


VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE PER
REALIZZAZIONE DI POZZI GEOTERMICI E DI UNA
CENTRALE ORC PER PRODUZIONE DI ENERGIA
ELETTRICA NEL COMUNE DI JOLANDA DI SAVOIA (FE)
PROGETTO POLA

**PROGRAMMA GEOLOGICO DI
PERFORAZIONE DEI POZZI
GEOTERMICI**

SOCIETÀ RICHIEDENTE  GEOTERMIA ZERO EMISSION ITALIA SRL Sede legale: via Maurizio Gonzaga 2, Milano PEC: Geotermia.italia@legalmail.it		TECNICO INCARICATO  IdroGeo Service srl via S. Pellico, 14/16 - 50052 Certaldo (Firenze) Italia tel e fax +39 0571 651312 info@idrogeosrl.it - www.idrogeosrl.it
TITOLO ELABORATO Programma geologico		
DATA DICEMBRE 2022	RIF. FILE -	SCALA -

0A	29/12/2022	PRIMA EMISSIONE	A.C.	A.M.	A.M.
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	ESAMINATO	ACCETTATO

Il presente disegno è aziendale. La società tutela i propri diritti a termine di legge./ This file is company property. Company lawfully all rights.

Committente: Geotermia Zero Emission Italia srl



**REGIONE EMILIA ROMAGNA
COMUNE DI JOLANDA DI SAVOIA (FE)**

Concessione di risorse geotermiche "POLA"

Valutazione di Impatto Ambientale

*Progetto per la realizzazione di pozzi geotermici e di
una centrale ORC per produzione di energia elettrica*

**PROGRAMMA GEOLOGICO DI PERFORAZIONE
DEI POZZI GEOTERMICI**

DICEMBRE 2022

Indice

1.	PREMESSA	1
2.	UBICAZIONE.....	1
3.	ASSETTO GEOLOGICO E GEOLOGICO STRUTTURALE.....	4
4.	SCOPO DELLE PERFORAZIONI GEOTERMICHE	8
5.	POTENZIALITÀ GEOTERMICHE	9
6.	DEFINIZIONE GEOMETRICA DELLA STRUTTURA ED OBIETTIVI PERFORAZIONI GEOTERMICHE.....	9
7.	CAMPIONATURA	12
8.	CONTROLLO MANIFESTAZIONI	12
9.	REGISTRAZIONI ELETTRICHE.....	12
10.	STUDI PREVISTI.....	12
11.	DIFFICOLTÀ DI PERFORAZIONE.....	12
12.	POZZI DI RIFERIMENTO GIA' PEROFRATI NELL'AREA DI CIONCESSIONE	12
13.	CARATTERISTICHE IMPIANTO	13
	PROGRAMMA GEOLOGICO DEI POZZI GEOTERMICI	15
14.	PROGRAMMA GEOLOGICO POZZO CORTE VITTORIA 1 (Cv1 ST Dir A)	15
14.1.	Dati generali Pozzo.....	15
14.2.	Profilo litologico previsto	15
15.	PROGRAMMA GEOLOGICO POZZO CORTE VITTORIA 2 (Cv2 Dir).....	18
15.1.	Dati generali Pozzo.....	18
15.2.	Profilo litologico previsto	18
16.	PROGRAMMA GEOLOGICO POZZO CORTE VITTORIA 3 (Cv3 Dir).....	19
16.1.	Dati generali Pozzo.....	19
16.2.	Profilo litologico previsto	19
17.	PROGRAMMA GEOLOGICO POZZO CORTE VITTORIA 1-BIS (Cv1-BIS)	20
17.1.	Dati generali Pozzo.....	20
17.2.	Profilo litologico previsto	20
18.	PROGRAMMA GEOLOGICO POZZO CORTE VITTORIA 4 (Cv4 Dir).....	21
18.1.	Dati generali Pozzo.....	21
18.2.	Profilo litologico previsto	21
19.	PROGRAMMA GEOLOGICO POZZO CORTE VITTORIA 5 (Cv5 Dir).....	22
19.1.	Dati generali Pozzo.....	22
19.2.	Profilo litologico previsto	22
20.	PROGRAMMA GEOLOGICO POZZO CORTE VITTORIA 6 (Cv6 Dir).....	23
20.1.	Dati generali Pozzo.....	23
20.2.	Profilo litologico previsto	23

1. PREMESSA

Il presente documento tecnico, redatto su incarico della Società proponente GEOTEMIA ZERO EMISSION ITALIA SRL (di seguito GZEI), costituisce programma geologico di perforazione dei pozzi geotermici previsti nel progetto geotermico Concessione Geotermica POLA.

L'area di progetto si localizza nella porzione est della Regione Emilia-Romagna, in provincia di Ferrara, nel Comune di Jolanda di Savoia in Località Bologna.

L'obiettivo del progetto geotermico è la produzione di energia elettrica, con realizzazione di una centrale a zero emissioni in atmosfera, con utilizzo di acque calde prelevate da 3 pozzi di presa (Cv4-Cv5 e Cv6) e reimmesse nel sottosuolo con 3 pozzi di resa (Cv1-Cv2-Cv3 e opzionale Cv1-bis nel caso in cui non risulti possibile effettuare work-over sul pozzo esistente Cv1). I pozzi, tutti deviati ad eccezione dell'esistente Cv1, raggiungeranno profondità verticale massima attesa di 6.200 m. Il target del serbatoio geotermico risulta lo sfruttamento delle acque calde contenute dalla formazione dolomia fino alle termometamorfositi di f.f. (per spessore minimo di 700 m) che, per caratteristiche litologiche esclude l'insacco di subsidenza indotta dall'emungimento. Le temperature misurate all'interno del pozzo Cv1 sono di 138°C (calcolata a 3820 m circa di profondità) e di 143 °C misurata a fondo pozzo. Per lo sviluppo del progetto si considera la temperatura di 145°C a circa 6200 m.

Riportiamo nei paragrafi a seguire il programma geologico per ogni pozzo geotermico in progetto rimandando, per tutti i dettagli tecnici di perforazione, agli elaborati specialistici allegati alla presente documentazione (02_Progetto – 02 B POZZI GEOTERMICI).

2. UBICAZIONE

L'area di progetto si localizza nella porzione est della Regione Emilia-Romagna, in provincia di Ferrara, nel Comune di Jolanda di Savoia, in prossimità di loc. Bologna.

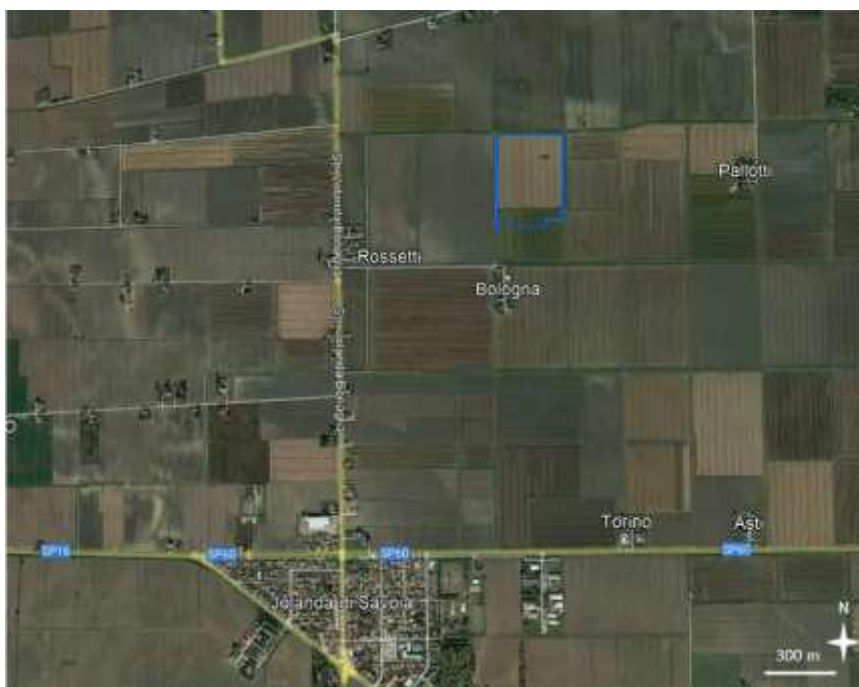


Figura 1. Ubicazione postazione di progetto

PROGRAMMA GEOLOGICO PER IL SONDAGGIO CORTE VITTORIA 1

Le teste pozzo delle perforazioni geotermiche si localizzano all'interno della stessa postazione di progetto di Figura 1, in tre diverse piazzole di perforazione.

Il cluster sarà composto da 6 pozzi (Cv1, Cv2, Cv3, Cv4, Cv5, Cv6) più 1 pozzo opzionale (Cv1-bis) da utilizzare in caso il workover del pozzo esistente Cv1 non sia realizzabile.

Le attività di perforazione saranno svolte utilizzando 2 impianti di perforazione, della stessa tipologia, in contemporanea. Gli impianti di perforazione prescelti saranno del tipo PERGEMINE DRILLMEC MAS8000.

La postazione è stata progettata per eseguire un intervento di Workover sul pozzo esistente Cv1 e di realizzare altre 2 piazzole di perforazione con 3 pozzi ciascuna.

La prima piazzola serve per l'intervento di Workover e sarà denominato pozzo "Cv1 ", la piazzola posizionata a sud ospiterà i pozzi di presa "Cv4, Cv5, Cv6", mentre quella posizionata a ovest ospiterà i pozzi di resa "Cv1-bis (opzionale), Cv2, Cv3" (Figura 2).

I doppietti di pozzi saranno perforati secondo il seguente ordine:

- Realizzazione del Cv1 in contemporanea al Cv4;
- Realizzazione del Cv3 in contemporanea al Cv5;
- Realizzazione del Cv2 in contemporanea al Cv6;
- Per ultimo e solo qualora sorgano problemi nella riapertura del Cv1, sarà perforato il Cv1-bis.

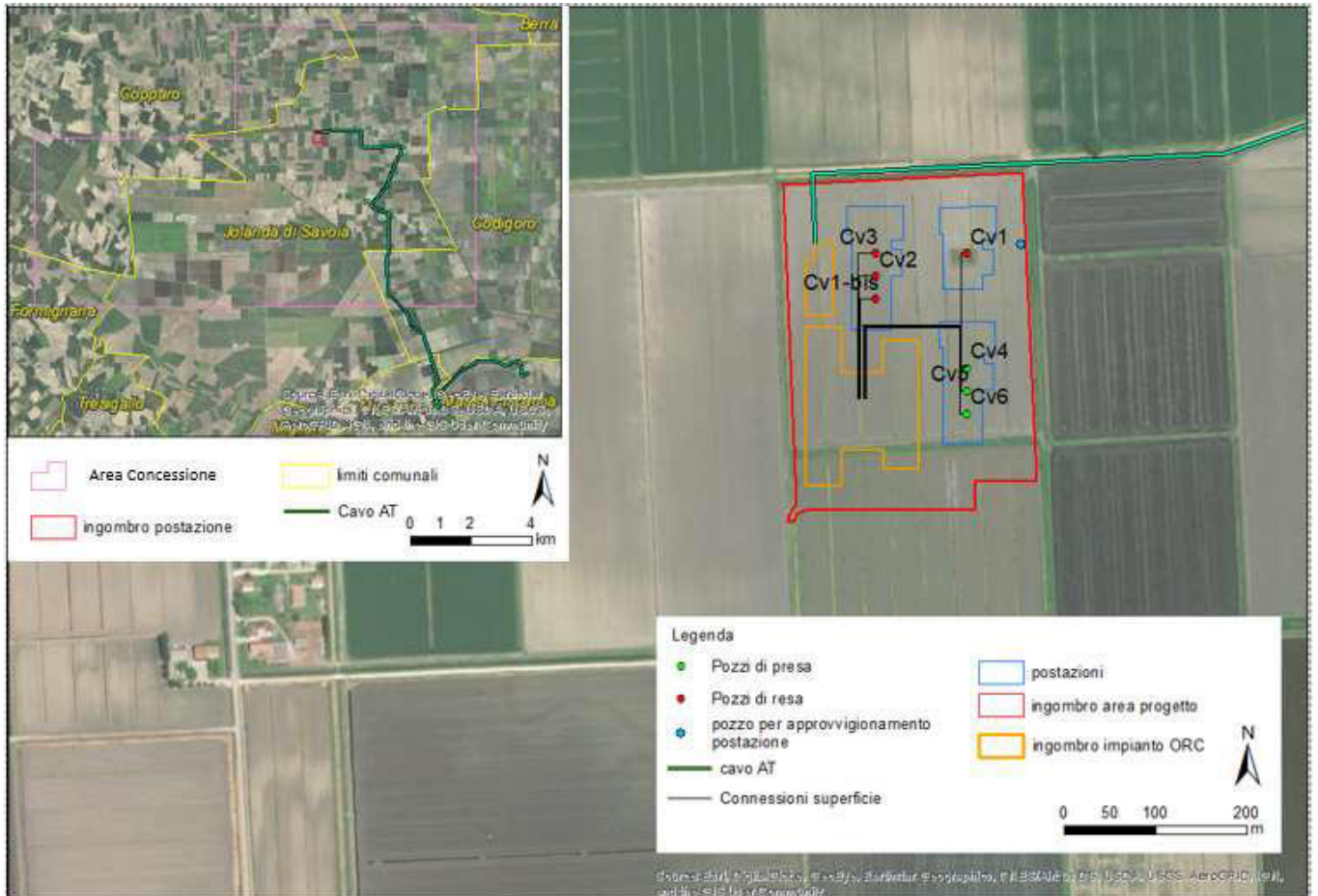


Figura 2. Layout teste pozzo e postazioni di perforazione

PROGRAMMA GEOLOGICO PER IL SONDAGGIO CORTE VITTORIA 1

Di seguito riportiamo le coordinate dei pozzi geotermici.

Opere	id	WGS84-ETRF89		GAUSS-BOAGA-RETTILINEE	
		X=EST	Y=NORD	X=EST	Y=NORD
Pozzi geotermici	Cv1	11°59'14,18"E	44°54'5.76"N	1.735.876,48	4.976.382,53
	Cv3	11°59'9,63"E	44°54'5,99"N	1.735.776,48	4.976.382,53
	Cv2	11°59'9,58"E	44°54'5,07"N	1.735.776,48	4.976.357,53
	Cv1-BIS	11°59'9,54"E	44°54'4,29"N	1.735.776,48	4.976.332,53
	Cv4	11°59'13,97"E	44°54'1,70"N	1.735.876,48	4.976.256,96
	Cv5	11°59'13,93"E	44°54'0,89"N	1.735.876,48	4.976.231,96
	Cv6	11°59'13,89"E	44°54'0,08"N	1.735.876,48	4.976.206,96

Tabella 1. Coordinate pozzi geotermici

I pozzi saranno deviati in profondità. La proiezione in superficie dei tratti deviati in profondità dei singoli pozzi è quella di Figura 3.

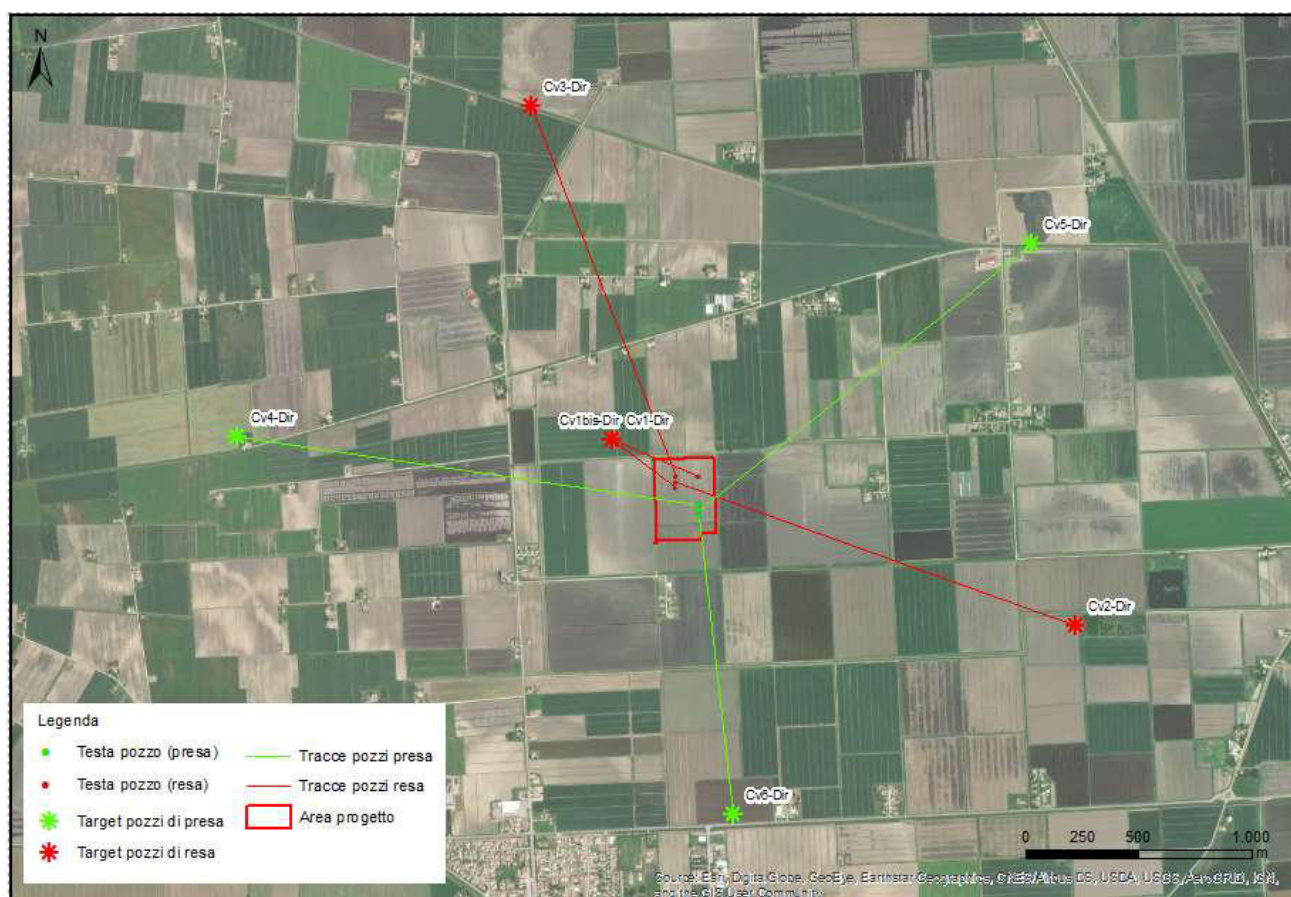


Figura 3. Proiezione in superficie delle deviazioni in profondità dei pozzi di presa e resa.

Le coordinate del target top del serbatoio geotermico sono riportate nella tabella a seguire.

	GAUSS-BOAGA		WGS_1984_UTM_Zone_32N	
Cv1-Dir	1735496,36	4976547,28	735464,44	4976529,26
Cv3-Dir	1735134,18	4978016,35	735102,26	4977998,31
Cv2-Dir	1737534,08	4975721,95	737502,13	4975703,97
Cv1-BIS-Dir	1735496,36	4976547,28	735464,44	4976529,26
Cv4-Dir	1733842,41	4976557,58	733810,52	4976539,56
Cv5-Dir	1737342,05	4977412,20	737310,09	4977394,18
Cv6-Dir	1736026,04	4974893,02	735994,12	4974875,05

3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOLOGICO STRUTTURALE

La Pianura Padana può essere considerata, in generale, come un'area di avanfossa che si è originata per la subduzione verso ovest della microplacca padano-adriatica al di sotto dell'orogene appenninico. La microplacca padano-adriatica, è delimitata dal fronte degli accavallamenti sud alpini a Nord e dinarici ad Est.

La subduzione verso Ovest, in direzione opposta al flusso del mantello, provoca l'arretramento verso Est della placca in subduzione. Questo fenomeno (slab retreat) è responsabile della progressiva migrazione del sistema catena-avanfossa verso l'avampaese ed in parte della subsidenza a cui è sottoposta l'intera area (e.g., Royden, 1988; Doglioni, 1991; Scrocca et al., 2007).

Nella parte meridionale della Pianura Padana, al di sotto della spessa copertura plio-pleistocenica, è ubicato il fronte dell'Appennino settentrionale, che non coincide con il fronte morfologico della catena. Tale fronte è costituito da un sistema a pieghe e sovrascorrimenti di età terziaria sviluppatosi al tetto della zona di subduzione (e.g., Pieri & Groppi, 1981; Bigi et al., 1992; Boccaletti et al., 2004; Cuffaro et al., 2010; Fantoni & Franciosi, 2010; Boccaletti et al., 2011; Livani et al., 2018)).

I dati geologici attualmente disponibili sulle strutture sepolte della Pianura Padana derivano principalmente dai rilievi di sismica a riflessione, realizzati per la ricerca degli idrocarburi negli ultimi decenni (e.g., Pieri & Groppi, 1981; Pieri, 1983; Fantoni & Franciosi, 2010; Ghielmi et al., 2010). Tale dati mostrano che le strutture tettoniche associate al fronte dell'Appennino settentrionale non presentano un andamento lineare, ma si organizzano in tre grandi archi:

- 1) l'arco del Monferrato è il più occidentale, collocato tra Torino ed Alessandria;
- 2) l'arco delle Pieghe Emiliane, che si estende a nord di Piacenza;
- 3) l'arco delle Pieghe Ferraresi-Romagnole, che si estende fino a nord di Ferrara.

In particolare, l'arco delle Pieghe Ferraresi-Romagnole, attivo principalmente dal Pliocene superiore al Pleistocene, rappresenta l'elemento strutturale più esterno dell'Appennino settentrionale sovrascorso sulla monoclinale pedealpina immergente verso sud-ovest. Tale risulta costituito da un complesso di strutture che può essere suddiviso in tre gruppi minori: le Pieghe Ferraresi, che sono quelle più esterne, le pieghe Romagnole, collocate verso l'interno della catena, e, infine, le Pieghe Adriatiche, situate tra le Pieghe Romagnole e la monoclinale Adriatica. Il progetto geotermico "POLA" si colloca nel settore più esterno delle Pieghe Ferraresi (Figura 4).

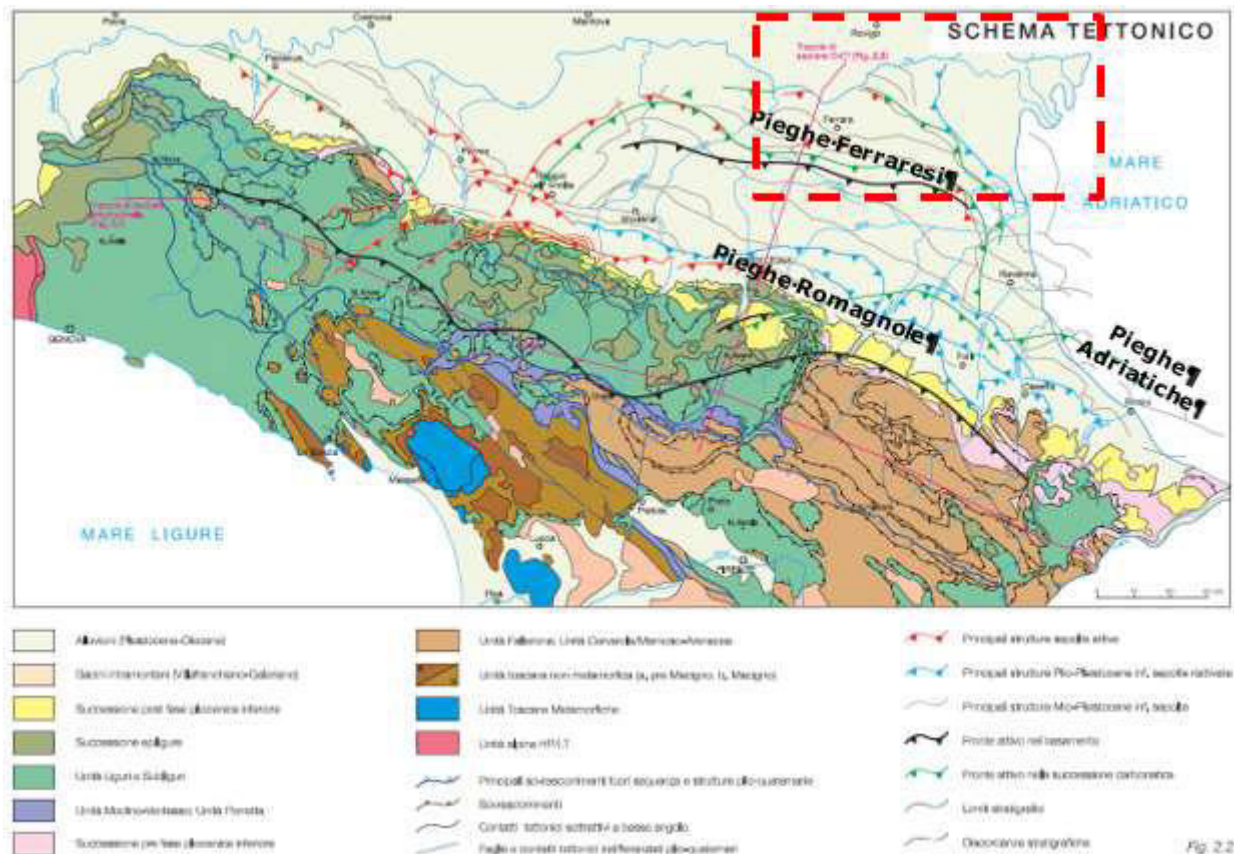


Figura 4. Schema tettonico della regione Emilia-Romagna (Boccaletti et al., 2004); la traccia C-C' individua la sezione geologica riportata in figura 2. Il riquadro rosso a tratteggio identifica l'area in studio in cui è collocata l'area del progetto "POLA".

Il bacino Padano è riempito da una spessa coltre di sedimenti clastici sin-tettonici, di età prevalentemente pliocenica e pleistocenica (Figura 4 e Figura 5). Sebbene la fase principale di compressione sia iniziata nel Messiniano, i primi sedimenti clastici si sono depositi nell'Oligocene superiore, con una provenienza principale dalle Alpi meridionali.

I depositi sin-tettonici di margine attivo poggiano su unità carbonatiche di età mesozoica e terziaria inferiore di margine passivo (Figura 5), costituite prevalentemente da rocce calcaree e dolomitiche il cui ambiente deposizionale varia da piana di marea-mare poco profondo fino a mare profondo. La base della successione stratigrafica è invece costituita dal basamento ercinico e da formazioni continentali e di piattaforma del Permiano e del Triassico inferiore-medio, a cui si intercalano talora corpi vulcanici intra-sedimentari.

PROGRAMMA GEOLOGICO PER IL SONDAGGIO CORTE VITTORIA 1

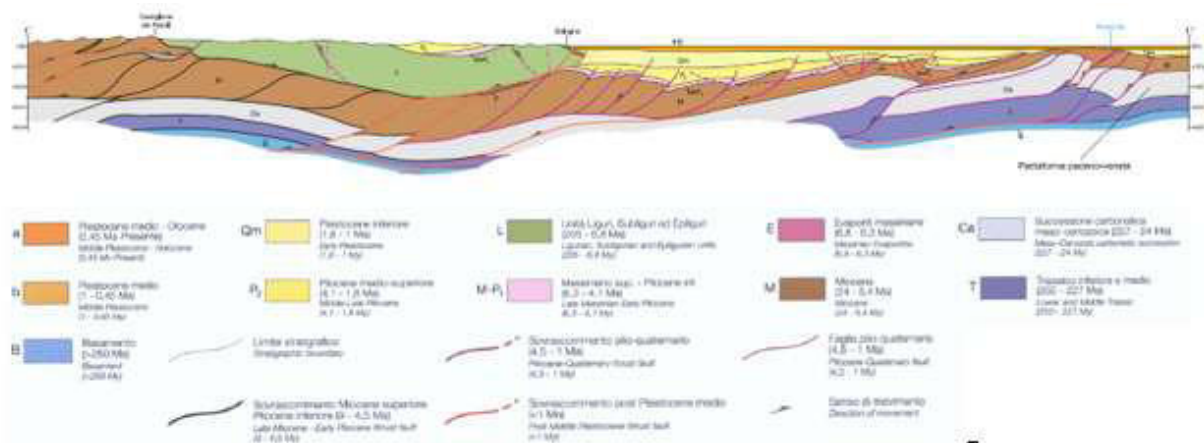


Figura 5. Sezione geologica regionale attraverso l'arco delle Pieghe Ferraresi-Romagnole (Boccaletti et al., 2004); l'ubicazione della sezione è indicata dalla traccia C-C' nella figura 3.

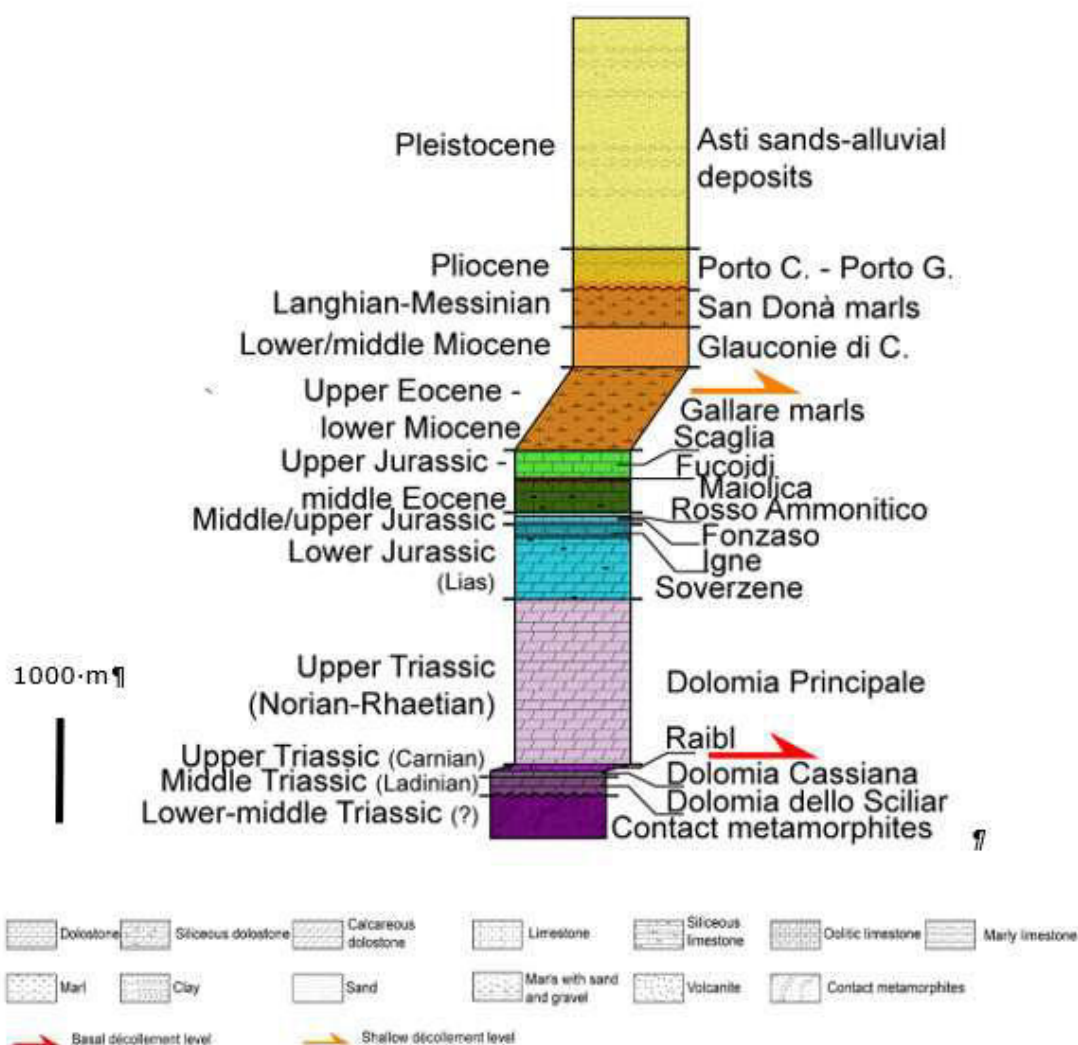


Figura 6. Colonna stratigrafica sintetica del settore delle Pieghe Ferraresi-Romagnole (modificato da Livani et al., 2018). Sono evidenziati i principali livelli di scollamento (rosso per lo scollamento basale e arancione per quello superficiale).

La deformazione del settore padano dell'Appennino settentrionale ha avuto inizio nel Messiniano, con una fase di particolare intensità nel corso del Pliocene, ma l'insieme delle evidenze geologiche e geofisiche disponibili documenta in modo chiaro la perdurante attività di diverse fasce di sovrascorrimenti. Tale attività recente risulta associata ad un regime tettonico compressivo con un sigma 1 orientato circa NNE-SSW,

PROGRAMMA GEOLOGICO PER IL SONDAGGIO CORTE VITTORIA 1

provato da breakout di pozzo (Montone et al., 2004, 2012), meccanismi focali (Boccaletti et al., 2004; Pondrelli et al., 2006; Calderoni et al., 2009; Vannoli et al., 2015; Martelli, 2017) e dati sismologici (Castello et al., 2006; ISIDE Working Group, 2007; Rovida et al., 2022; Latorre et al., 2023). Analisi del capo di deformazione derivati da geodesia spaziale (e.g., Devoti et al. 2008; Cuffaro et al., 2010) mostrano tassi di raccorciamento di qualche mm/a.

L'assetto strutturale dell'area in esame, illustrato in Figura 7, è caratterizzato dalla presenza di pieghe e sovrascorrimenti sepolti (ben evidenti nella porzione SW del profilo di figura sottostante) connessi con la propagazione del fronte orogenico appenninico sulle unità dell'Avampaese padano (presente al margine NE del profilo).

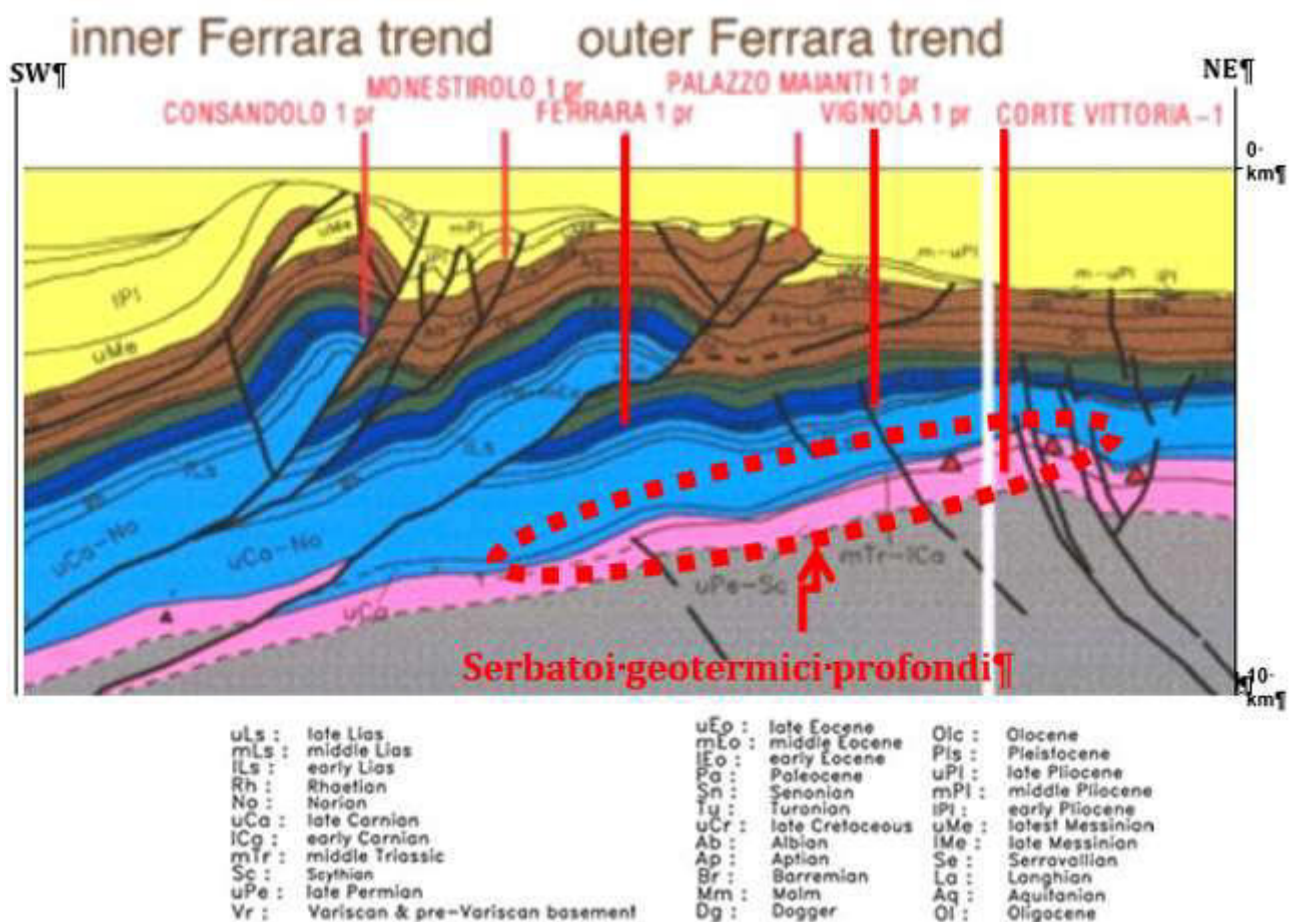


Figura 7. Profilo geologico attraverso l'area in esame (da Fantoni e Franciosi, 2009). I termini prevalentemente silicoclastici e terrigeni Oligo-Miocenici sono in marrone mentre quelli Plio-Pleistocenici sono colorati in giallo. I livelli carbonatici del Triassico superiore - Eocene sono rappresentati in azzurro, blu, e verde. I depositi del Permiano-Triassico medio in fuxia e il basamento in grigio.

Dal punto di vista stratigrafico, il bacino Padano è riempito da una spessa coltre di sedimenti terrigeni e silico-clastici di età prevalentemente neogenica (in giallo e marrone in Figura 7). Tali depositi sin-tettonici di margine attivo, collegati agli orogeni alpino ed appenninico, poggiano su unità carbonatiche di età mesozoica e terziaria inferiore di margine passivo, costituite prevalentemente da rocce calcaree e dolomitiche, il cui ambiente deposizionale varia da piana di marea-mare poco profondo fino a mare profondo (in verde, blu e azzurro in Figura 7).

La base della successione stratigrafica è invece costituita dal basamento ercinico (in grigio in Figura 6) e da formazioni continentali e di piattaforma del Permiano e del Triassico inferiore-medio (in fuxia in Figura 7), a cui si intercalano talora corpi vulcanici intra-sedimentari (triangoli rossi in Figura 7).

L'insieme dei dati di pozzo e sismici disponibili documenta la presenza di alcuni acquiferi di potenziale interesse geotermico (e.g., Ghezzi et al., 2005; Bencini et al., 2011; Pilli et al., 2012; Pasquale et al., 2013). Prescindendo dagli acquiferi superficiali rinvenuti nei depositi plio-pleistocenici (e.g., RER & ENI-Agip, 1998; Bencini et al., 2011), i principali acquiferi profondi identificati sono ospitati nelle unità dolomitiche e termometamorfiche di interesse per il progetto geotermico in oggetto.

4. SCOPO DELLE PERFORAZIONI GEOTERMICHE

Scopo delle perforazioni geotermiche è intercettare il serbatoio geotermico dalla dolomia alle termometamorfositi di f.f. (per spessore minimo di 700 m). Le temperature misurate all'interno del pozzo Cv1 sono di 138°C (calcolata a 3820 m circa di profondità) e di 143 °C misurata a fondo pozzo. Per lo sviluppo del progetto è stata assunta la temperatura di 145°C a circa 6200 m.

L'intervallo stratigrafico di età Triassico superiore - Cretacico inferiore (in azzurro in Figura 7) è rappresentato da un elevato spessore di rocce calcaree e dolomitiche e costituisce un vasto acquifero a pressione idrostatica normale al di sotto del settore padano-veneto (Ghezzi et al., 2005; Bencini et al., 2011; Pilli et al., 2012; ICHESE, 2014). Tali unità, pur avendo una bassa porosità primaria, sono infatti dotate di una significativa permeabilità sia orizzontale che verticale documentata da diversi pozzi profondi (e.g., Casaglia 1, Corte Vittoria 1, Ferrara 1, Rodigo 1, Vicenza 1) per la diffusa presenza di fratture. Ad esempio, fluidi geotermici estratti e re-iniettati da questo serbatoio geotermico sono utilizzati per la rete di teleriscaldamento di Ferrara. In particolare, il fluido geotermico viene prodotto dai pozzi "Casaglia 2" e "Casaglia 3" (open-hole dagli 890 ai 1950 metri). Dopo l'estrazione, il fluido geotermico circola in uno scambiatore di calore, viene filtrato e re-iniettato nel pozzo "Casaglia 1" (open hole da 1119 metri a 1950 metri) ad una distanza di 1 km dai pozzi produttori. La massima portata re-iniетtabile è fissata in 400 m³/h. Dal 1995 al 2012 sono stati estratti ed iniettati in totale 36 Mm³ di acqua. Dall'inizio della produzione, la temperatura del fluido prodotto e le pressioni di produzione/re-iniezione non hanno presentato variazioni significative (ICHESE, 2014). Le sottostanti formazioni di piattaforma carbonatica e continentali (localmente interessate da fenomeni di termometamorfismo) del Permiano - Triassico inferiore-medio, e le vulcaniti ad esse localmente intercalate sono state intercettate da alcuni pozzi profondi (e.g., Corte Vittoria 1; Villaverla 1; Amanda 1 (area marina); Legnaro 1). Tali formazioni, pur presentando eteropie laterali di facies e variazioni di spessore dove incontrate dai pozzi, rappresentano un ulteriore acquifero di notevole interesse geotermico.

Tali informazioni denotano la presenza di un serbatoio a carattere regionale, già sfruttato da 30 anni, nella parte superiore, per il teleriscaldamento di Casaglia ed interessato da ricerche, nelle porzioni più profonde, da un ulteriore permesso di ricerca "San Giovanni" attivo nel territorio Comunale di Ostellato.

5. POTENZIALITÀ GEOTERMICHE

Data la presenza nell'area di progetto del pozzo profondo denominato Corte Vittoria 1, realizzato nei primi anni '90 da Agip e risultato sterile ai fini delle ricerche di oil & gas, del quale è stato possibile reperire ogni informazione pubblica e non pubblica, tramite acquisto del data package dei dati di pozzo presso Eni da parte della Società proponente, nonché dall'interpretazione di linee sismiche eseguite sempre da Agip per gli stessi scopi e dei quali è stato possibile acquisire i row data presso Eni, in quanto dati ricadenti all'interno del Permesso di Ricerca di risorse geotermiche "Pola", è stato possibile individuare e accertare la presenza di un serbatoio geotermico a partire dalla profondità di 5390 m e spessore di fondo pozzo minimo di 700 m. L'interpretazione delle linee sismiche, calibrata con i dati del pozzo esistente Corte Vittoria 1, ha consentito di modellare la variabilità laterale e la geometria dell'andamento geologico strutturale che caratterizza l'area di intervento, come meglio esplicitato al capitolo dedicato.

Le temperature misurate e calcolate nel pozzo Corte Vittoria 1 mostrano una temperatura di 145°C ed una fratturazione elevata, con segnalate perdite di circolazione, e presenza di acqua salata negli orizzonti di interesse. Il prelievo di una carota di fondo pozzo (Figura 20) ha permesso l'individuazione della presenza di calcite a 6.107 m che presenta un carbonio di derivazione organica o magmatica, ed un ossigeno formatosi in condizioni di termalismo piuttosto elevato (tra 160°C e 190°C).

Poiché la quota della postazione individuata per i pozzi di produzione è di -1,85 m s.l.m., il livello statico dei pozzi si attesterà intorno alla profondità del p.c., con leggera artesianità.

In presenza di fratture produttive nelle rocce del serbatoio, come evidenziato dalle perdite di circolazioni registrate a fondo pozzo da 5844 m a 5958 m (con presa batteria), da 5952 m a 5960 m e da 6100 m, è possibile prevedere una portata complessiva fino a circa 500 kg/s (per 3 pozzi di produzione), con porosità di 25mD, in grado di generare un disturbo di pressione lieve cioè inferiore a 30 bar ritenuto non significativo per lo scenario geologico, sismico e geotermico proposto.

6. DEFINIZIONE GEOMETRICA DELLA STRUTTURA ED OBIETTIVI PERFORAZIONI GEOTERMICHE

La geometria delle strutture e la definizione degli obiettivi di perforazione sono stati definiti grazie alla realizzazione del modello geologico 3D di sottosuolo.

I principali output del modello geologico 3D hanno restituito le Mappe Strutturali relative:

- alle isobate delle principali superfici stratigrafico/formazionali;
- alle isobate relative al piano di faglia inversa che disloca il basamento e parte della successione Permo-Triassica;
- alle isopache della successione Permo-Triassica.

Le mappe strutturali saranno commentate anche in relazione all'ubicazione dei "target" di fondo pozzo del campo pozzi esplorativo in progetto.

La Figura 8 e la Figura 9 mostrano i layer principali del modello geologico 3D.

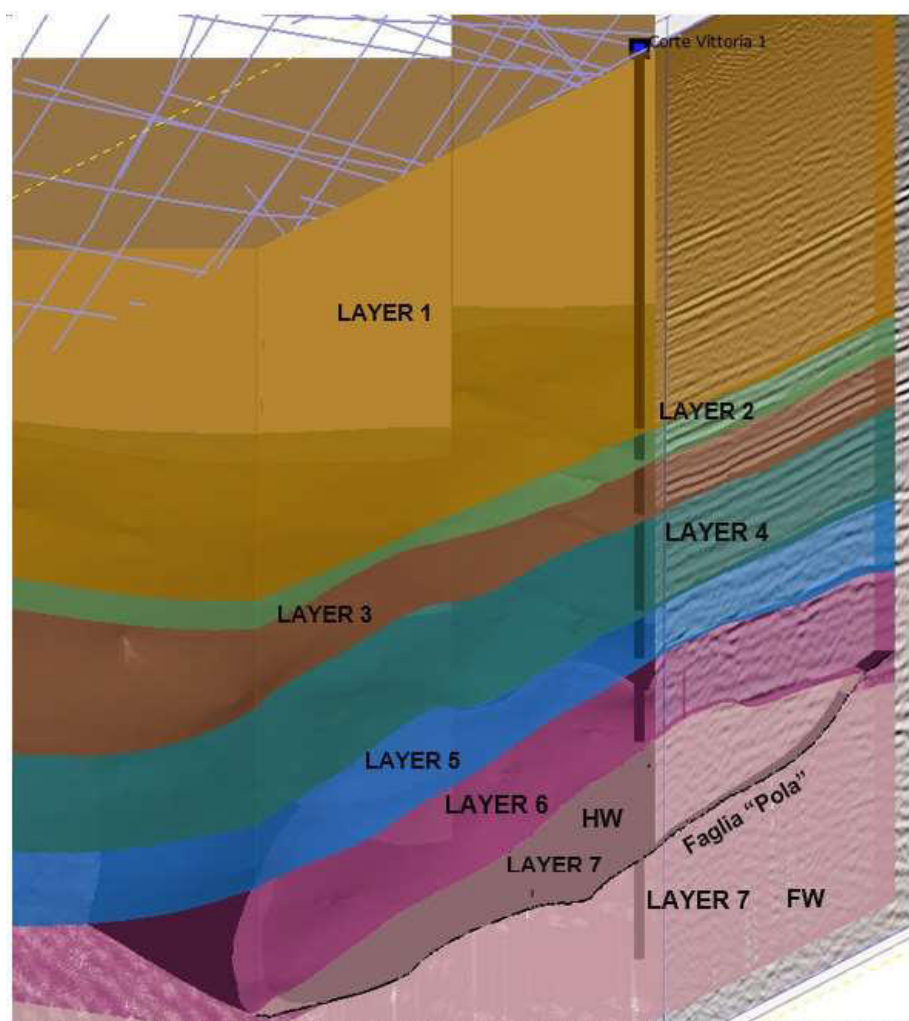


Figura 8. Stralcio del modello geologico 3D e raffigurante i volumi (layer) generati e relativi alle principali unità geologiche e la superficie della faglia inversa che suddivide il dominio del modello geologico in 2 blocchi strutturali principali: blocco di Hanging Wall (HW; alto strutturale) e di Foot Wall (FW; basso strutturale)

Layer Modello	Unità Geologica
Layer 1 (successione di copertura)	Sequenza del Quaternario Marino (QM)
Layer 2 (roccia di copertura)	Successione Mio-Pliocenica (F.ne Gessono solfifera/F.ne Conglomerati di Boreca/F.ne Porto Corsini/F.ne Porto Garibaldi; F.ne Argille del Santerno).
Layer 3 (roccia di copertura)	F.ne Marne di San Donà; F.ne Glauconie di Cavanella (Successione Oligo-Miocenica)
Layer 4 (roccia di copertura)	F.ne Marne di Gallare (Eocene sup/Oligocene)
Layer 5 (roccia di copertura)	Successione Carbonatica Superiore: F.ne Scaglia, Maiolica, F.ne Fonzaso; F.ne Igne (Giurassico medio-Eocene medio)
Layer 6 ("target geotermico" secondario / potenziale roccia serbatoio)	Successione Carbonatica Inferiore: F.ne Calcarei di Soverzene; F.ne Dolomia Principale (Triassico sup. – Giurassico Inf.)
Layer 7 ("target geotermico" primario / potenziale roccia serbatoio)	Successione Permo-Triassica: termometamorfiti di contatto. F.ne Dolomie dello Sciliar

Figura 9. Layer in cui è stato suddiviso il Modello Geologico 3D

PROGRAMMA GEOLOGICO PER IL SONDAGGIO CORTE VITTORIA 1

La realizzazione del modello geologico ha permesso la ricostruzione 3D in profondità del target geotermico e la stima degli spessori del serbatoio (Figura 10).

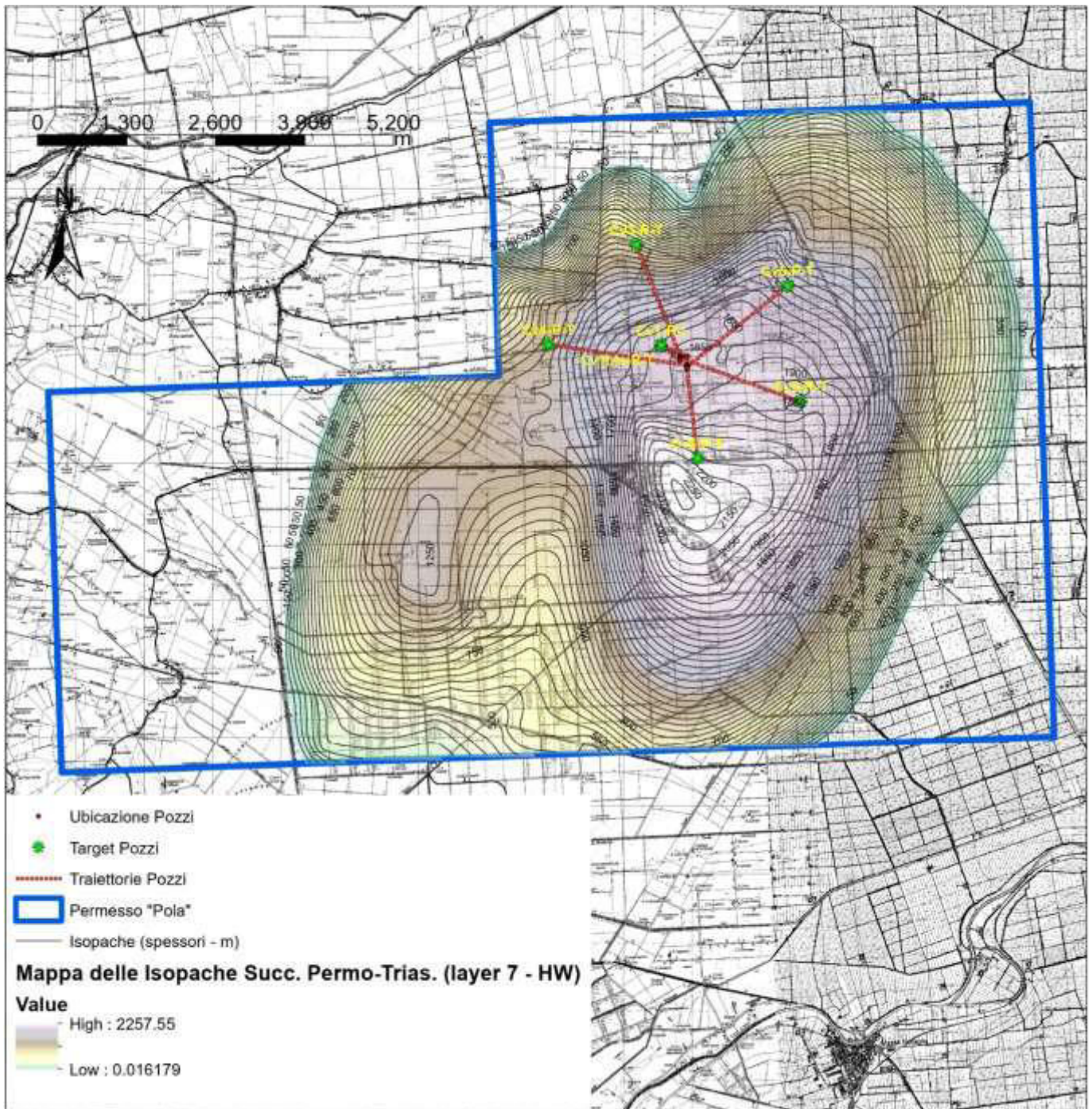


Figura 10 - Mappa delle isopache (spessori) della successione Permo-Triassica (Layer 7) presente nel blocco strutturale di Hanging wall (HW)

In Figura 10 è raffigurata la mappa degli spessori (isopache) della successione carbonatica ("target" geotermico) per il settore di alto strutturale (hanging wall - HW) di interesse.

Il serbatoio geotermico oggetto del riconoscimento si pone nei layer 6 e 7 di Figura 8 e Figura 9, dalla profondità verticale di circa 5400 m fino alla profondità massima di circa 6200 m.

Tale serbatoio si pone pertanto ad una distanza considerevole dal piano di faglia individuato nel modello in profondità. Nel settore in cui sono ubicati i pozzi esplorativi ed i rispettivi "target" di fondo pozzo la

PROGRAMMA GEOLOGICO PER IL SONDAGGIO CORTE VITTORIA 1

profondità prevista del piano di faglia sia a circa -6800 nel settore settentrionale fino ad arrivare a circa -7600 m s.l.m. nel settore S/SE e quindi con un intervallo di profondità rispetto ai “target” di fondo pozzo che vanno da un minimo di circa 800 metri ad un massimo di circa 1600 metri.

Si ricorda, inoltre, come i dati di output relativi al modello geologico 3D sono stati utilizzati come base fisica per la modellazione numerica relativa al trasporto di flusso e di calore al fine di simulare la coltivazione del serbatoio geotermico, che ha dimostrato l'assenza di interferenza termica tra i pozzi di reiniezione e quelli di produzione e calcola le sovrappressioni di reiniezione a fondo pozzo, oltre alla depressione generata dai pozzi di produzione in funzione della permeabilità del reservoir geotermico, ai fini del riconoscimento della risorsa e nella simulazione dell'esercizio della Concessione. Per i dettagli sui modelli rimandiamo agli elaborati specialistici 02_PROGETTO – 02_E_ELABORATI GEOLOGICI – *Modello geologico 3D e Simulazione numerica del comportamento del serbatoio e di doppietto geotermico.*

7. CAMPIONATURA

Saranno prelevati n.3 campioni per pozzo, per analisi chimica e determinazione della pressione di bolla, a partire dalla profondità di 5.600 m a f.f..

8. CONTROLLO MANIFESTAZIONI

Il controllo delle manifestazioni sarà eseguito con le normali attrezzature in dotazione alla Data Units di Mud Logging.

9. REGISTRAZIONI ELETTRICHE

Si rimanda per questo dettaglio al programma di perforazione del Cv1.

Saranno realizzati log elettrici, log sonico e caliper dalla profondità di 5600 m a f.f.. e log di temperatura.

10. STUDI PREVISTI

Si prevedono i seguenti studi allegati:

- Studio litostratigrafico completo
- Log elettrici: elaborazione del CPI in determinati intervalli
- Geofisica: studio delle misure di velocità e sismogramma sintetico del pozzo
- geochimica

11. DIFFICOLTÀ DI PERFORAZIONE

È possibile la presenza di strati in sovrappressione nella formazione Marne di Gallare ed eventuali localizzate perdite di circolazione a profondità maggiore di 5.000 VD.

12. POZZI DI RIFERIMENTO GIA' PEROFRATI NELL'AREA DI CONCESSIONE

Vecchio pozzo Corte Vittoria 1 all'interno dell'area di progetto.

13. CARATTERISTICHE IMPIANTO

I pozzi saranno perforati con utilizzo di due rig che opereranno in contemporaneo sul sito di progetto. I rig saranno del tipo Drillmec Mas8000 della Pergemine compatibilmente con la disponibilità degli impianti al momento di avvio delle attività di drilling.

Di seguito vengono sintetizzate in tabella le caratteristiche generali dell'impianto.

VOCE	
Contrattista	PERGEMINE
Nome Impianto	Drillmec Mas8000
Codice Impianto	Rig 18
Tipo Impianto	Diesel Electric ac/ac w/vfd unit
Tavola Rotary / Piano Campagna	12.20 m (40-ft)
Distanza Sotto Rotary Beam	10.30 m (34-ft)
Mast	Drillmec 152ft 910ton (2.000.000 lbs) shl
Potenza Totale Installata	5x1200hp/cad=6000hp (7500kVA)
	N° 5 Caterpillar D399 w/Kato 6P6-3150 – 1500kva
	Un (1) gruppo elettrogeno d'emergenza
	300kVA
Potenza Argano	3000hp
Tipo di Argano	Mas8000-GD
Potenzialità Impianto con DP 5"	9000m
Tipo Top Drive System	Drillmec ETD500 (500t) – 7500psi
Tavola Rotary	DRM-375 37.5" – 650ton
Pressione di esercizio Stand Pipe	7500psi
Pompe Fango	Garden Denver PZ11 – 1600hp – 7500psi
Diametro camicie disponibili	6.½-in; 6-in; 5.½-in
Vibrovaghi	N° 4 Swaco MD-2 shaker w/Mud cleaner
Degasser Unit	Swaco CD-1400
Capacità totale Vasche Fango	450 mc
Capacità stoccaggio Acqua Industriale	130 mc
Capacità stoccaggio Gasolio	80 mc
Capacità stoccaggio Barite	100 mc
Capacità stoccaggio Cemento	n/a

Tabella 2. Caratteristiche generali dell'impianto, bop stack e dotazioni di sicurezza



Figura 11. Impianto perforazione tipo DRILLMEC MAS8000 (fonte: sito PERGEMINE)

PROGRAMMA GEOLOGICO DEI POZZI GEOTERMICI

Di seguito vengono riportate le stratigrafie attese per i cluster dei pozzi di restituzione del fluido geotermico denominati Cv1 (workover pozzo esistente) -Cv2-Cv3 e Cv1bis (opzionale in caso non sia possibile eseguire workover del pozzo esistente Cv1) e dei pozzi di presa del fluido geotermico denominati Cv4-Cv5 e Cv6.

14. PROGRAMMA GEOLOGICO POZZO CORTE VITTORIA 1 (Cv1 ST Dir A)

14.1. Dati generali Pozzo

Nome del pozzo	Cv1 ST Dir A
Tipologia pozzo	RESA
Permesso/ Concessione	POLA
Regione	EMILIA ROMAGNA
Provincia	FERRARA
Comune	JOLANDA DI SAVOIA
Quote titolarità	GEOTERMIA ZERO EMISSION ITALIA SRL
Coordinate postazione	11°59'14,18"E 44°54'5.76"N
Profondità finale (m)	6110,4
Obiettivo	DOLOMIA PRINCIPALE DEL TRIAS SUPERIORE TERMOMETAMORFITI DEL TRIAS MEDIO

14.2. Profilo litologico previsto

Il relativo profilo litologico previsto è stato redatto sulla base della preesistente perforazione del pozzo Corte Vittoria 1 (1992).

Di seguito la successione litostratigrafica estratta dal log stratigrafico del pozzo esistente Cv1:

Profondità (m)	Periodo	Stratigrafia
0-2019	Olocene Pleistocene	Sabbia con intercalazioni di argilla, di ghiaia poligenica e ciottoli (Sabbie di Asti)
2019-2300.5	Pliocene Superiore	Banchi di sabbia da fine a grossolana con intercalazioni di argilla (Porto Garibaldi)
2300.5-2328	Pliocene inferiore	Arenaria quarzosa ed argilla verdastra (Porto Corsini)

PROGRAMMA GEOLOGICO PER IL SONDAGGIO CORTE VITTORIA 1

2328-2334	Messiniano	Conglomerati carbonatici (Conglomerati di Boreca)
2334-2917	Messiniano Tortoniano Serravalliano Langhiano Burdigaliano	Marna più o meno siltosa grigia verdastra, passante ad argilla calcarea nella parte sommitale con livelletti di conglomerato e arenaria (Marne di S.Donà) Sabbie ed arenarie a grana medio fine, glauconitiche, con intercalazioni di marna grigio nocciola e siltite (Glauconie di Cavanella)
2917-3669	Aquitano Oligocene Eocene superiore Eocene medio	Marne ed argille calcaree grigio verdastre, talora siltose sabbiose, con livelletti di arenaria a grana fine e di siltite (Marne di Gallare)
3669-3982	Eocene medio Paleocene Cretacico Sup.	Wackestone e packstone biancastri e rosati. Nella parte sommitale wackestone argillosi e marne rossastre. (Scaglia-Marne del Cerro) Contatto tettonico a 3830 m
3982-3990	Cretacico inferiore	Marne grigio scure con selce (Scisti e marne a fucoidi)
3990-4139	Cretacico Inf. Giurassico superiore Giurassico medio (Malm-Dogger)	Mudstone e wackestone biancastri con presenza di selce (Maiolica) Wackestone e packstone grigi e rosati, selce grigia (Rosso ammonitico veneto) Wackestone grigio e verdastrò, selce grigia Fonzaso)
4139-4321	Giurassico inferiore (Lias sup-Medio)	Mudstone e wackestone grigi, passanti a dolomie calcaree. Presenza di marne ad argilliti nere, selce, pirite e glauconite. (Ighe) Dolomia calcarea grigio-nocciola, con rare intercalazioni di mudstone e wackestone, selce grigia (Calcari di Soverzene)
4321-5390	Retico Norico	Dolomia calcarea grigio nocciola con presenza di mudstone, wackestone, packstone, intraclastici, fossiliferi, pellettiferi. Presenza di breccie (Dolomia Principale)
5390-5413	Carnico	Breccie costituite da vulcanoclasti dolomie e siltiti (Formazione di Raibl)

PROGRAMMA GEOLOGICO PER IL SONDAGGIO CORTE VITTORIA 1

5413-5453	Carnico	Dolomia biancastra con presenza di arenaria fine e siltite (Dolomia cassiana)
5453-5576	Ladinico	Dolomia calcarea e mudstone e wackestone peloidali dolomitizzati con presenza di siltite (Dolomia dello Scillar)
5576-6118	Anisico Scititico	Termometamorfiti di contatto derivate da peliti ed arenarie fini subordinatamente dolomie e calcari

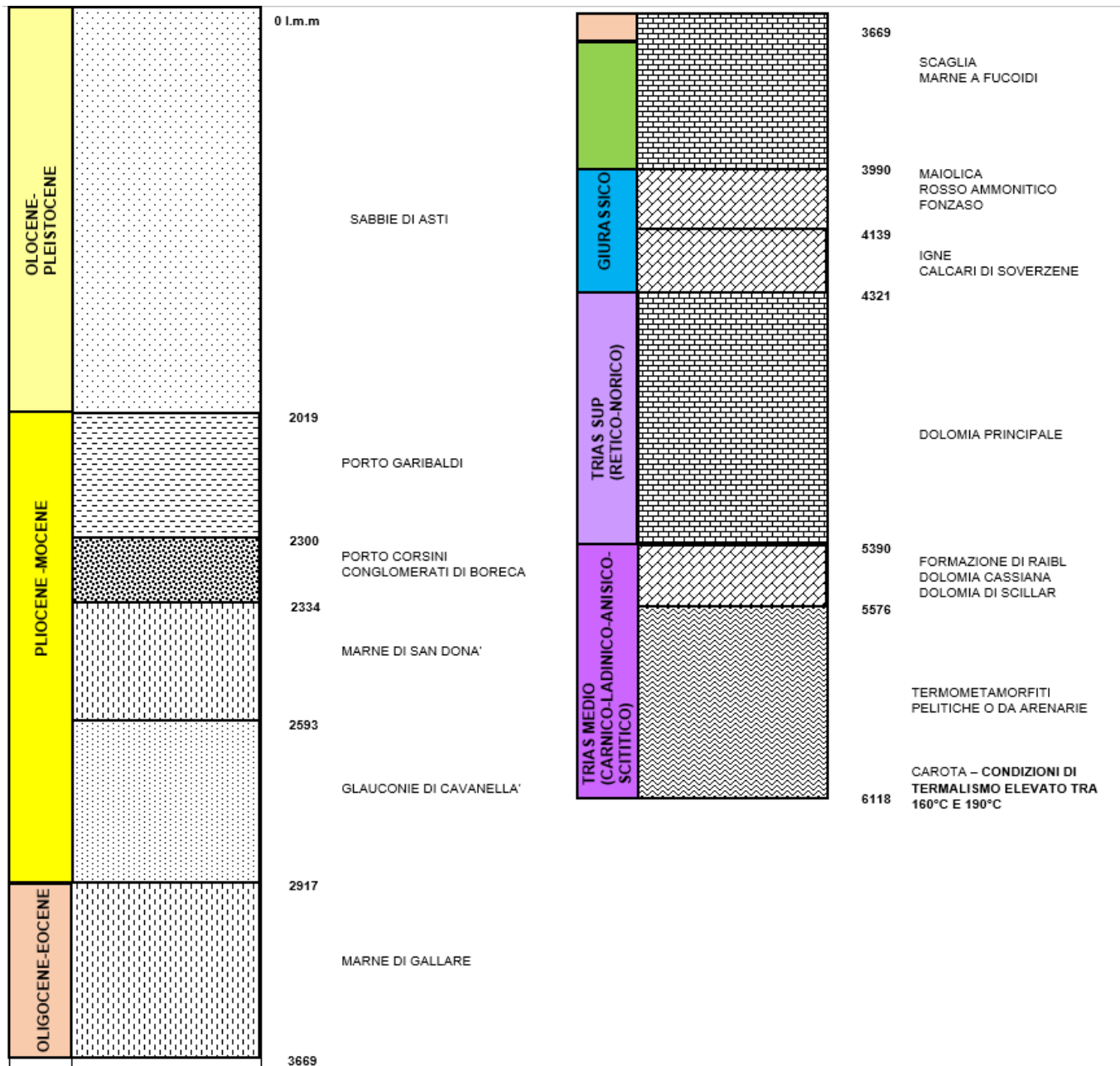


Figura 12: Profilo geologico previsto del pozzo Corte Vittoria

15. PROGRAMMA GEOLOGICO POZZO CORTE VITTORIA 2 (Cv2 Dir)

15.1. Dati generali Pozzo

Nome del pozzo	Cv2 Dir
Permesso/ Concessione	POLA
Tipo di pozzo	RESA
Regione	EMILIA ROMAGNA
Provincia	FERRARA
Comune	JOLANDA DI SAVOIA
Quote titolarità	GEOTERMIA ZERO EMISSION ITALIA SRL
Coordinate postazione	11°59'9,58"E 44°54'5,07"N
Profondità finale (m) - TVD	6210,4
Obiettivo	DOLOMIA PRINCIPALE DEL TRIAS SUPERIORE TERMOMETAMORFITI DEL TRIAS MEDIO

15.2. Profilo litologico previsto

Il relativo profilo litologico previsto è stato estratto dai risultati del modello geologico 3D di sottosuolo.

Di seguito la successione litostratigrafica del pozzo Cv2 Dir:

Profondità (m)		Periodo/Stratigrafia	Profondità obiettivo e formazione di riferimento
0	2012,672	Pleistocene	
2012,672	2328,443	Seq. Mess. Sup./Pliocene	
2328,443	2970,198	F.ne Glauconie di Cavanella	
2970,198	3970,271	F.ne Marne di Gallare	
3970,271	4590,291	Seq. F.ne Igne - Scagli	
4590,291	5969,576	Seq. Dolomia Principale/Soverzene	da 5700 m a 5969,576 m nella dolomia principale
5969,576	6200	Sequenza Permo-Trias	da 5969,576 m a 6200 m nelle termometamorfositi

Figura 13: Profilo geologico previsto del pozzo Cv2 Dir

16. PROGRAMMA GEOLOGICO POZZO CORTE VITTORIA 3 (Cv3 Dir)

16.1. Dati generali Pozzo

Nome del pozzo	Cv3 Dir
Permesso/ Concessione	POLA
Tipo di Pozzo	RESA
Regione	EMILIA ROMAGNA
Provincia	FERRARA
Comune	JOLANDA DI SAVOIA
Quote titolarità	GEOTERMIA ZERO EMISSION ITALIA SRL
Coordinate postazione	11°59'9,63"E 44°54'5,99"N
Profondità finale (m) - TVD	6210,4
Obiettivo	DOLOMIA PRINCIPALE DEL TRIAS SUPERIORE TERMOMETAMORFITI DEL TRIAS MEDIO

16.2. Profilo litologico previsto

Il relativo profilo litologico previsto è stato estratto dai risultati del modello geologico 3D di sottosuolo.

Di seguito la successione litostratigrafica del pozzo Cv3 Dir:

Profondità (m)		Periodo/Stratigrafia	Profondità obiettivo e formazione di riferimento
0	2012,802	Pleistocene	
2012,802	2327,348	Seq. Mess. Sup./Pliocene	
2327,348	2944,472	F.ne Glauconie di Cavanella	
2944,472	3888,046	F.ne Marne di Gallare	
3888,046	4530,047	Seq. F.ne Igne - Scagli	
4530,047	5926,537	Seq. Dolomia Principale/Soverzene	da 5700 m a 5926,537 m nella dolomia principale
5926,537	6210,4	Sequenza Permo-Trias	da 5926,537 m a 6200 m nelle termometamorfositi

Figura 14: Profilo geologico previsto del pozzo Cv3 Dir

17. PROGRAMMA GEOLOGICO POZZO CORTE VITTORIA 1-BIS (Cv1-BIS)

17.1. Dati generali Pozzo

Nome del pozzo	Cv1 BIS
Permesso/ Concessione	POLA
Tipo di pozzo	RESA
Regione	EMILIA ROMAGNA
Provincia	FERRARA
Comune	JOLANDA DI SAVOIA
Quote titolarità	GEOTERMIA ZERO EMISSION ITALIA SRL
Coordinate postazione	11°59'9,54"E 44°54'4,29"N
Profondità finale (m) - TVD	6110,4
Obiettivo	TERMOMETAMORFITI DEL TRIAS MEDIO

17.2. Profilo litologico previsto

Il relativo profilo litologico previsto è stato estratto dai risultati del modello geologico 3D di sottosuolo.

Di seguito la successione litostratigrafica del pozzo Cv1-BIS:

Profondità (m)		Periodo/Stratigrafia	Profondità obiettivo e formazione di riferimento
0	2012,542	Pleistocene	
2012,542	2329,538	Seq. Mess. Sup./Pliocene	
2329,538	2908,964	F.ne Glauconie di Cavanella	
2908,964	3739,963	F.ne Marne di Gallare	
3739,963	4246,487	Seq. F.ne Igne - Scagli	
4246,487	5415,969	Seq. Dolomia Principale/Soverzene	
5415,969	6110,4	Sequenza Permo-Trias	da 5600 m a 6110,4 m nelle termometamorfositi

Figura 15: Profilo geologico previsto del pozzo Cv1-BIS

18. PROGRAMMA GEOLOGICO POZZO CORTE VITTORIA 4 (Cv4 Dir)

18.1. Dati generali Pozzo

Nome del pozzo	Cv4 Dir	
Permesso/ Concessione	POLA	
Tipo di pozzo	PRESA	
Regione	EMILIA ROMAGNA	
Provincia	FERRARA	
Comune	JOLANDA DI SAVOIA	
Quote titolarità	GEOTERMIA ZERO EMISSION ITALIA SRL	
Coordinate postazione	11°59'13,97"E	44°54'1,70"N
Profondità finale (m)	6210,4	
Obiettivo	DOLOMIA PRINCIPALE DEL TRIAS SUPERIORE TERMOMETAMORFITI DEL TRIAS MEDIO	

18.2. Profilo litologico previsto

Il relativo profilo litologico previsto è stato estratto dai risultati del modello geologico 3D di sottosuolo.

Di seguito la successione litostratigrafica del pozzo Cv4 Dir:

Profondità (m)		Periodo/Stratigrafia	Profondità obiettivo e formazione di riferimento
0	2015,001	Pleistocene	
2015,001	2337,209	Seq. Mess. Sup./Pliocene	
2337,209	2959,713	F.ne Glauconie di Cavanella	
2959,713	3943,528	F.ne Marne di Gallare	
3943,528	4569,211	Seq. F.ne Igne - Scagli	
4569,211	6096,393	Seq. Dolomia Principale/Soverzene	da 5700 m a 6096,393 m nella dolomia principale
6096,393	6210,4	Sequenza Permo-Trias	da 6096,393 m a 6210,4 m nelle termometamorfositi

Figura 16: Profilo geologico previsto del pozzo Cv4 Dir

19. PROGRAMMA GEOLOGICO POZZO CORTE VITTORIA 5 (Cv5 Dir)

19.1. Dati generali Pozzo

Nome del pozzo	Cv5 Dir	
Permesso/ Concessione	POLA	
Tipo di pozzo	PRESA	
Regione	EMILIA ROMAGNA	
Provincia	FERRARA	
Comune	JOLANDA DI SAVOIA	
Quote titolarità	GEOTERMIA ZERO EMISSION ITALIA SRL	
Coordinate postazione	11°59'13,93"E	44°54'0,89"N
Profondità finale (m)	6110,4	
Obiettivo	DOLOMIA PRINCIPALE DEL TRIAS SUPERIORE TERMOMETAMORFITI DEL TRIAS MEDIO	

19.2. Profilo litologico previsto

Il relativo profilo litologico previsto è stato estratto dai risultati del modello geologico 3D di sottosuolo.

Di seguito la successione litostratigrafica del pozzo Cv5 Dir:

Profondità (m)		Periodo/Stratigrafia	Profondità obiettivo e formazione di riferimento
0	2014,815	Pleistocene	
2014,815	2338,505	Seq. Mess. Sup./Pliocene	
2338,505	2980,635	F.ne Glauconie di Cavanella	
2980,635	3935,904	F.ne Marne di Gallare	
3935,904	4540,407	Seq. F.ne Igne - Scagli	
4540,407	5917,721	Seq. Dolomia Principale/Soverzene	da 5600 m a 5917,721 m nella dolomia principale
5917,721	6110,4	Sequenza Permo-Trias	da 5917,721 m a 6110,4 m nelle termometamorfositi

Figura 17: Profilo geologico previsto del pozzo Cv5 Dir

20. PROGRAMMA GEOLOGICO POZZO CORTE VITTORIA 6 (Cv6 Dir)

20.1. Dati generali Pozzo

Nome del pozzo	Cv6 Dir
Permesso/ Concessione	POLA
Tipo di pozzo	PRESA
Regione	EMILIA ROMAGNA
Provincia	FERRARA
Comune	JOLANDA DI SAVOIA
Quote titolarità	GEOTERMIA ZERO EMISSION ITALIA SRL
Coordinate postazione	11°59'13,89" 44°54'0,08"N
Profondità finale (m) - TVD	6210,4
Obiettivo	DOLOMIA PRINCIPALE DEL TRIAS SUPERIORE TERMOMETAMORFITI DEL TRIAS MEDIO

20.2. Profilo litologico previsto

Il relativo profilo litologico previsto è stato estratto dai risultati del modello geologico 3D di sottosuolo.

Di seguito la successione litostratigrafica del pozzo Cv6 Dir:

Profondità (m)		Periodo/Stratigrafia	Profondità obiettivo e formazione di riferimento
0	2014,591	Pleistocene	
2014,591	2339,849	Seq. Mess. Sup./Pliocene	
2339,849	2961,645	F.ne Glauconie di Cavanella	
2961,645	3900,687	F.ne Marne di Gallare	
3900,687	4527,529	Seq. F.ne Igne - Scagli	
4527,529	5790,26	Seq. Dolomia Principale/Soverzene	da 5700 m a 5790,26 m nella dolomia principale
5790,26	6210,4	Sequenza Permo-Trias	da 5790,26 m a 6210,4 m nelle termometamorfositi

Figura 18: Profilo geologico previsto del pozzo Cv6 Dir