFC/100 ml	
74	Coliformi fecali	UFC/100 ml	
75	Echerichia Coli	UFC/100 ml	
76	IBE	C.Q.	

Tab. 6. Elenco parametri analitici per monitoraggio acque superficiali

In tali punti si prevede di eseguire 1 campionamento delle acque ante-operam (prima della predisposizione dell'area di cantiere), 2 campionamenti in corso d'opera (durante le fasi di perforazione) e 2 post-opera a distanza di 1 mese e 3 mesi dalla fine delle prove di produzione.

Con la stessa cadenza verranno campionate ed analizzate le acque del fosso di guardia esistente confinante con il cantiere.

Come ulteriore controllo, solo per la fase in corso d'opera saranno prelevati ed analizzati anche 2 campioni delle eventuali acque di scarico durante le prove di produzione.

9.2 Acque Sotterranee

Al fine di controllare lo stato qualitativo e quantitativo della falda superficiale captata (unica falda presente e rilevata nell' area) saranno prelevati dei campioni dal pozzo presente in loco ed utilizzato ad uso industriale e dal pozzo Villaverla 1.

Tali punti di controllo, pozzo SAFOND MARTINI s.r.l. 1 e Villaverla 1, sono meglio identificati nella tavola 11.

Per gli aspetti qualitativi delle acque saranno presi a riferimento i seguenti analiti (Tab. 7):

PARAMETRI			TIPOLOGIA PARAMETRI
N°	Parametro	Unità di misura	
1	Temp. aria	°C	Parametri in situ
2	Temp. acqua	°C	
3	Ossigeno disciolto	mg/l	
4	Conducibilità	µS/cm	
5	PH	-	
6	Azoto ammoniacale	N mg/l	Parametri di laboratorio
7	Nitrati	N mg/l	
8	Nitriti	N mg/l	
9	Fosforo totale	P mg/l	
10	Tensioattivi anionici	mg/l	
11	Tensioattivi non ionici	mg/l	
12	Cloruri	mg/l	
13	Solfati	mg/l	
14	Bicarbonati	mg/l	
15	Residuo fisso	mg/l	
16	Calcio	mg/lt	
17	Fluoro	mg/lt	
18	Magnesio	mg/lt	
19	Sodio	mg/lt	
20	Silice	mg/lt	
21	Potassio	mg/lt	
22	Bario	µg/l	
23	Boro	µg/l	
24	Nichel	µg/l	
25	Cobalto	µg/l	
26	Cesio	µg/l	
27	Litio	µg/l	
28	Rubidio	µg/l	
29	Stronzio	µg/l	
30	Cromo	µg/l	
31	Cromo VI	µg/l	
32	Rame	µg/l	
33	Zinco	µg/l	
34	Piombo	µg/l	
35	Cadmio	µg/l	
36	Ferro	µg/l	

PARAMETRI			TIPOLOGIA PARAMETRI
N°	Parametro	Unità di misura	
37	Alluminio	µg/l	
38	Arsenico	µg/l	
39	Mercurio	µg/l	
40	Manganese	µg/l	
41	Vanadio	µg/l	
42	Berillio	µg/l	
43	Titanio	µg/l	
44	Antimonio	µg/l	
45	Uranio	µg/l	
46	Selenio	µg/l	
47	Idrocarburi totali	µg/l	Composti organici mirati
48	Idrocarburi policiclici aromatici (IPA) (1)	µg/l	
49	Idrocarburi aromatici (BTEX)	µg/l	
50	Alifatici clorurati cancerogeni (2)		
51	Clorofenoli (3)	µg/l	
52	Streptococchi fecali	UFC/100 ml	Parametri microbiologici
53	Coliformi totali	UFC/100 ml	
54	Coliformi fecali	UFC/100 ml	
55	CO ₂	mmol/lt	Gas disciolti
56	N ₂	mmol/lt	
57	Ar	mmol/lt	
58	CH ₄	mmol/lt	
59	O ₂	mmol/lt	
60	He	mmol/lt	
61	H ₂	mmol/lt	

Tab. 7. Elenco parametri analitici per monitoraggio acque sotterranee

Per gli aspetti quantitativi saranno rilevati in fase di campionamento i livelli piezometrici dei suddetti pozzi.

Nei punti di monitoraggio delle acque sotterranee si prevede di eseguire 1 campionamento delle acque ante-operam (prima della predisposizione dell'area di cantiere), 2 campionamenti in corso d'opera (durante le fasi di perforazione) e 2 post-opera a distanza di 1 mese e 3 mesi dalla fine delle prove di produzione.

9.3 Atmosfera

Nell'area di cantiere, fin dalla sua predisposizione, si prevede la presenza continua di 21 sensori di monitoraggio per i gas CO₂ e H₂S ed in via cautelativa anche CH₄ posti in 7 differenti posizioni del cantiere. Le caratteristiche di tali sensori sono riportate in tavola 7.

In sette postazioni individuate in mappa (tavola 11) si procederà a 4 controlli (ante-operam, corso d'opera e post-operam) con misurazione dei gas CO₂, H₂S e CH₄.

Una campagna di misurazione specifica sarà eseguita anche durante la prova di produzione dei pozzi. Queste operazioni verranno eseguite nonostante siano previste emissioni non significative ai sensi del D.Lgs. 152/06.

9.4 Suolo

Al fine di caratterizzare i terreni dell'area di cantiere sotto il profilo chimico saranno eseguiti 8 campionamenti in 4 diversi punti del cantiere ante e post-operam in modo da avere il riferimento della presenza di eventuali contaminazioni già presenti o indotte dalle opere (tavola 11).

Il campionamento dei suoli avverrà a 2 diverse profondità tramite trivella a mano:

campioni a	tra 0,00 m dal p.c. e -0,50 m dal p.c.
campioni b	tra - 0,50 m dal p.c. e -1,00 m dal p.c.

Gli analiti di riferimento saranno i seguenti:

Idrocarburi C>12 e C<12, As, Cd, Cr tot, Cr VI, Hg, Pb, Ni, Ba.

9.5 Monitoraggio sismico

Come enunciato nel capitolo 8 è stata prevista, a scopo cautelativo, l'esecuzione e l'installazione di un sistema di monitoraggio dedicato, al fine di garantire la massima sicurezza per il territorio circoscritto al P.R. e che sarà in opera nel periodo pre e post- perforazione per un tempo ritenuto tecnicamente sufficiente a garantire la massima sicurezza. La rete proposta prevede la realizzazione di cinque stazioni equipaggiate con strumentazione sismologica di elevata qualità e apparecchiature di tele-trasmissione del dato continuo verso il centro di acquisizione ed elaborazione. Per quanto riguarda la progettazione della rete sismica, sono stati considerati gli elementi strutturali più importanti: i due sistemi di faglie Schio-Vicenza in direzione Sud-Est e Thiene-Bassano a Nord-Est, caratterizzati rispettivamente da cinematica prevalentemente trascorrente e compressiva. Considerando che il sistema Thiene-Bassano si immerge verso Nord, quindi allontanando progressivamente il piano di faglia dall'area della concessione all'aumentare della profondità, maggiore attenzione sarà rivolta al sistema Schio-Vicenza, almeno durante la fase di ricerca della risorsa geotermica. La geometria proposta prevede una stazione prossima ai pozzi, due stazioni a distanza di circa 4-5 km rispettivamente in direzione Nord-Ovest e Est, e due stazioni a circa 8 km in direzione Sud-Ovest oltre la linea di faglia Schio-Vicenza. La rete si avvarrà poi dei dati di altre stazioni che l'OGS acquisisce nell'ambito dell'attività di monitoraggio sismico dell'Italia Nord-Orientale e che appartengono alle reti del Veneto e del Trentino.

Tenendo in considerazione quanto enunciato nel capitolo 8 ed il fatto che dallo Studio di Impatto Ambientale non risultano rischi sismici indotti dalla perforazione di ricerca del progetto Montecchio Precalcino, in via cautelativa. La rete descritta resterà in esercizio per il tempo di circa 3 mesi successivi al completamento delle prove previste durante la fase di ricerca. Si stimano circa 12-18 mesi di esercizio,

comprendendo in questo periodo: almeno 180 giorni di registrazione pre-attività; circa 260 giorni di scavo dei pozzi, 30 giorni di prove di iniezione ed emungimento; almeno 90 giorni di registrazione dopo le prove.

La localizzazione delle stazioni sismiche della rete sismica OGS e quella delle stazioni della rete di monitoraggio sismico dedicato sono riportate nella tavola 11.

Eventuali controlli successivi saranno eseguiti su indicazione delle autorità minerarie di supporto alla eventuale richiesta di concessione di coltivazione del giacimento o in eventuale chiusura mineraria dei pozzi.

9.6 Monitoraggio subsidenza

In merito al rischio di subsidenza indotto dalle operazioni di perforazione è stata pianificata una infrastruttura di analisi e monitoraggio realizzata mediante tecniche avanzate di Radar ad Apertura Sintetica Interferometrica (InSAR) che consentono di misurare le deformazioni del suolo e l'evoluzione temporale degli spostamenti misurati nell'area di studio. Tale tecnica permette di generare, con precisione centimetrica e in alcuni casi millimetrica, mappe di deformazione di una zona d'interesse a partire dalla differenza di fase (interferogramma) calcolata tra due immagini SAR relative alla stessa scena a terra e acquisite in tempi diversi.

Il monitoraggio dei fenomeni deformativi del suolo con misure InSAR potrà avvenire solo dopo aver acquisito un numero adeguato di immagini Sentinel-1 pari ad un intervallo temporale di almeno un anno. Tale configurazione sarà raggiunta orientativamente a partire dalla fine dell'estate 2015. Tale configurazione sarà raggiunta orientativamente a partire dalla fine dell'estate 2015. Successivamente sarà possibile fornire un aggiornamento delle misure satellitari con cadenza trimestrale. Il monitoraggio avrà durata di un anno, in riferimento alla fase della sola perforazione esplorativa e prove di produzione di cui alla presente procedura di VIA. Tale rete, in caso di esito favorevole della ricerca, proseguirà anche nella successiva fase di sfruttamento della risorsa geotermica (concessione mineraria).

10. CRONOPROGRAMMA

Il presente cronoprogramma evidenzia la durata presunta delle attività di progetto. Da tale milestone, si ritiene di completare le attività di ricerca in circa 36 mesi. La realizzazione delle attività avverrà secondo il calendario evidenziato in Fig. 50.

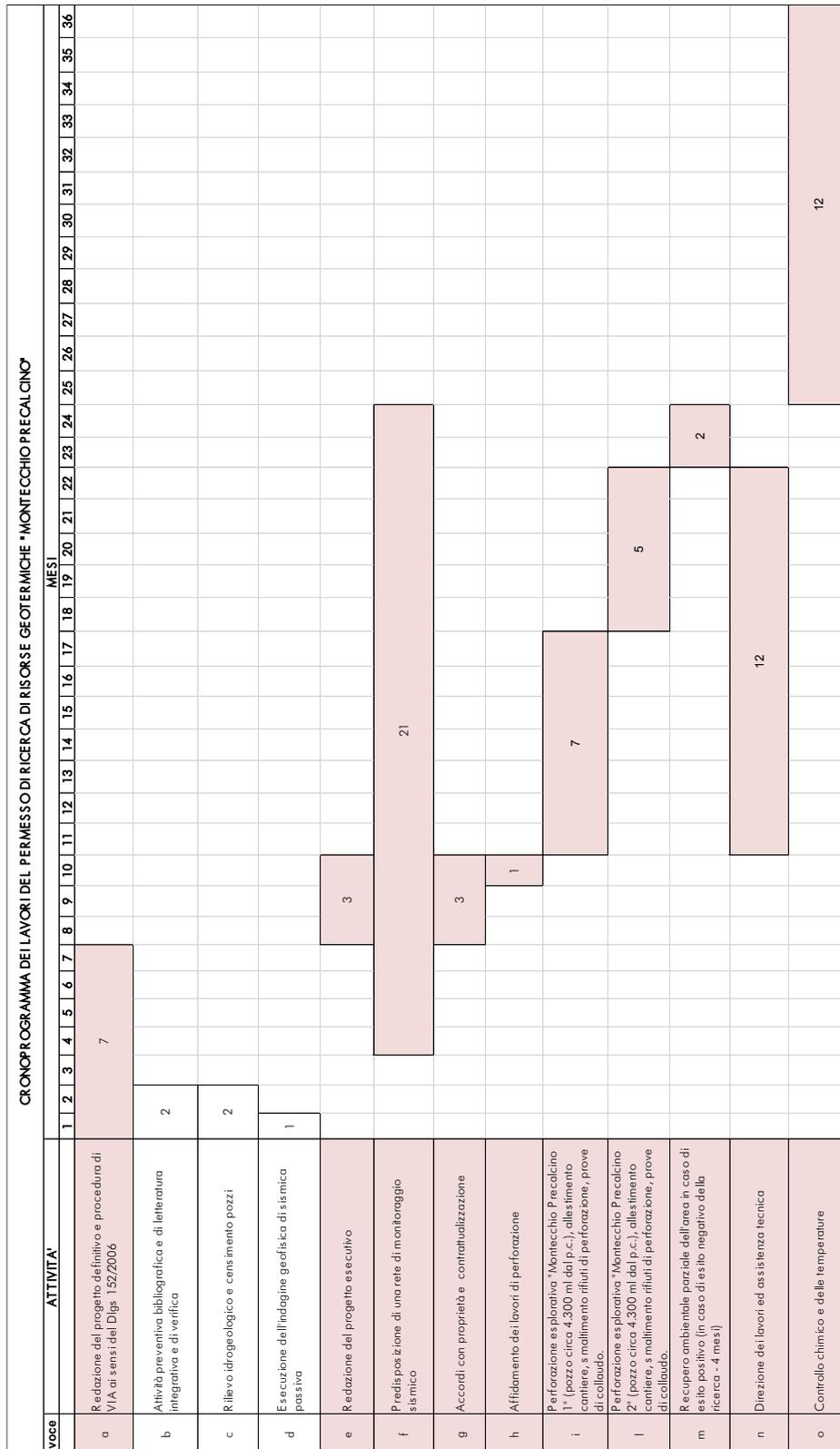


Fig. 50. Cronoprogramma delle attività previste dal progetto (in bianco le attività escluse dalla procedura di VIA con Det. n.752 del 29/9/2014 del settore VIA/VINCA Provincia di Vicenza)

Gennaio 2015

Proponente:

Lifenergy Srl
Procuratore Speciale
Francesca PIAZZINI

Progettazione:

Earth Engineering and Consulting



I Progettisti

Dott. Geol. Alessandro MURRATZU

Dott. Geol. Simone FIASCHI

Dott. Ing. Luca MENINI

Dott. Ing. Gianfranco Morelli

Collaboratori Tecnici

Dott. Geol. Laila TADDEI

Dott. Geol. Alice CIULLI

Dott. Giorgio Culivicchi

(per il rumore e le emissioni)

BIBLIOGRAFIA e Fonti utilizzate

- Agip S.p.a. – Settore Risorse Geotermiche – Servizio Produzione e Utilizzazioni, 1981. Energia - Pozzo Villaverla 1 – Interpretazione delle prove di produzione. Convenzione n.695-79-1 EGI, rapporto finale.
- Axelsson, G. and Gunnlaugsson, E., (convenors) 2000. Long-term Monitoring of high- and low- enthalpy Fields under Exploitation. *International Geothermal Association, World Geothermal Congress 2000 Short Course, Kokonoe, Kyushu District, Japan, May 2000*, 226 pp.
- Bally, A. W., Catalano, R., Oldow, J., 1985, Elementi di tettonica regionale, Pitagora Ed., Bologna
- Benderitter, Y. and Cormy, G. (1990). Possible approach to geothermal research and relative cost estimate. In: *Dickson MH and Fanelli M (eds) Small geothermal resources, UNITARRJNDP Centre for Small Energy Resources, Rome, Italy*, 61-7.
- Bertotti, G., Picotti, V., Bernoulli, D. and Castellarin, A., 1993. From rifting to drifting: tectonic evolution of the South-Alpine upper crust from Triassic to the Early Cretaceous. *Sediment. Geol.*, 86, 53-76.
- Bigi, G., Cosentino, D., Parotto, M., Santori, R., Scandone, P., 1990. Structural model of Italy. Sheet n.1. In: *Castellarin, A., Coli, M., Dal Piaz, G.V., Sartori, R., Scandone, P., Vai, G.B. (Eds), Progetto Finalizzato Geodinamica. CNR, Roma*.
- Castellaccio, E. & Zorzin, R., 2012. Acque calde e geotermia della provincia di Verona – aspetti geologici ed applicazioni. *Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona-2.serie. Sezione Scienze della Terra – N.8*.
- Castellarin, A., Cancelli, L., Fesce, A. M., Mercier, J.L., Picotti, V., Pini, G. A., Prosser, G., Selli, L., 1992, *Alpine compressional tectonics in the Southern Alps. Relationship with the N-Appennines. Annales tectonicae*, 6, pp. 62-94.
- Castellarin. A. and Cantelli, L., 2000. Neo-Alpine evolution of the Southern Eastern Alps. *J. Geodyn.*, 30, 251-274.
- Castellarin, A., Vai, G.B. and Cantelli, L., 2006. The Alpine evolution of the Southern Alps around the Giudicarie faults: a Late Cretaceous to early Eocene transfer zone. *Tectonophysics*, 476, 85-98.
- Channell J.E.T., 1996, *Paleomagnetism and paleogeography of Adria. In: Morris A., Tarlino D. H., Paleomagnetism and tectonics of the Mediterranean Region. Geol. Soc. London, Spec. Publ.*, 105, pp.119-132.
- CNR, ENEA, ENEL, ENI, AGIP, 1987. Inventario delle risorse geotermiche nazionali regione Veneto. Rapporto, Allegato A (Schede Sorgenti).
- De Vecchi, G., De Zanche, V. and Sedeà, R., 1974. Osservazioni preliminari sulle manifestazioni magmatiche triassiche nelle Prealpi Vicentine (area di Recoaro-Schio-Posina). *Boll. Soc. Geol. It.*, 93, 397-409.
- De Vecchi G., de Zanche V. & Sedeà R. (1995) – The Paleogene Basalts of the Veneto Region (NE Italy). *Mem. Sci. Geol.*, 47, 253-274.
- Dinske, C. & Shapiro S.A., 2013. Seismotectonic state of reservoirs inferred from magnitude distributions of fluid-induced seismicity. *J. Seismol.* DOI 10.1007/s10950-012-9292-9.
- Doglioni, C., and Bosellini, A., 1987. Eoalpine and mesoalpine tectonics in the Southern Alps. *Geol. Rundsch.*, 76, 735-754.
- Drigo V., 2005. L'anomalia geotermica della pianura friuliana e veneta, una ricchezza da utilizzare e conservare. *Rapporto tecnico del Collegio degli Ingegneri di Venezia*.
- Fondriest, M., Smith, S.A.F., Di Toro, G., Zampieri, D. e Mitterpergher, S., 2012. Fault zone structure and seismic slip localization in dolostones, an example from Southern Alps, Italy. *Journal of Structural Geology* 45, pp. 52-67.
- Fontana, A., Mozzi, P., Bondesan, A., 2008. Alluvial megafans in the Veneto-Friuli Plain: evidence of aggrading and erosive phases during Late Pleistocene and Holocene. *Quaternary International* 189, pp. 71-89.
- Galadini, F., Galli, P., 1999. Paleoseismology related to the dispiace Roman archeological remains at Eгна (Adige Valley, northern Italy). *Tectonophysics*, 308, 171-191.

- Galadini, F., Galli, P., Cittadini, A. and Giaccio, B., 2001. Late Quaternary fault movements in the Mt. Baldo-Lessini Mts. Sector of the Southalpine area (northern Italy). *Neth. J. Geosc.*, 80, 187-208.
- Gambillara, R., Quattrocchi, F., Massinori, M., Martin, S., 2002. Relationships between groundwater systems and tectonic structures in the western Veneto foothills. *Gruppo Italiano di Geologia Strutturale, riunione annuale 2002*. Pisa 11-12 giugno 2002.
- Hochstein, M.P., 1990. Classification and assessment of geothermal resources. In: *Dickson MH and Fanelli M. (eds) Small geothermal resources, UNITAR/UNDP Centre for Small Energy Resources*, Rome, Italy, 31-59.
- Longinelli, A., Selmo, E., 2003. Isotopic composition of precipitation in Italy: a first overall map. *J. Hydrol.* 270, pp. 75-88.
- Longinelli, A., Anglesio, E., Flora, O., Iacumin, P., Selmo, E., 2006. Isotopic composition of precipitation in Northern Italy: reverse effect of anomalous climatic events. *J. Hydrol.* 329 (3-4), 471-476.
- Marton, E., Zampieri, D., Kazmer, M., Dunkl, I., Frisch, W., 2011. New Paleocene-Eocene paleomagnetic results from the foreland of the Southern Alps confirm decoupling of stable Adria from the African plate. *Tectonophysics* 505, pp. 89-99.
- Mozzi, P., 2005. Alluvial plain formation during the Late Quaternary between the southern Alpine margin and the Lagoon of Venice (northern Italy). *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria (Suppl.7)*, pp 219-230.
- Mucciarelli, M., 2013. Sismicità indotta da attività antropiche e rischio derivante. Articolo in stampa su *Ingegneria Sismica*, Padron editore, bologna.
- MUST, 1997. Geomorphological Map of Po Plain. SELCA, Florence, Italy.
- Muffler, L.J.P., and Cataldi, R., 1978. Methods for regional assessment of geothermal resources: *Geothermics* (in press).
- Nicholson, K, 1993. *Geothermal fluids*. Springer Verlag, Berlin, 1993, XVIII – 264 pp.
- Ortolani, F., Buonomo, V., Petrocelli, G., Pagliuca, S., 2012. Terremoti e attività petrolifere. www.distar.unina.it.
- Pieri M., Groppi, G., 1981, *Subsurface geological structure of the Po plain, Italy*. Prog. Finalizzato geodinamica C.N.R., Publ., 414.
- Pilli, A., Sapigni, M., Zuppi, G.M., 2012. Karstic and alluvial aquifers: a conceptual model for the plain – prealps system (northeastern Italy). *Journal of Hydrology* 464 – 465, pp. 94-106.
- Pola, M., Fabbri, P., Piccinini, L. e Zampieri, D., 2013. A new hydrothermal conceptual and numerical model of the Euganean Geothermal System – NE Italy. *Rend. Soc. Geol. It.*, Vol. 24, pp. 251-253.
- Pontron, M., Venturini, C., 2000. *La strutturazione post-ercinica delle Alpi e Prealpi Carniche e Giulie*. In: Caruli G.B., Guida alle escursioni dell'80° Riunione Estiva S.G.I., Univ. Trieste.
- Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) della Provincia di Vicenza. Approfondimento tematico Aspetti Geologici. Allegato alla Relazione del PTCP.
- Rinaldo, A., Altissimo, L., Putti, M., Passadore, G., Monego, M., Sottani, A., 2008. Modello matematico di flusso nei sistemi acquiferi dei territori dell'autorità d'ambito territoriale ottimale "A.T.O. Brenta", pp. 1-91.
- Rybach L., 2007. La Geotermia – ieri, oggi, domani, numero speciale del notiziario U.G.I. allegato al n. 1-2/2007 di "Geologia Tecnica & Ambientale", 27-75, Pisa.
- Rossato, S., Monegato, G., Mozzi, P., Cucato, M., Gaudio, B., Miola, A., 2013. Late Quaternary glaciations and connection to the piedmont plain in the prealpine environment: The middle and lower astico valley (NE Italy). *Quaternary International* 288, pp. 8-24.
- Sassi, F. P. & Zanettin, B., 1980, schema degli eventi metamorfici e magmatici nelle Alpi orientali, *Rendiconti Soc. Italiana di Mineralogia e Petrologia*, 36 (1), 1980: pp. 3-7.
- Santoni, R., Franciosi, R., 2009. Mesozoic extension and Cenozoic compression in po Plain and Adriatic foreland. *Rendiconti Online della Società Geologica Italiana* 9, 28-31.
- Schönborn, G., 1992. Alpine tectonics and kinematic models of the Central Southern Alps., 44, 229-393.
- Sighinolfi, G.P., Gorgoni, C., Martinelli, G., Sorbini, L., 1982. Indagine geochemica preliminare sulle acque del sistema termale veronese. *Energia geotermica, CNR, Prog. Fin. Energia*, 3: 13-20, Roma.

- Suckale, J., 2010. Moderate-to-large seismicity induced by hydrocarbon production. *Special Section: Microseismic, The Leading Edge*, pp. 310-319.
- Tanzini, M., 2010. Manuale Geotecnico – Vol.1. Dario Flaccovio Editore.
- Valoroso, L., Improta, L., Chiaraluce, L., Di Stefano, R., Ferranti, L., Govoni, A. and Chiarabba, C., 2009. Active faults and induced seismicity in the val d'Agri area (Southern Appenines, Italy). *Geophys. J. Int.*, 178, 488-502.
- Viganò, A., Scafidi, D., Martin, S., Spallarossa, D., 2013, *Structure and properties of the Adriatic crust in the central-eastern Southern Alps (Italy) from local earthquake tomography*, Terra Nova, 0, 1-9.
- Viganò, A., Bressan, G., Ranalli, G., Martin, S., 2008. Focal mechanism inversion in the Giudicarie-Lessini seismotectonic region (Southern Alps, Italy): insights on tectonic stress and strain. *Tectonophysics* 460, pp. 106-115.
- Viganò, A., Scafidi, D., Martin, S., Spallarossa, D., 2013, *Structure and properties of the Adriatic crust in the central-eastern Southern Alps (Italy) from local earthquake tomography*, Terra Nova, 0, 1-9.
- White, D.E., Muffler, L.J.P., and Truesdell, A. H., 1971. Vapour-dominated hydrothermal systems compared with hot-water systems. *Econ. Geol.*, v.66, p. 75-97.
- Zampieri, D., 2000. Segmentation and linkage of the Lessini Mountains normal faults, Southern Alps, Italy. *Tectonophysics* 319, pp. 19-31.
- Zampieri, D., fabbri, P., Pola, M., 2009. Structural constrains to the Euganean Geothermal Field (NE Italy). *Rendiconti online Soc. Geol. It. V. 5*: 238-240, 3 ff.
- Zuppi, G.M., Bortolami, G.C., 1982. Hydrogeology: a privileged field for environmental stable isotopes applications; Italian examples. *Rend. Soc. It. Min. Petr.* 38, 1197-1212.

Siti internet

- Geoportale Regione Veneto
<http://www.regione.veneto.it/Ambiente+e+Territorio/Territorio/Sistema+Informativo+Territoriale+e+Cartografia/Accedi+al+GeoPortale.htm>
- Geoportale Provincia di Vicenza
<http://geoportale.provincia.vicenza.it/>
- Balocchi P., 2012, Regime dello stress tettonico attuale della microplacca Adria (Pianura Padana-Veneta), GeoBlog
<http://georcit.blogspot.it/2012/12/regime-dello-stress-tettonico-attuale.html>.
- Sito Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale - ISPRA
<http://sgi.isprambiente.it/>
- Ufficio nazionale Minerario per gli idrocarburi e le Georisorse – UNMIG <http://unmig.sviluppoeconomico.gov.it/>
- Visibilità dei Dati afferenti all'attività di Esplorazione Petrolifera in Italia – VIDEPI <http://unmig.sviluppoeconomico.gov.it/videpi/>
- Autorità d'Ambito Territoriale Ottimale (A.A.T.O. Bacchiglione)
http://www.atobacchiglione.it/copy_of_ente/territorio/il-consorzio-a-a-t-o-bacchiglione
- ISIDe (Italian Seismological Instrumental and Parametric Data-basE)
<http://iside.rm.ingv.it/iside/standard/index.jsp>
- ITHACA (ITaly HAZard from CApable faults)
<http://www.isprambiente.gov.it/progetti/ithaca-catalogo-delle-faglie-capaci>
- Istituto nazionale di Geofisica e Vulcanologia – INGV - Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2011 | CPT111 & Database Macrosismico dei Terremoti Italiani 2011 | DBM111
<http://emidius.mi.ingv.it/>