



A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

PROGETTO GEOTERMICO OSTELLATO PROVVEDIMENTO AUTORIZZATORIO UNICO REGIONALE – (PAUR)



| A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA | | | | | |
|--|-----------|------------|--------------------|------------------------|--------------------|
| Revisione | Documento | Data | Preparato | Controllato | Approvato |
| REV.0 | | 3 APR 2026 | GEOL. GIULIO TORRI | GEOL. ANTONIO DI LAURO | GEOL. GIULIO TORRI |



A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

Indice del documento

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1 | PREMESSA | 1 |
| 2 | OFFSET WELLS | 1 |
| 2.1 | TARGET GEOTERMICO | 2 |
| 2.2 | ANALISI PROFILI DI POZZO E&P | 4 |
| 2.2.1 | Campo Pozzi “Gallare” | 4 |
| 2.2.1.1 | Pozzo “Gallare 1” | 4 |
| 2.2.1.2 | Pozzo “Gallare 3” | 8 |
| 2.2.1.3 | Pozzo “Gallare 2” | 11 |
| 2.2.2 | Pozzo “Corte Mezzo 1” | 13 |
| 2.2.3 | Pozzo “Valle Lepri 1” | 15 |
| 2.2.4 | Pozzo “San Giovanni 1” | 17 |
| 2.2.4.1 | Analisi Facies Log | 17 |
| 2.2.5 | Transetto Stratigrafico A-A’ | 19 |
| 3 | ANALISI OFFSET WELLS - SPESSORI PREVISTI | 2 |
| 4 | FACIES SISMICA | 2 |
| 5 | GRADIENTE GEOTERMICO E TEMPERATURE PREVISTE | 5 |
| 5.1 | Prognosis Gradiente Geotermico. Analisi dati | 5 |
| 6 | CHIMISMO ATTESO DEL FLUIDO GEOTERMICO | 10 |
| 6.1 | Campo pozzi di “Alfonsine” | 12 |
| 6.2 | Campo pozzi di “Tresigallo” | 14 |
| 6.3 | Analisi Resistivity Log - Well San Giovanni 1 | 15 |
| 6.4 | Pozzo Trava 1 | 18 |
| 7 | CARATTERISTICHE PETROFISICHE DEL SERBATOIO – PERMEABILITA’ ATTESA | 20 |
| 7.1 | Offset Wells | 22 |
| 7.2 | Dati derivanti da Bibliografia – Studi di Giacimento | 28 |
| 8 | MODELLO GELOGICO-FISICO DI SOTTOSUOLO | 29 |
| 9 | SERBATOIO GEOTERMICO – PARAMETRI PETROFISICI E IDROGEOLOGICI | 29 |
| 9.1 | Parametri petrofisici utili alla modellazione del serbatoio geotermico e alla caratterizzazione della risorsa geotermica | 29 |
| 10 | CONCLUSIONI | 33 |

| | | |
|---|---|-------------------|
|  | A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA | 03 APRILE 2026 |
|---|---|-------------------|

1 PREMESSA

Questa relazione ha come scopo principale quello di dettagliare le caratteristiche minerarie e geotermiche del serbatoio silicoclastico del pliocene medio-superiore ai fini dell'elaborazione della documentazione geologico- mineraria per il riconoscimento della risorsa geotermica, ai sensi dell'art. 5, comma 2 del D.Lgs. 22/2010 e Circolare MISE 20/07/2016, nell'area del Permesso di Ricerca "San Giovanni" in Regione Emilia-Romagna.

2 OFFSET WELLS

In figura 1 si riporta il quadro di unione complessivo con il perimetro del permesso di ricerca "San Giovanni" e con le ubicazioni dei pozzi utilizzati (offset wells) ai fini dell'analisi dei dati minerari e geotermici (fig. 1).



A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

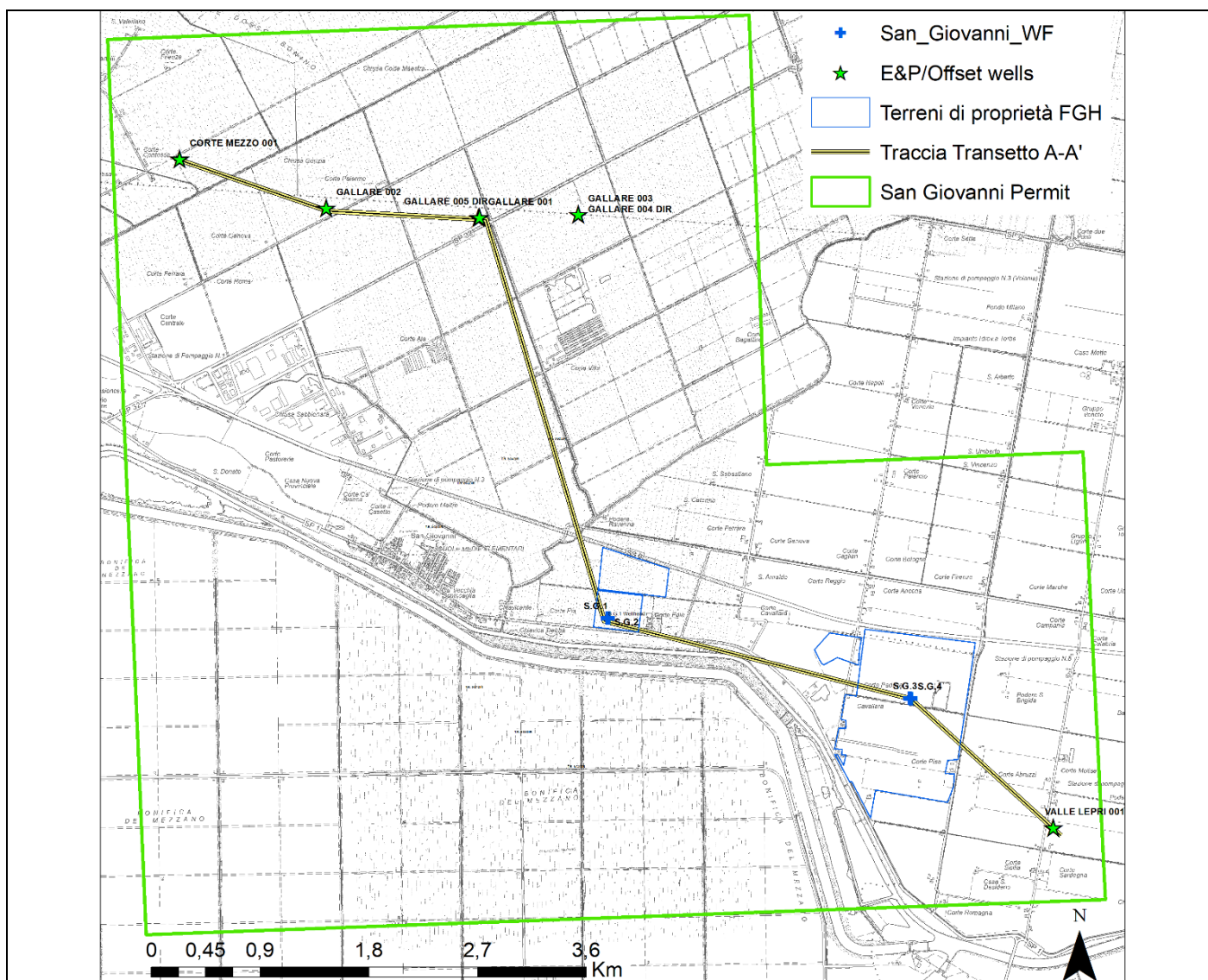


Figura 1 – Quadro unione ubicazione offset wells, traccia transetto stratigrafico A-A', ubicazione campo pozzi "San Giovanni". Inoltre si riportano i perimetri del permesso di ricerca "San Giovanni" e dei terreni di proprietà di Fri-El Green House

2.1 TARGET GEOTERMICO

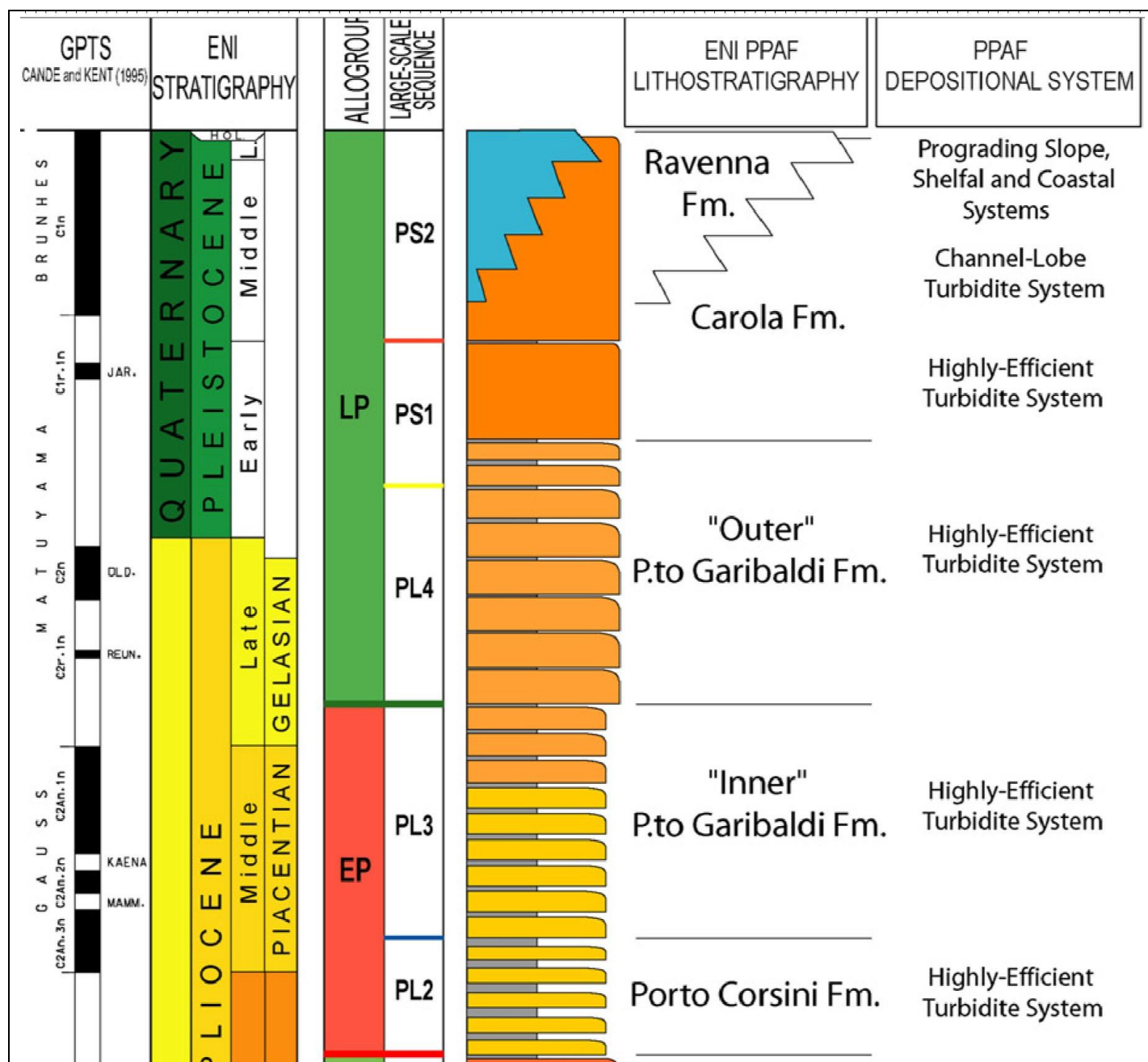
In base al programma lavori svolto nell'ambito della ricerca della risorsa geotermica nel permesso "San Giovanni 1" e all'analisi/valutazione dei dati minerari presenti e acquisiti anche dalla perforazione del pozzo "San Giovanni 1", è stato individuata come "target geotermico" principale la F.ne Porto Garibaldi appartenente alla successione pliocenica medio-superiore.



A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

In particolare il “target geotermico” si riferisce alla “Inner” Porto Garibaldi Fm. sensu Ghielmi et. Al (2013)(fig.2). Come target geotermico secondario, che comunque sarà oggetto del riconoscimento della risorsa geotermica, sarà anche il lobo torbiditico basale relativo alla sequenza “PS1” (sensu Ghielmi et. Al (2013) – vedi anche figura 3.



| | | |
|---|---|-------------------|
|  | A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA | 03 APRILE 2026 |
|---|---|-------------------|

Figura 2 – Stralcio Schema Stratigrafico sequenziale (Ghielmi et. Al 2013) con evidenziata la sequenza PL3 che corrisponde alla “Inner” Porto Garibaldi Formation e che rappresenta il “target geotermico” all’interno del permesso “San Giovanni”

2.2 ANALISI PROFILI DI POZZO E&P

Per quanto riguarda i profili di pozzo in particolare sono stati utilizzati:

- Profili di pozzi E&P per la ricerca di Idrocarburi che hanno esplorato sia la successione carbonatica che quella silicoclastica; in particolare per l’interpretazione geologica di sottosuolo sono stati utilizzati i seguenti profili di pozzo:

***Campo Pozzi “Gallare”: pozzi Gallare 1, Gallare 2, Gallare 3; Gallare 4dir e Gallare 5dir**

***Pozzo “Corte Mezzo 1”**

***Pozzo “Valle Lepri 1”**

oltre ai dati del pozzo esplorativo:

*** “San Giovanni1”**

2.2.1 Campo Pozzi “Gallare”

2.2.1.1 Pozzo “Gallare 1”

Di seguito si riporta uno stralcio della revisione stratigrafica del pozzo Gallare 1 (ENI; 1999).

La successione plio-quadernaria in Gallare 1, lacunosa per quanto riguarda il Pliocene inferiore, si inquadra in un contesto di avanfossa deformata e frammentata a partire dal Pliocene medio sommitale (sequenza P6).

La principale fase di sollevamento della struttura si verifica, tuttavia, nel Pliocene superiore (base sequenza P7).

Si noti infatti la brusca interruzione nella sedimentazione dei depositi torbiditici bacinali alla quale segue una serie condensata (sequenze P7 e Q1) costituita da torbiditi in facies di frangia di lobo ed emipelagiti caratteristiche di un contesto di alto intra-bacinale.

Da evidenziare come la sequenza PL6 nel pozzo “Gallare 1” coincida con la sequenza “PL3” (sensu Ghielmi et al. 2013).

Inoltre sia nel Campo pozzi “Gallare” che nel pozzo esplorativo “San Giovanni 1” è presente un lobo sabbioso torbiditico alla base della sequenza “PS1” (sensu Ghielmi et. Al (2013). La base della

| | | |
|---|--|-------|
| Il presente documento è RISERVATO e di proprietà della FRI-EL GEOPower S.R.L. | A.GEN.1 - Relazione Mineraria e Geotermica | |
| | 03 Aprile 2026 | Pag.4 |



A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

sequenza PS1 per completezza di analisi corrisponde alla base della sequenza QM (sensu AGIP/RER; 1998).

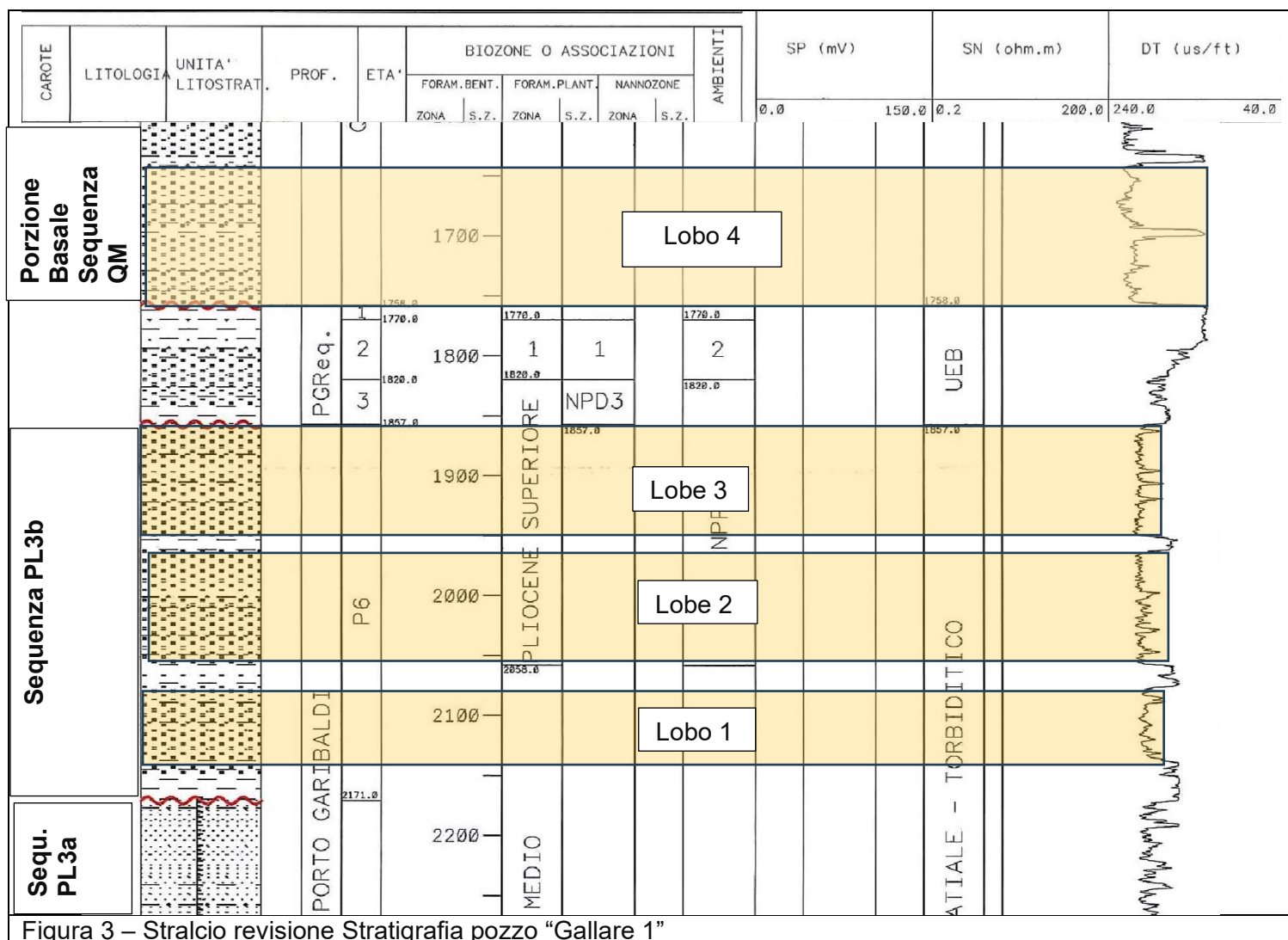


Figura 3 – Stralcio revisione Stratigrafia pozzo "Gallare 1"



A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

In base all'analisi litologica in figura 3 si può notare come la F.ne Porto Garibaldi sia suddivisa in 2 sequenze principali: la sequenza inferiore "P5" e la sequenza superiore "P6".

In base all'analisi delle facies log e litologica del pozzo "Gallare 1" ma anche degli altri offset wells principali (vedi paragrafi seguenti) si riporta quanto segue:

* La sequenza inferiore "P5" è costituita dall'aggradazione di lobi torbiditici distali (sabbie prevalentemente fini con lobi di spessore metrico).

*La sequenza superiore "P6" è costituita dall'aggradazione di lobi torbiditici medio-prossimali: sabbie medie prevalenti con lobi di spessore plurimetrico-decametrico; viste la caratteristiche granulometriche e di spessore la sequenza "P6", "PL3" sensu Ghielmi et al. 2013, rappresenta il principale "target geotermico" all'interno del permesso di ricerca "San Giovanni".

II INDIVIDUAZIONE TARGET GEOTERMICO

IL "target geotermico" principale è stato individuato quindi in base alla geometria/facies dei lobi torbiditici, agli spessori e alle granulometria delle sabbie presenti.

Il limite basale della sequenza PL3b coincide con la netta progradazione dei sistemi torbiditici del foredeep padano passando da associazioni di facies di lobi torbiditici distali/piana bacinale ad associazioni di facies di lobi torbiditici medio-prossimali.

Il Lobo n.1 è presente nella porzione basale del "target geotermico" mentre il Lobo n.4 nella porzione superiore.

Le associazioni di facies della sequenza PL3b sono contraddistinte quindi da lobi torbiditici medio-prossimali e/o medio distali con la presenza di sabbia medio-grossolana e/o medio fine con strati spessi (plurimetrici-decametrici) (Ghielmi et al. 2010&2013).

- **Saturazione fluidi**

In figura 4 si riporta lo stralcio del profilo al mille sempre del pozzo "Gallare 1" ***in cui si evidenzia la saturazione in acqua salata dei lobi sabbiosi torbiditici: Lobe set 1, Lobe set 2 e Lobe set 3 della sequenza "PL3b"*** (vedi legenda).



A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

La caratteristica della parte sommitale del Lobe set 3 è la presenza di gas (vedi riempimento verde sul profilo al mille del pozzo; fig. 4); l'intervallo mineralizzato a gas riguarda solo gli ultimi 5 metri della porzione superiore del Lobe set 3.

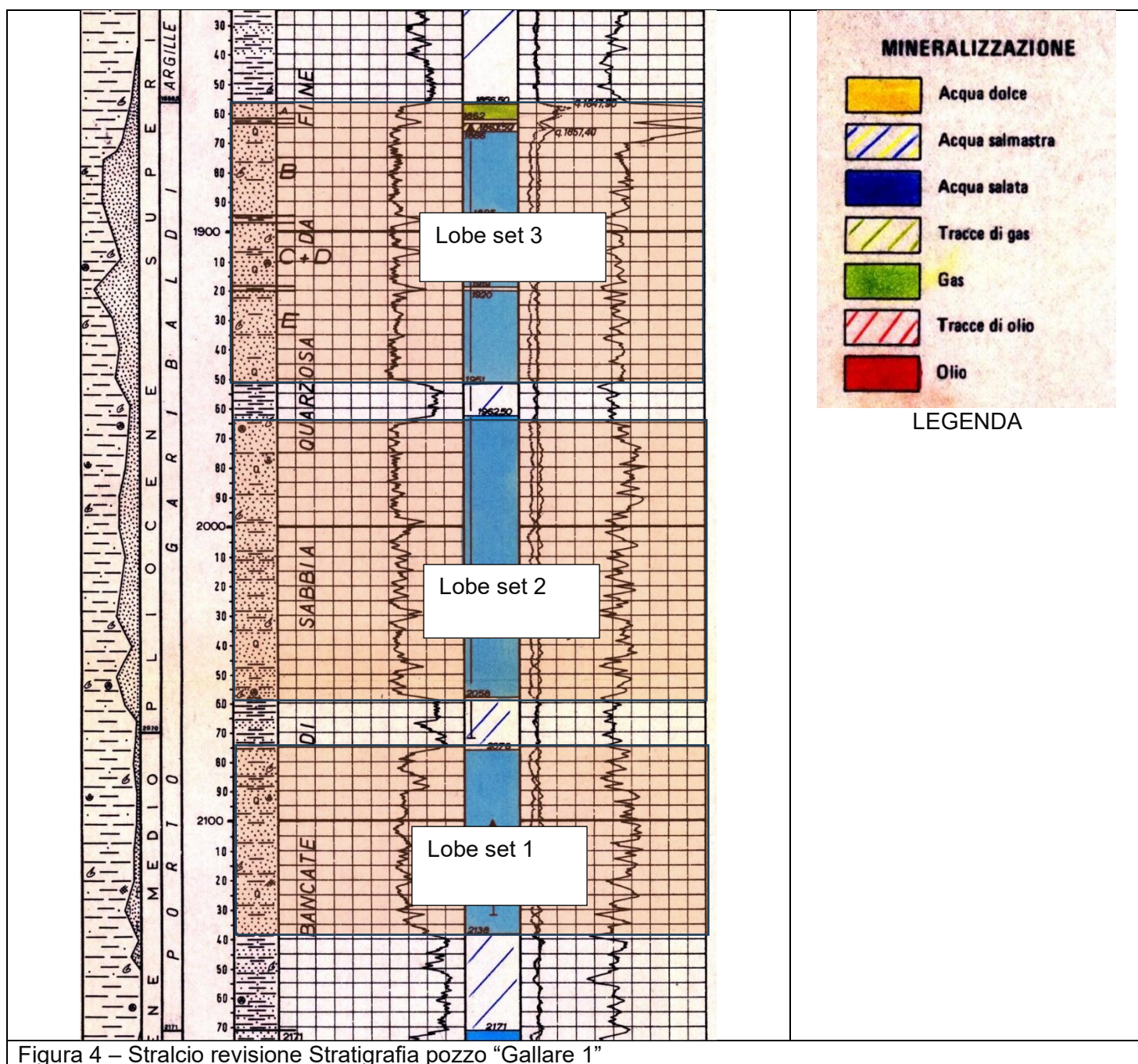


Figura 4 – Stralcio revisione Stratigrafia pozzo "Gallare 1"



A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

2.2.1.2 Pozzo “Gallare 3”

Di seguito si riporta uno stralcio del profilo al mille del pozzo Gallare 3 (AGIP; 1975).

Anche in questo caso la sequenza PL3 è costituita dall'aggradazione di lobi torbiditici medio-prossimali: sabbie medie prevalenti con lobi di spessore plurimetrico-decametrico e con le stesse caratteristiche litologiche/granulometriche e di spessore, basandosi sui dati del profilo di pozzo, riscontrate anche nel pozzo “Gallare 1”.

Anche nel pozzo Gallare 3 Le associazioni di facies della sequenza PL3 sono contraddistinte quindi da lobi torbiditici medio-prossimali e/o medio distali con la presenza di sabbia medio-grossolana e/o medio fine con strati spessi (plurimetrici-decametrici) (Ghielmi et al. 2010&2013).

- **Saturazione fluidi**

In figura 5b si riporta lo stralcio del profilo al mille del pozzo “Gallare 3” ***in cui si evidenzia la saturazione in acqua salata dei lobi sabbiosi torbiditici: Lobe set 1, Lobe set 2 e Lobe set 3 della sequenza “PL3”*** (vedi legenda).

Come per il pozzo Gallare 1 anche per il pozzo Gallare 3 la caratteristica della parte sommitale del Lobe set 3 è la presenza di gas (vedi riempimento verde sul profilo al mille del pozzo; fig. 4).

Da notare come il Lobe set 3 sia stato suddiviso in 4 intervalli principali:

Intervallo “A”

Intervallo “B”

Intervallo “C+D”

Intervallo “E”

E come, a parte l'intervallo sommitale “A” che è interamente mineralizzato a gas, negli altri intervalli sia stata evidenziata la tavola d'acqua così come riportato nelle note minerarie presenti nel profilo del pozzo (vedi fig. 5a).

Anche questo dato quindi certifica la presenza di saturazione in fluido dei lobi sabbiosi torbiditici.



A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

MINERARIE

Il pozzo Gallare 3 è risultato mineralizzato a gas nei sedimenti del Pliocene superiore (Livelli "A", "B", "C+D" ed "E").

Il livello "A" è interamente mineralizzato a gas come al pozzo Gallare 1 mentre gli altri hanno evidenziato la tavola d'acqua.

Dopo aver perforato il casing Ø 7" da m.1835 a m.1838; da m.1840 a m.1846 e da m.1867,50 a m.1870,50 (Livelli "A", "B", "C+D") con cariche cave Hyper-jet Ø 4", il pozzo è stato approntato per la produzione con completamento singolo selettivo: tubing Ø 2"7/8 EU, packer Baker D Ø 7" a m.1854, packer Baker S2 Ø 7" a m.1804.

Figura 5a – Stralcio Note Minerarie relative al pozzo "Gallare 3"

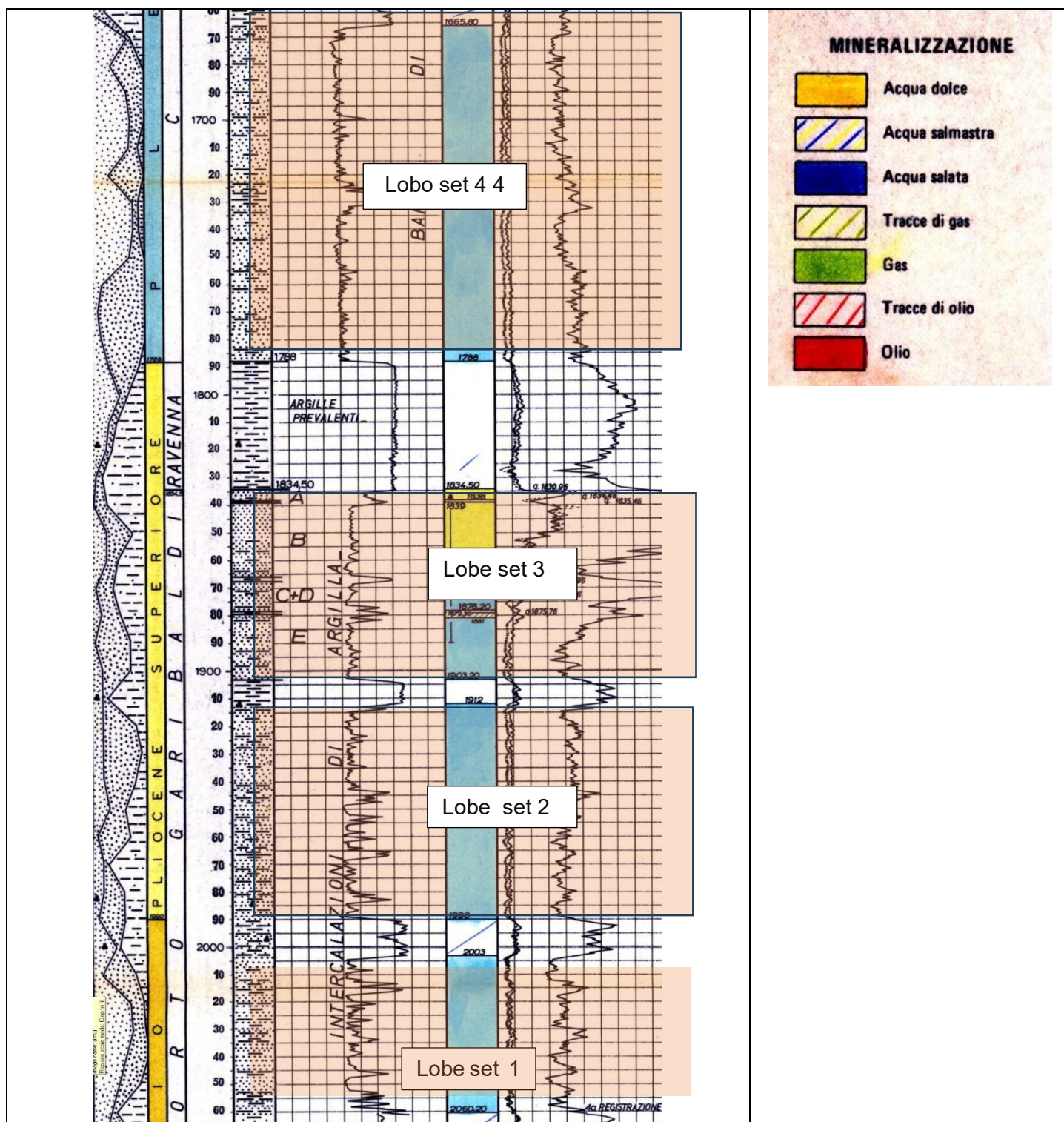


Figura 5b - Stralcio Stratigrafia pozzo Gallare 3



A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

In figura 5b è riportato anche il Lobo n.4 che rappresenta la porzione superiore del “target geotermico” all’interno del permesso “San Giovanni”. Il Lobo n.4 si ritrova praticamente con spessori pressochè isopachi anche negli altri offset wells di riferimento (si veda anche la figura 10b).

2.2.1.3 Pozzo “Gallare 2”

Di seguito si riporta uno stralcio del profilo al mille del pozzo Gallare 2 (AGIP; 1973).

Anche in questo caso la sequenza PL3 è costituita dall’aggradazione di lobi torbiditici medio-prossimali: sabbie medie prevalenti con lobi di spessore plurimetrico-decametrico e con le stesse caratteristiche litologiche/granulometriche e di spessore, basandosi sui dati del profilo di pozzo, riscontrate anche nel pozzo “Gallare 1” e “Gallare 3” descritti nei paragrafi precedenti.

- **Saturazione fluidi**

In figura 6 si riporta lo stralcio del profilo al mille del pozzo “Gallare 2” ***in cui si evidenzia la saturazione in acqua salata dei lobi sabbiosi torbiditici: Lobe set 1, Lobe set 2 e Lobe set 3 della sequenza “PL3”*** (vedi legenda).

In questo caso, al contrario dei pozzi “Gallare 1” e “Gallare 2”, nella porzione superiore del Lobe set 3 non si ha la presenza di gas ma tutti i depositi sabbiosi torbiditici sono saturi in acqua salata.



A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

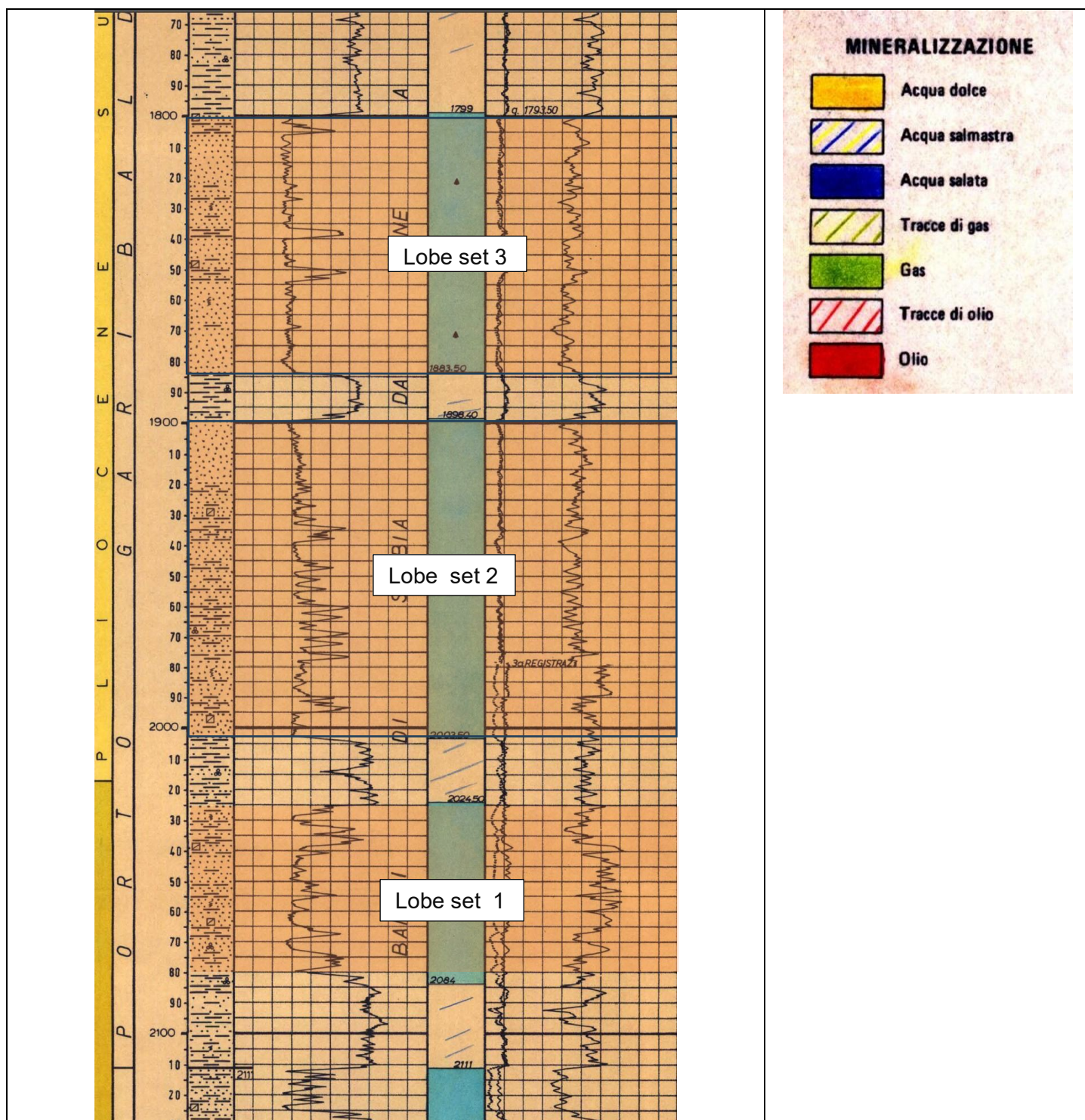


Figura 6 - Stralcio Stratigrafia pozzo Gallare 2



A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

2.2.2 Pozzo “Corte Mezzo 1”

Di seguito si riporta uno stralcio del profilo al mille del pozzo Corte Mezzo 1 (AGIP; 1994).

Anche in questo caso la sequenza PL3 è costituita dall’aggradazione di lobi torbiditici medio-prossimali: sabbie medie prevalenti con lobi di spessore plurimetrico-decametrico e con le stesse caratteristiche litologiche/granulometriche e di spessore, basandosi sui dati del profilo di pozzo, riscontrate anche nei pozzo “Gallare 1”, “Gallare 3” e “Gallare 2” descritti nei paragrafi precedenti.

- **Saturazione fluidi**

In figura 7 si riporta lo stralcio del profilo al mille del pozzo “Corte Mezzo 1” ***in cui si evidenzia la saturazione in acqua salata dei lobi sabbiosi torbiditici: Lobe set 1, Lobe set 2 e Lobe set 3 della sequenza “PL3”*** (vedi legenda).

La porzione superiore del Lobe set 3 evidenzia la presenza di gas per circa 5 metri di spessore mentre tutti gli altri depositi sabbiosi sono saturi in acqua salata (vedi legenda).



A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

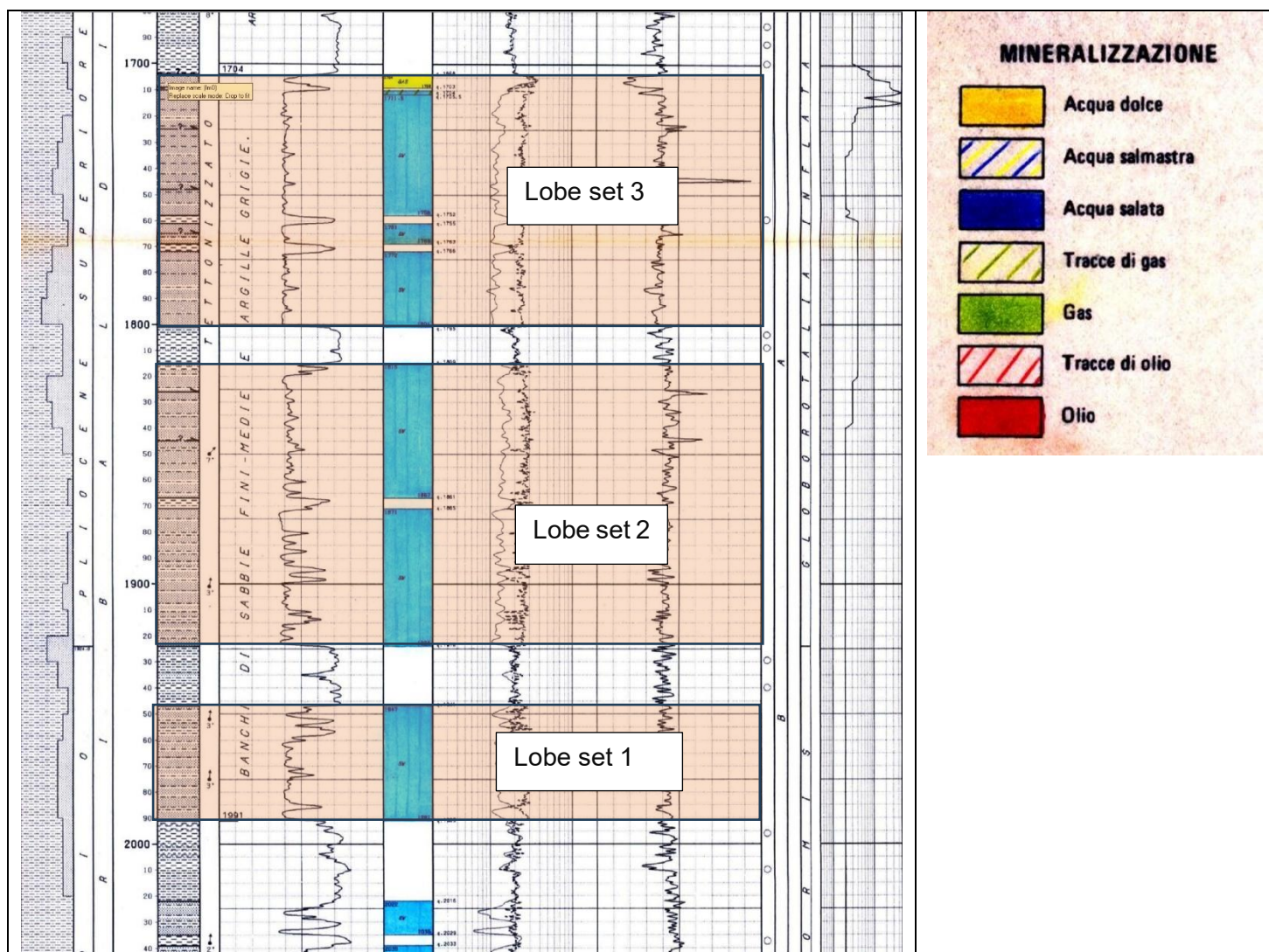


Figura 7 - Stralcio Stratigrafia pozzo Corte Mezzo 1



A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

2.2.3 Pozzo “Valle Lepri 1”

Di seguito si riporta uno stralcio del profilo al mille del pozzo Valle Lepri 1 (AGIP; 1973).

In base all’analisi degli offset wells e della correlazione fisico-stratigrafica presente nel Transetto A-A’, presente in figura ..., si nota come il lobe set 2 si suddivida in 2 sottolobi, denominati 2a e 2b, passando dal settore pozzo Corte Mezzo 1 e campo pozzi “Gallare” verso il pozzo “San Giovanni 1” ed il pozzo “Valle Lepri 1”.

In figura 8 sono rappresentati i lobe set torbiditici medio-prossimali costituenti la sequenza PL3: sabbie medie prevalenti con lobi di spessore plurimetrico-decametrico e con le stesse caratteristiche litologiche/granulometriche e di spessore, basandosi sui dati del profilo di pozzo, riscontrate anche nel campo pozzi “Gallare 1” e nel pozzo “Corte Mezzo 1” descritti nei paragrafi precedenti.

In generale si può evidenziare una diminuzione di spessore del Lobe set 3 rispetto al settore del campo pozzi Gallare ma al contrario si nota un maggiore spessore del Lobe set 1 e dei Lobe set 2a e 2b.

- **Saturazione fluidi**

In figura 8 si riporta lo stralcio del profilo al mille del pozzo “Valle Lepri 1” ***in cui si evidenzia la saturazione in acqua salata dei lobi sabbiosi torbiditici: Lobe set 1, Lobe set 2 e Lobe set 3 della sequenza “PL3”*** (vedi legenda).

In questo caso, al contrario dei pozzi “Gallare 1”, “Gallare 2” e “Corte Mezzo 1” nella porzione superiore del Lobe set 3 non si ha la presenza di gas ma tutti i depositi sabbiosi torbiditici sono saturi in acqua salata.



A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

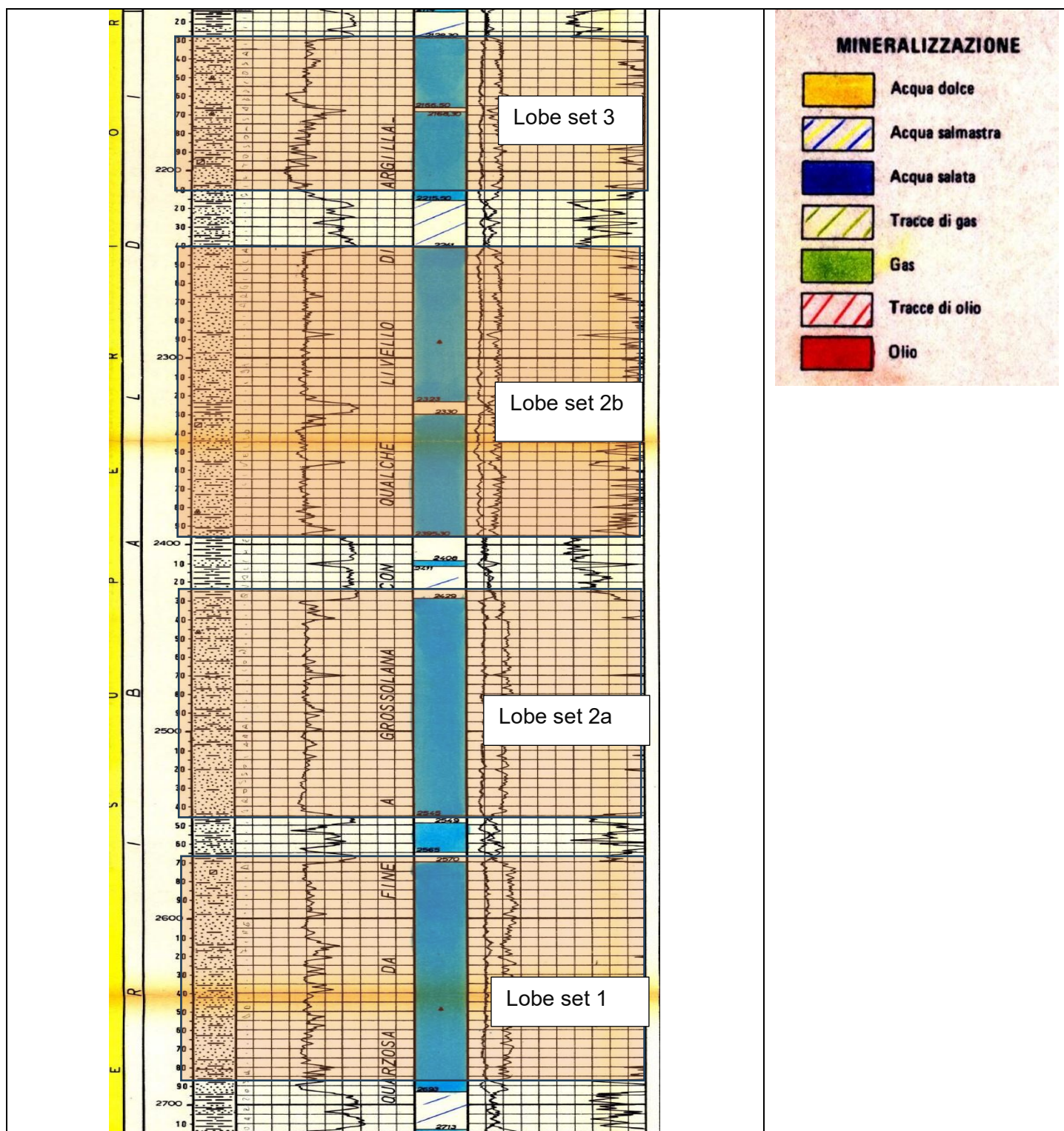


Figura 8 - Stralcio Stratigrafia pozzo Valle Lepri 1



A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

2.2.4 Pozzo “San Giovanni 1”

Di seguito si riporta uno stralcio del “profile log” del pozzo esplorativo geotermico “San Giovanni 1” (Fri-El Geo; 2022).

2.2.4.1 Analisi Facies Log

Di seguito si riporta un commento relativo all'analisi delle facies log presenti nei profile log degli offset wells relativamente ai lobi torbiditici descritti in precedenza:

- **Potenziale Spontaneo (PS):** valori minori del PS rispetto alle facies fini. Si nota bene la variazione del PS tra il contatto facies sabbiosa e facies argilloso-siltosa.
- **Resistività (Res):** in generale si ha un maggiore scostamento verso valori più bassi sia per la Shallow Resistivity (0.2-10) che per la Deep Resistivity (0.2 – 85) nelle facies sabbiose rispetto alle facies limoso-argillose. Questo è dovuto sia al maggiore contenuto in fluidi connati salati all'interno dei depositi sabbiosi che alla maggiore porosità efficace delle sabbie rispetto agli intervalli argillosi.
- **Sonico (Dt):** Attraverso l'analisi dei log sonici è possibile notare valori ($\mu\text{s}/\text{ft}$) inferiori per le facies sabbiose rispetto alle facies fini. Le facies sabbiose hanno una maggiore velocità intervallare rispetto alle facies fini limoso-argillose.
- **Dual Caliper (x-y):** Inoltre, l'analisi del dual-caliper (X-Y) mostra un andamento più regolare con valori (pollici) inferiori nella facies sabbiosa rispetto a quella argillosa; le facies sabbiose presentano un andamento più regolare indicando una maggiore regolarità nella forma del foro rispetto agli intervalli costituiti da depositi prevalentemente fini (limi e argille).

Attraverso quindi un'analisi integrata dei log presenti nei principali offset wells ed anche in quelli del pozzo “San Giovanni 1”, è possibile identificare il tetto e la base dei principali lobe sets torbiditici sabbiosi.

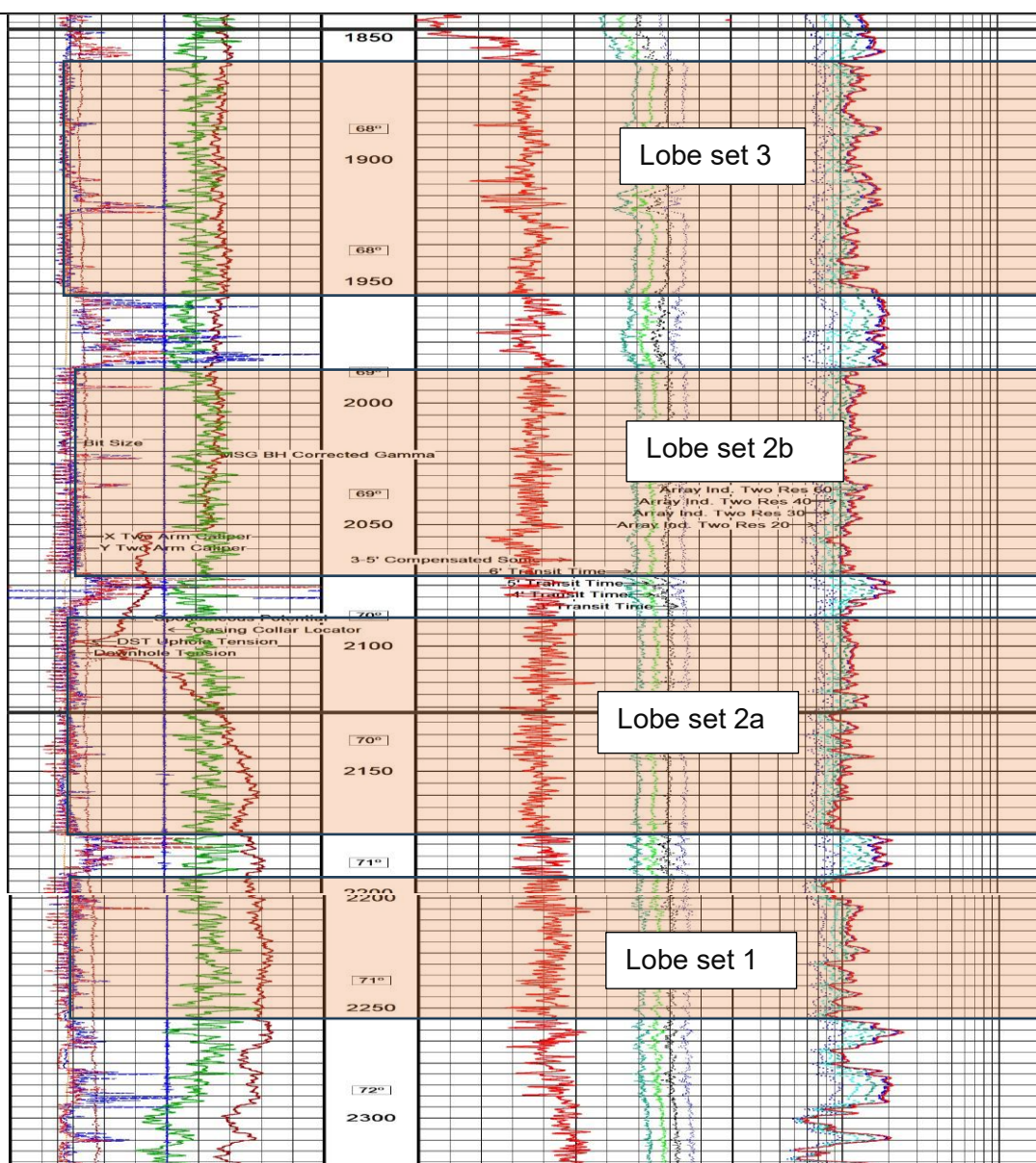
Questa analisi delle facies log relativa sia ai singoli offset wells che delle facies sismiche (vedi capitolo 4) ha consentito di correlare fisicamente nello spazio, sia in 2D che in 3D i lobe sets appartenenti alla sequenza PL3b.

Allo stesso modo il picking della base della sequenza QM ha consentito di correlare fisicamente l'andamento geometrico della base del Lobo torbiditico n.4.



A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026





A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

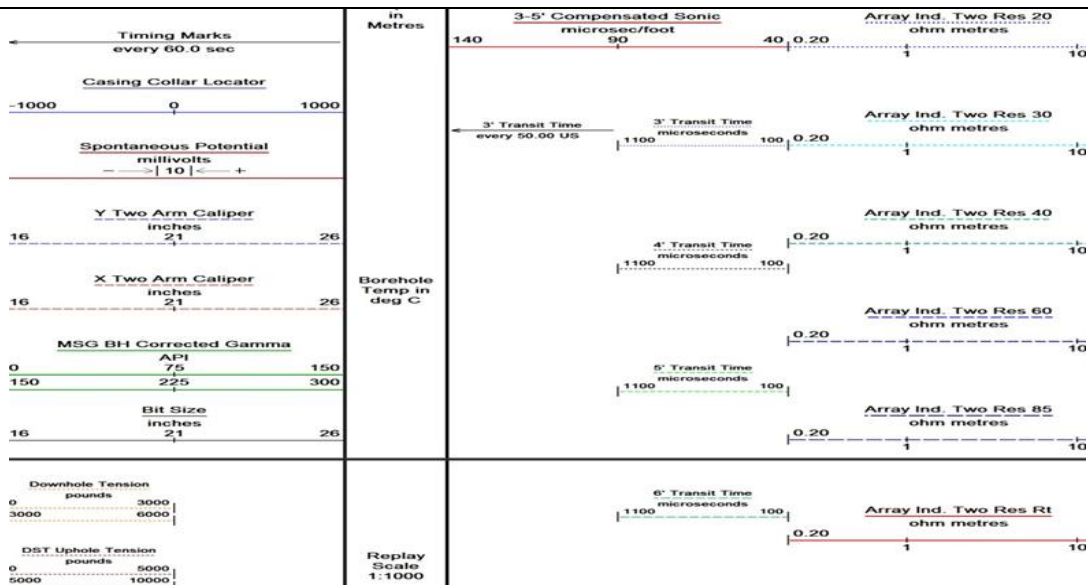


Figura 9 – Stralcio Masterlog pozzo “San Giovanni 1”

2.2.5 Transetto Stratigrafico A-A’

A compendio di quanto descritto nei paragrafi precedenti e relativo all’analisi degli offset wells presenti all’interno dle permesso di ricerca “San Giovanni”, in figura 10 si riporta lo stralcio di un transetto stratigrafico avente come scopo quello di evidenziare la correlazione fisica, tra i diversi offset wells, dei principali lobe sets torbiditici appartenenti alla figura PL3b.

Come si può notare i principali lobe sets identificati nei diversi offset wells sono 3.

Partendo dal basso :

Lobe set 1

Lobe set 2

Lobe set 3.

Il transetto stratigrafico A-A’ dimostra come vi sia una continuità fisica dei lobi torbiditici della sequenza PL3 lungo tutto il tratto del transetto e quindi in sostanza dal settore occidentale al settore orientale del permesso di ricerca “San Giovanni”.

Nel transetto A-A’ viene evidenziata la proiezione verticale dei settori in cui verranno realizzati i pozzi San Giovanni 1 (S.G.1) - San Giovanni 2 (S.G.2) ed i pozzi San Giovanni 3 (S.G.3) e San Giovanni 4 (S.G.4.)

La lunghezza del transetto stratigrafico A-A’ è di circa 10,2 Km (fig.1).



A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

Si nota nel transetto A-A', presente in figura 10 come il lobe set 2 si suddivide in 2a e 2b passando dal pozzo Corte Mezzo 1 e campo pozzi "Gallare" verso il pozzo "San Giovanni 1" ed il pozzo "Valle Lepri 1".

Le stesse considerazioni possono essere fatte anche per il Lobo torbido n.4 presente nella porzione basale della sequenza QM. In figura 10b viene riportato uno stralcio della sezione geologico-idrostratigrafica con evidenziato anche il Lobo 4. Si nota come questo anche questo lobo torbido sia presente in tutti gli offset wells analizzati e presenti all'interno del permesso di ricerca "San Giovanni" e nei settori limitrofi e quindi come abbia una continuità fisica all'interno del settore di ricerca.

Pr. G.H.1 / G.H.2

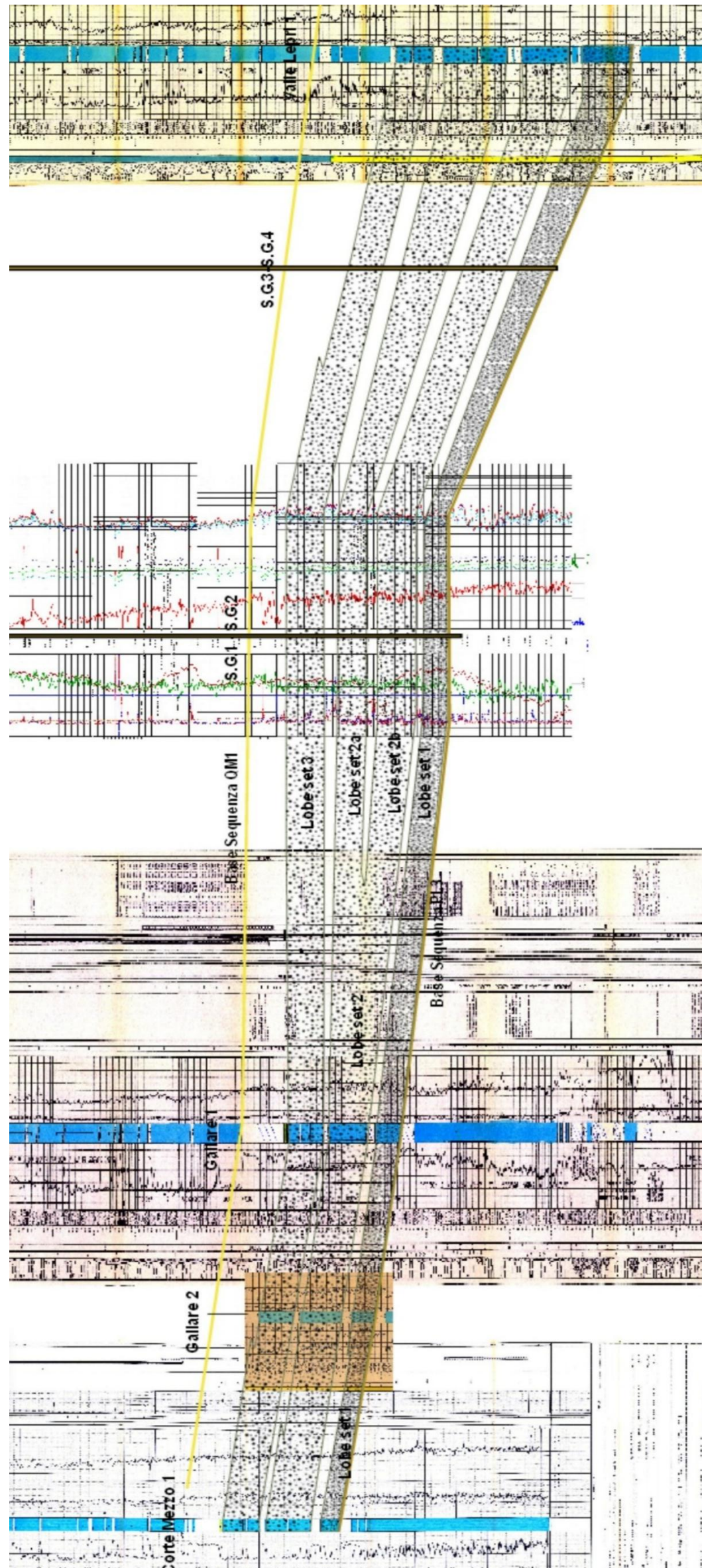


Figura 10a – Stralcio Sezione Geologico-Iidrostratigrafica con evidenziata la correlazione fisica dei lobe sets torbiditici appartenenti alla sequenza PL3-b



A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

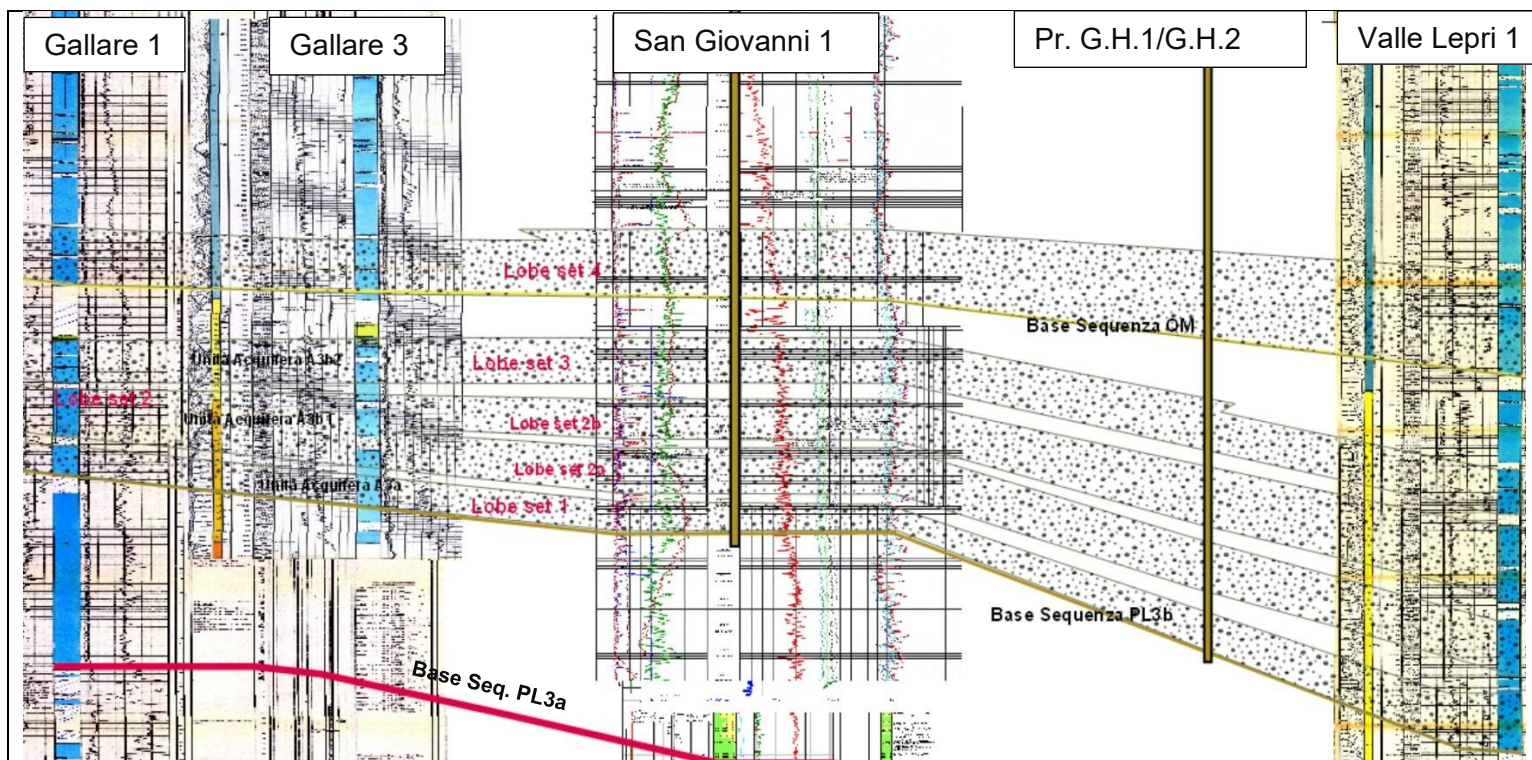


Figura 10b – Stralcio Sezione Geologico-Idrostratigrafica con evidenziata anche la correlazione fisica del Lobo torbido n.4 appartenenti alla porzione basale della sequenza QM.



A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

3 ANALISI OFFSET WELLS - SPESSORI PREVISTI

In funzione dell'analisi degli offset wells di riferimento presenti all'interno del permesso di ricerca "San Giovanni" e descritti nei paragrafi precedenti di seguito si riporta lo spessore complessivo (gross pay) del 3 lobe sets torbiditici appartenenti alla sequenza PL3b.

Gross pay Corte Mezzo 1: ~ 280-290 metri

Gross pay Gallare 1: ~ 275-280 metri

Gross pay Gallare 3: ~ 225-230 metri

Gross pay San Giovanni 1: ~ 385-395 metri

Gross pay Valle Lepri 1: ~ 560-570 metri

Da notare anche come analizzando le correlazioni fisiche tra i diversi offset wells, presenti nel transetto A-A' (fig. 10), gli spessori dei lobi torbiditici sabbiosi siano relativamente isopachi nel settore occidentale del permesso di ricerca: vedi pozzi Corte Mezzo 1e Campo Pozzi Gallare mentre aumentino progressivamente di spessore in direzione dei pozzi San Giovanni 1 e Valle Lepri 1.

Agli spessori sopradescritti va aggiunto lo spessore del Lobo n.4 che presenta uno spessore medio, in base all'analisi degli offset wells è di ~140 metri (vedi fig.10b).

4 FACIES SISMICA

Di seguito si riportano degli stralci di profili sismici 2D in cui sono evidenziate la superficie QM1, che coincide con il tetto delle sequenza PL3 e la superficie PL3 che coincide con la base dell'omonima sequenza.

Nelle figure vengono evidenziate le facies sismiche appartenenti alla sequenza PL3 che coincidono con riflettori sismici piano-paralleli che rappresentano i lobe sets di sistemi torbiditici ad alta efficienza delle sequenza PL3.



A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

I lobi torbiditici sono composti dalla deposizione di sabbia a strati spessi, da grossolana a fine.

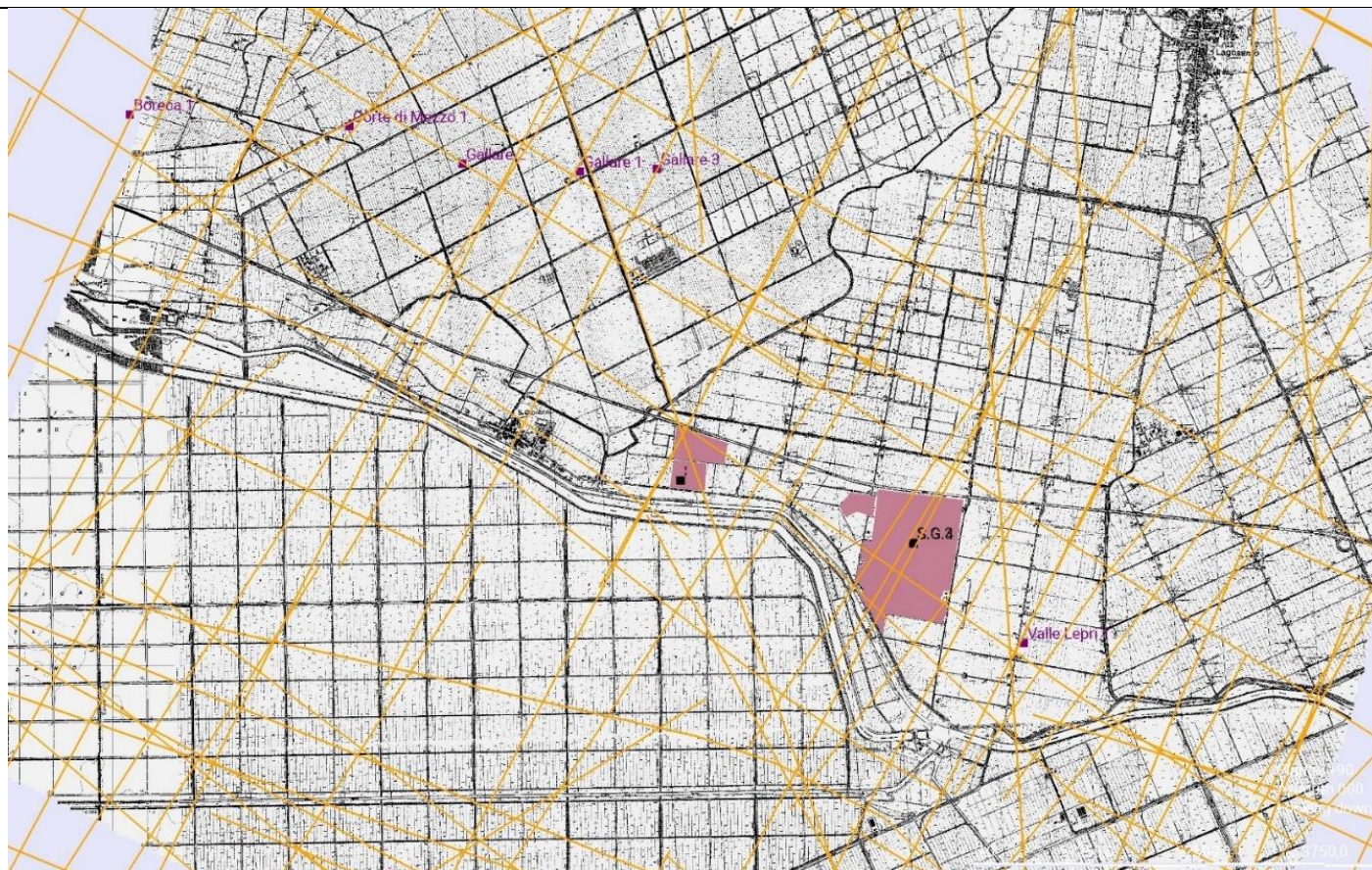


Figura 11 - Quadro di unione con le tracce dei profili sismici e le ubicazioni degli offset wells utilizzati per l'interpretazione geologica di sottosuolo



A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

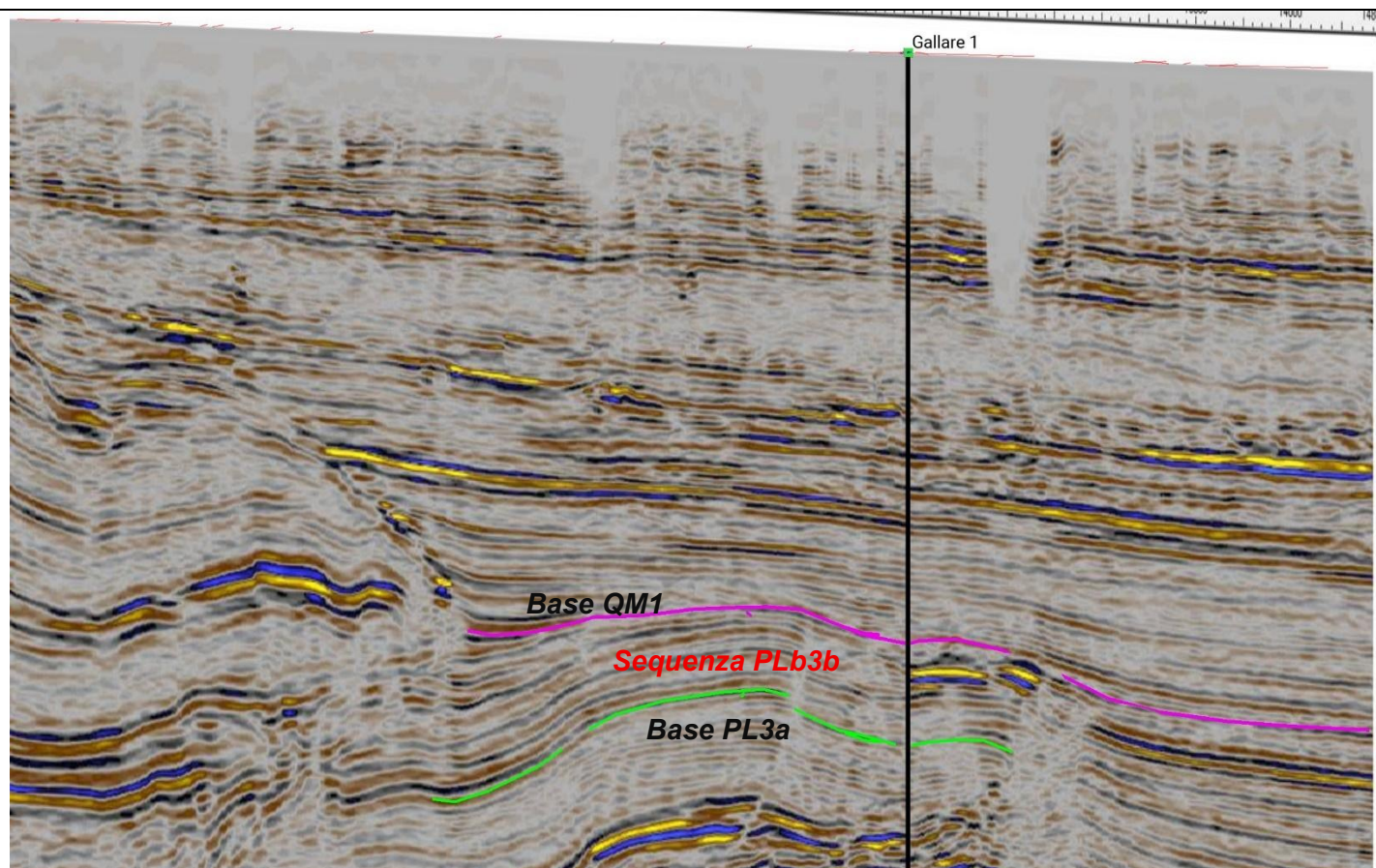
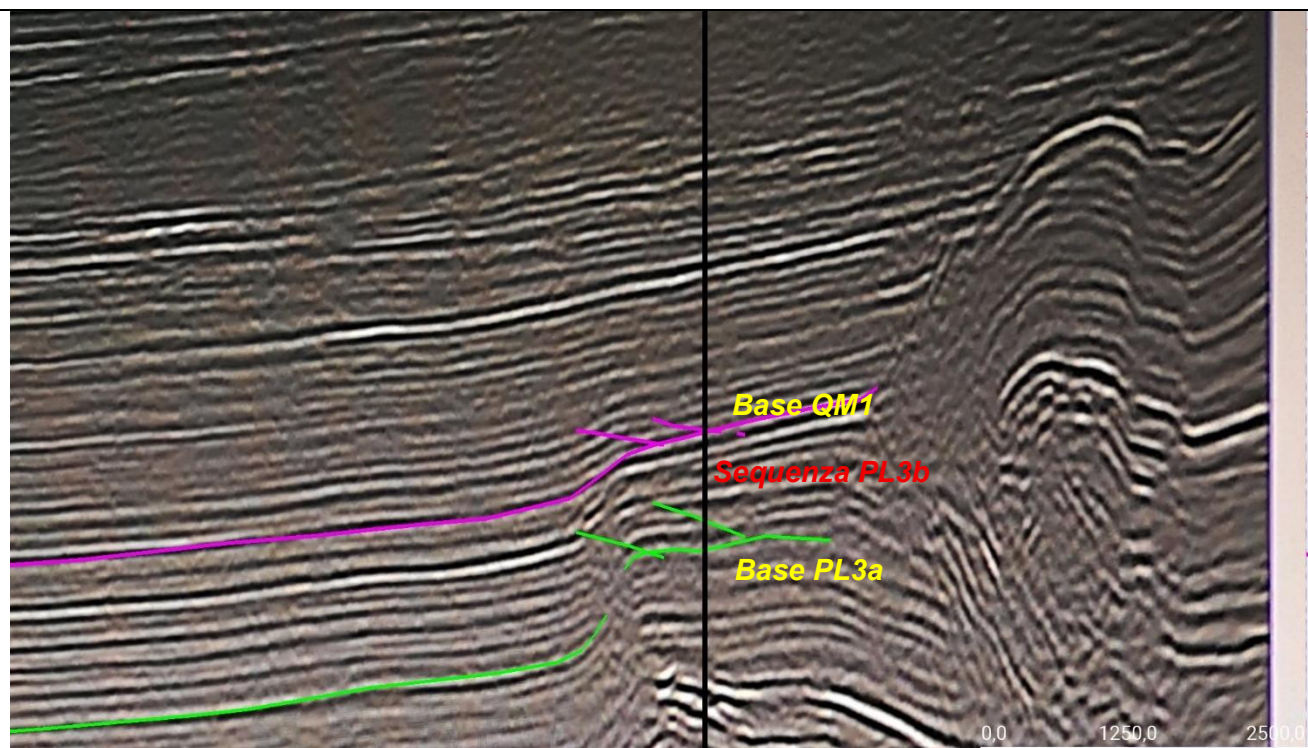


Figura 12 – Esempio di Facies Sismica relativa alla Sequenza PL3



5 GRADIENTE GEOTERMICO E TEMPERATURE PREVISTE

5.1 Prognosis Gradiente Geotermico. Analisi dati

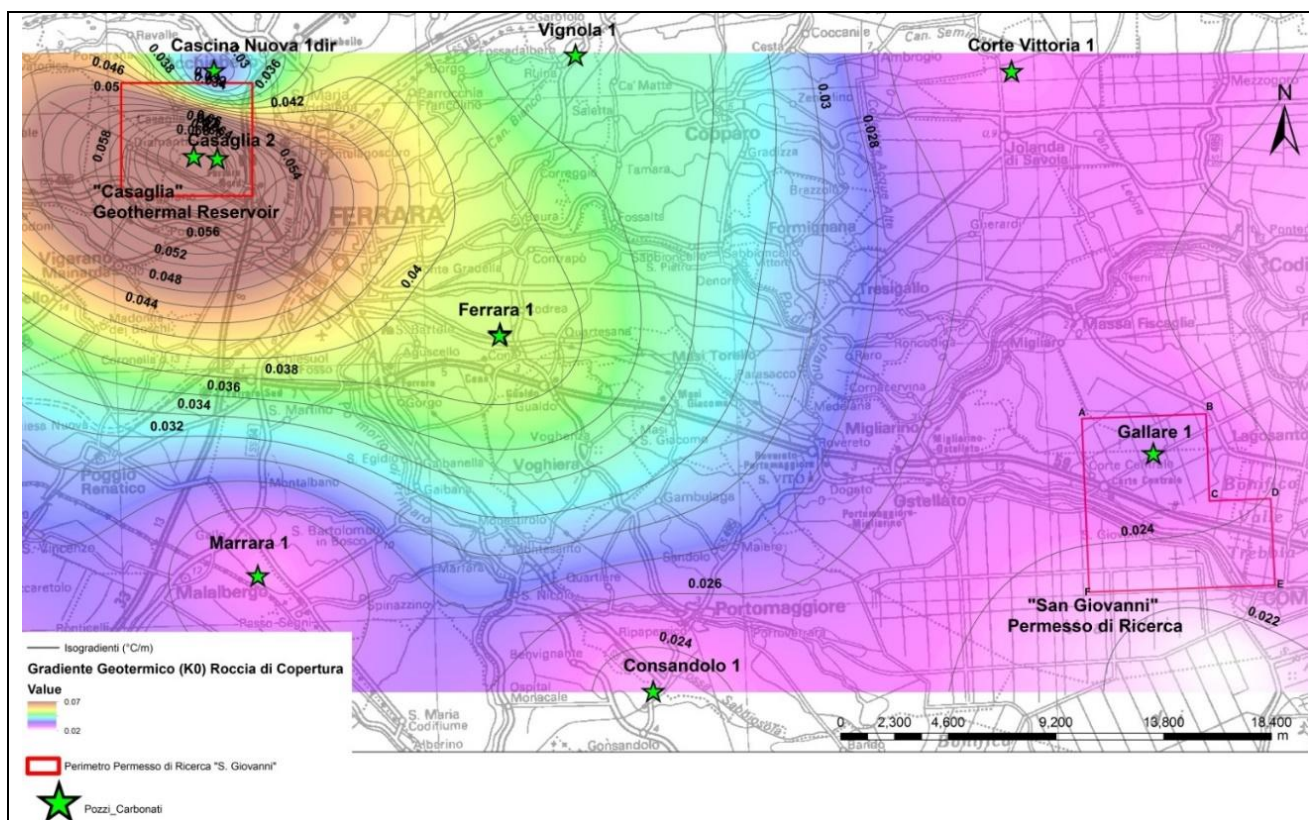
Il profilo di temperatura è stato ricavato dalle misurazioni effettuate nel pozzo “Gallare 1”, dopo un'analisi dei dati BHT (temperatura in fondo foro).

È stata inoltre condotta un'analisi del gradiente geotermico dell'area (settore delle pieghe ferraresi) utilizzando gli offset wells più profondi e rappresentativi come mostrato nella seguente figura.



A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026



Esempi di gradiente geotermico calcolato in alcuni offset wells:

| Well | Medium geothermal gradient (°C/m) |
|------------|-----------------------------------|
| Casaglia 1 | 0.0422 |
| Gallare 1 | 0.0245 |
| Ferrara 1 | 0.0256 |



A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

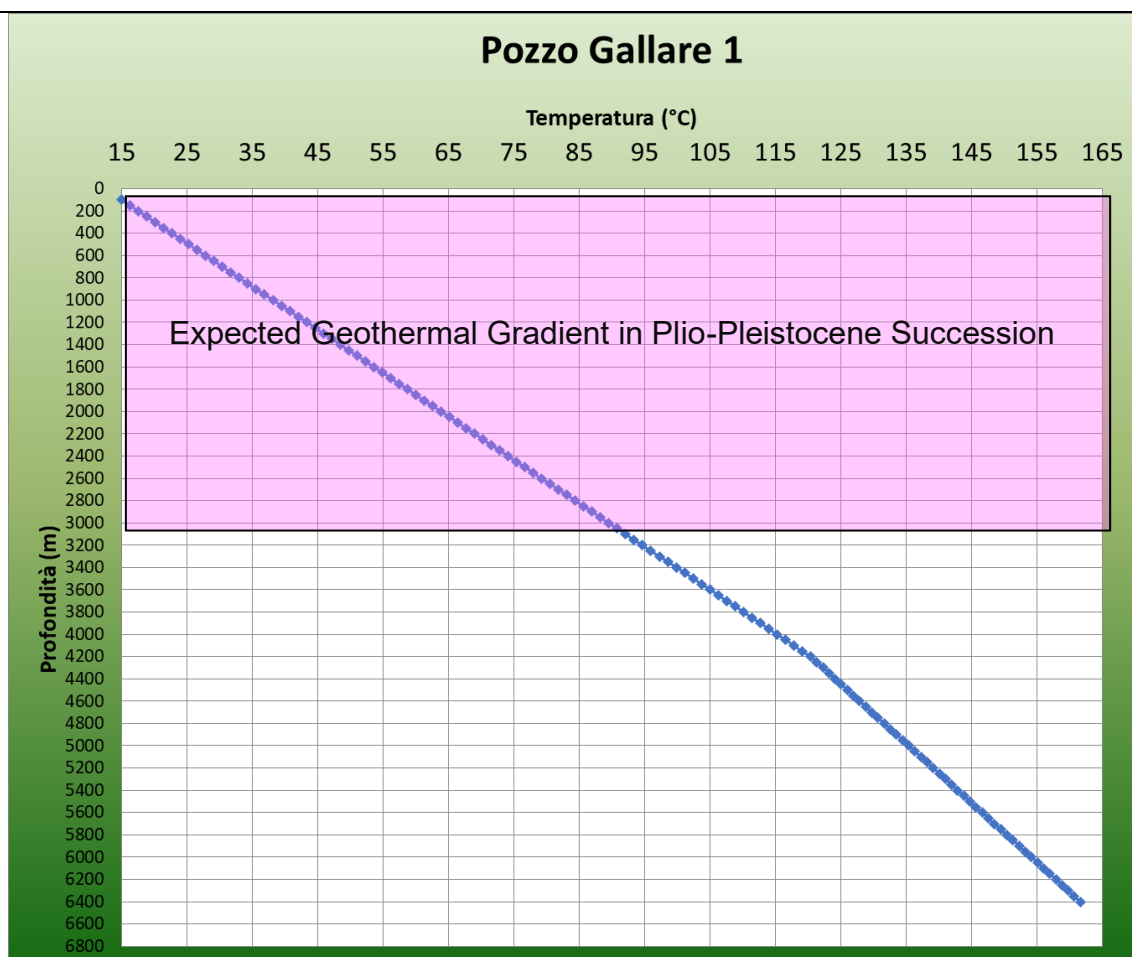


Fig. 14 - Gallare 1 - Profilo di Temperatura

Nel pozzo esplorativo San Giovanni 1 (S.G.1), sulla base dei dati condivisi nel documento "Field Rush Print 1000", che includono anche le misurazioni del registro della temperatura, è stato adottato il calcolo analitico con il metodo di Zschocke - Kutasov (2005) per la correzione del BHT. I dati del BHT sono stati corretti anche con un altro metodo, derivato da Pasquale et al., 2008.

La BHT, che non è completamente stabilizzata poiché disturbata termicamente dal fango di perforazione "più freddo", risulta inferiore a quella della formazione.

Questo metodo di correzione si dimostra il più corretto e preciso poiché considera anche i diversi parametri del pozzo (vedi sotto).



Zschocke Correction (Zschocke, 2005)

$$T_{\infty} = BHT + \frac{Q}{4\pi K_{in}} \left[E_1 \left(\frac{r_b^2}{4k_{in}t_e} \right) - E_1 \left(\frac{r_b^2}{4k_{in}(t_c + t_e)} \right) \right]$$

Where:

Q : Thermal history of the well, given by Q of Kutasov (Kutasov, 1999);

K_{in} : Rock thermal conductivity;

r_b^2 : borehole radius;

k_{in} : Rock thermal diffusivity;

t_e : time since circulation;

t_c : circulation time;

E_1 : exponential integral;

Pertanto, correggendo con il metodo Zschocke - Kutasov, secondo i dati forniti, si ottiene un valore stabilizzato di 83°C a una profondità di 2600 metri nel pozzo S.G.1, mentre Pasquale et al., 2008 fornisce un valore di 79°C (vedi figura 15).



A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

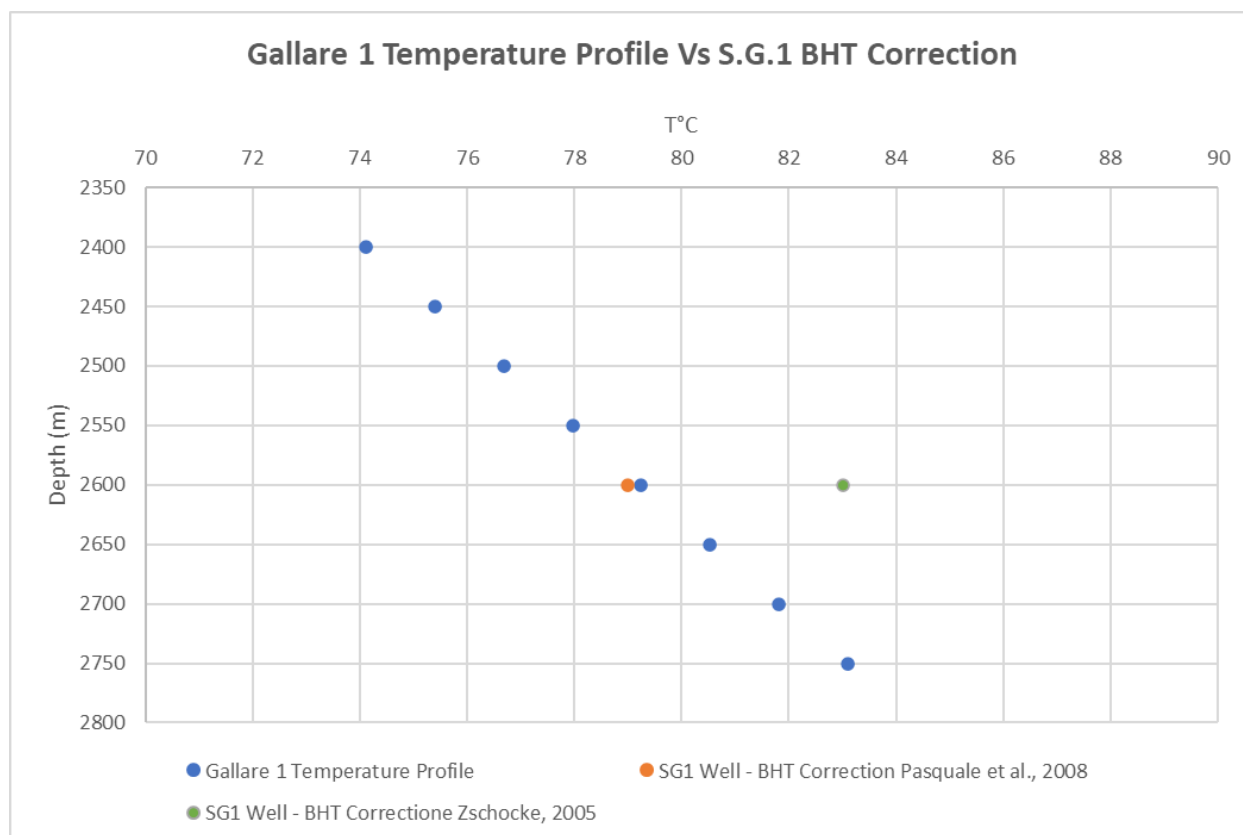


Figura 15 – Correzione dati di temperatura S.G.1 e profilo di temperatura Gallare 1

In base all'analisi dei dati di temperatura si osserva che il gradiente geotermico nel pozzo "S.G.1" è molto simile a quello stimato nel pozzo "Gallare 1".

Ai fini del presente studio minerario-geotermico di seguito si riporta il gradiente geotermico medio stimato relativamente alla successione Plio-Pleistocenica presente all'interno del settore del permesso di ricerca "San Giovanni"

**Estimated Geothermal gradient of
Plio/Pleistocene Succession) (°C/m)**
0.0254

| | | |
|---|---|-------------------|
|  | A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA | 03 APRILE 2026 |
|---|---|-------------------|

6 CHIMISMO ATTESO DEL FLUIDO GEOTERMICO

Al fine della prognosis del chimismo del fluido geotermico all'interno del target pliocenico: sequenza PL3b, di seguito si riportano gli stralci delle caratteristiche del fluido di formazione derivanti dall'analisi bibliografica in settori limitrofi al permesso di ricerca "San Giovanni".

In particolare sono stati presi a riferimento rispettivamente i dati del campo pozzi di Alfonsine, ubicato a circa 20 Km verso S-SO rispetto al permesso di ricerca "San Giovanni", e nel campo pozzi di Tresigallo ubicato a circa 15-17 Km verso O-NO rispetto al permesso "San Giovanni" (vedi fig. 16).

Inoltre sono stati valutati anche i dati relativi all'offset well "Trava 1" ubicato a circa 5 Km verso sud rispetto al permesso "San Giovanni" (fig.16).



A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

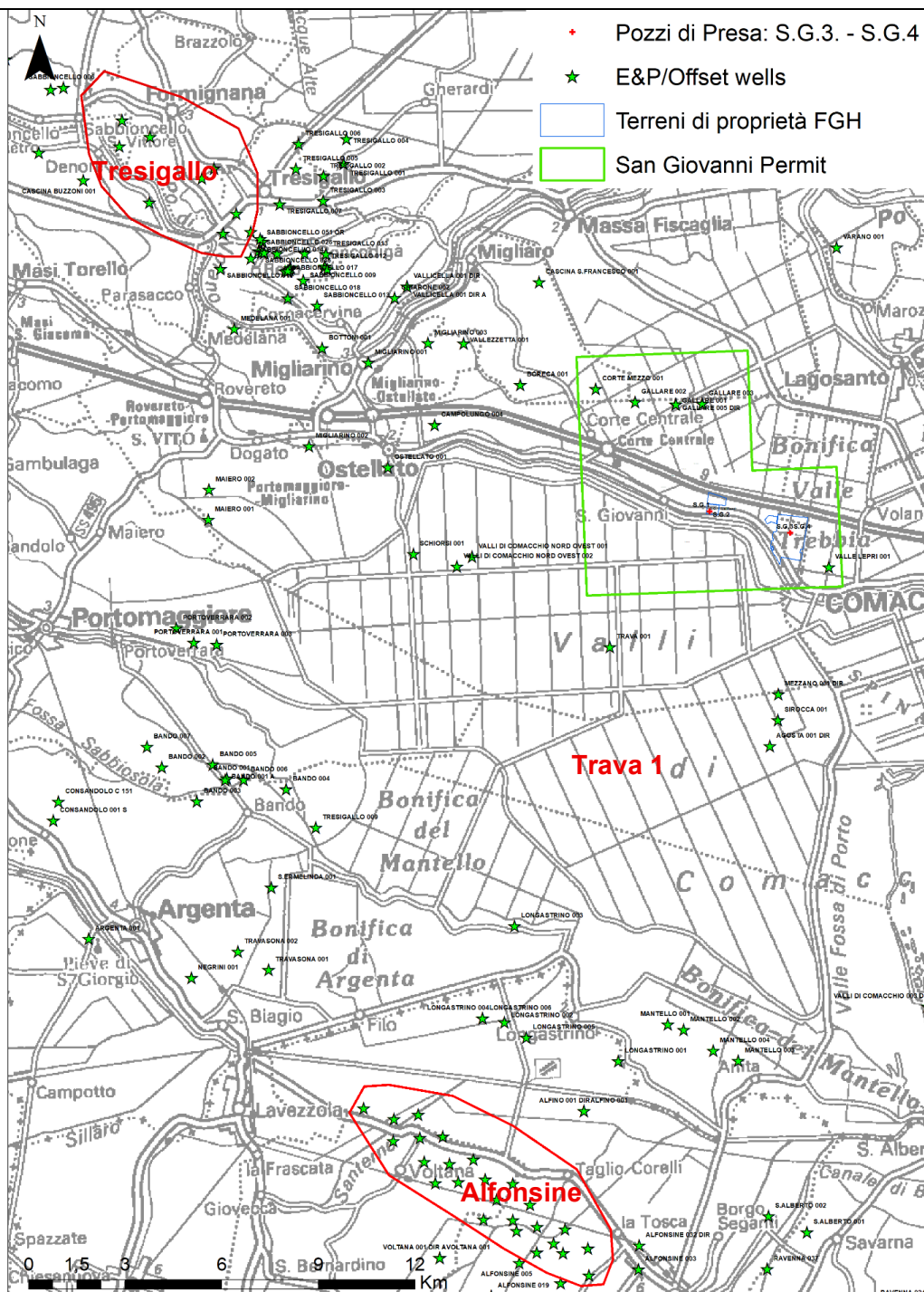


Figura 16 – Quadro di Unione con ubicazione dei campi pozzi di Alfonsine e di Tresigallo; ubicazione permesso di ricerca “San Giovanni”



A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

6.1 Campo pozzi di “Alfonsine”

Per quanto riguarda il campo di Alfonsine, relativo a depositi sabbiosi torbiditici appartenenti al Pliocene inferiore-medio, oltre ai dati relativi alle caratteristiche delle acque riportate in figura 17 sono presenti anche le caratteristiche petrofisiche medie di permeabilità dei lobi sabbiosi torbiditici che si riportano di seguito:

***I pool permeabilità media : 39 md**

***II pool permeabilità media : 120 md**

***III pool permeabilità media : 478 md**

La temperatura registrata nel pool è di 45°C a 1502 metri di profondità con un gradiente geotermico di circa 0,022 °C/m e quindi leggermente inferiore a quello stimato nel settore del permesso di ricerca San Giovanni.

La Salinità (NaCl) è di circa 26 grammi/litro. Da evidenziare l'assenza di H₂S.

La Resistività a 20°C è di circa 0,33 Ohm*m²/m con un residuo fisso di circa 28 gr/l.



A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

Caratteristiche medie dell'acqua del secondo pool del campo di Alfonsine.

| | | | |
|-----------------------|---------------------------------|------------------------------|------|
| Peso specifico a 15°C | 1,0201 | Rapporti rispetto al residuo | |
| pH | 6,4 | Cl | 56,5 |
| Residuo a 180° C | 28,28 gr/l | Ca | 2,8 |
| Salinità (NaCl) | 26,34 » | Mg | 1,5 |
| Resistività a 20°C | 0,33 Ω m ² /m | Ca + Mg | 4,3 |
| Ferro totale | 0,043 gr/l | J | 0,10 |
| SiO ₂ | 0,01 » | Mg/Ca | 0,53 |
| Cl | 15,97 » | Valori di reazione | |
| SO ₄ | 0,30 » | Na + K | 41,9 |
| OH | assente | Ca | 4,3 |
| CO ₃ | assente | Mg | 3,8 |
| HCO ₃ | 0,25 gr/l | Cl | 48,9 |
| Ca | 0,80 » | SO ₄ | 0,7 |
| Mg | 0,43 » | HCO ₃ | 0,4 |

| | | | |
|------------------|-----------|------------------|------|
| Ossidi | 0,09 gr/l | Proprietà Palmer | |
| J | 0,03 » | Sal. primaria | 83,8 |
| Br | presente | Sal. secondaria | 15,4 |
| H ₂ S | assente | Alc. primaria | — |
| NH ₃ | presente | Alc. secondaria | 0,8 |

Non si dispone di campioni rappresentativi di acqua degli altri pools.

TEMPERATURA A PRESSIONE. – La temperatura media è di circa 45°C. alla profondità di m. 1502 con un gradiente di 57 metri per 1°C.

Figura 17 – Caratteristiche fluido di formazione del pool del campo pozzi di Alfonsine – Depositi torbiditici pliocene inferiore-medio; "I Giacimenti Gassiferi dell'Europa Occidentale" - Accademia Nazionale dei Lincei (1957).



A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

6.2 Campo pozzi di “Tresigallo”

Per quanto riguarda il campo di Tresigallo, relativo sempre a depositi sabbiosi torbiditici appartenenti al Pliocene superiore-Calabriano, oltre ai dati relativi alle caratteristiche delle acque riportate in figura 18 sono presenti anche le caratteristiche petrofisiche medie dei lobi sabbiosi torbiditici che si riportano di seguito:

***Porosità: 33%**

***Permeabilità: 366 md**

La temperatura registrata nel pool è di 49,3°C a 1487 metri di profondità con un gradiente geotermico di circa 0,025 °C/m e quindi praticamente identico a quello stimato nel settore del permesso di ricerca San Giovanni.

Da evidenziare come il campo pozzi “Tresigallo”, oltre a essere in un contesto strutturale molto simile al settore del permesso “San Giovanni” vada a interessare proprio la successione del pliocene superiore-pleistocene inferiore che risulta essere anche in chiave cronostratigrafica la stessa successione che rappresenta il “target” geotermico dei pozzi nel permesso “San Giovanni”.

Caratteristiche medie delle acque di Tresigallo.

| | | | |
|-----------------------|-------------|------------------------------|------|
| Peso specifico a 15°C | 1,0370 | Rapporti rispetto al residuo | |
| pH | 7,3 | Cl | 58,9 |
| Residuo a 180°C | 50,62 gr/l | Ca | 1,9 |
| Salinità (NaCl) | 49,11 » | Mg | 0,8 |
| Resistività a 20°C | 0,14 Ω m²/m | Ca + Mg | 2,7 |
| Ferro totale | tracce | J | 0,10 |
| SiO ₂ | 0,02 gr/l | Mg/Ca | 0,44 |



A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

| | | | |
|------------------|------------|--------------------|------|
| Cl | 29,79 gr/l | Valori di reazione | |
| SO ₄ | tracce | Na + K | 45,2 |
| OH | assente | Ca | 2,8 |
| CO ₃ | assente | Mg | 2,0 |
| HCO ₃ | 0,26 gr/l | Cl | 49,8 |
| Ca | 0,97 » | SO ₄ | — |
| Mg | 0,43 » | HCO ₃ | 0,2 |
| Ossidi | tracce | Proprietà Palmer | |
| J | 0,05 gr/l | Sal. primaria | 90,4 |
| Br | presente | Sal. secondaria | 9,2 |
| H ₂ S | assente | Alc. primaria | — |
| NH ₃ | presente | Alc. secondaria | 0,4 |

Figura 18 – Caratteristiche fluido di formazione del pool del campo pozzi di Tresigallo – Depositi torbiditici pliocene inferiore-medio; “I Giacimenti Gassiferi dell’Europa Occidentale” - Accademia Nazionale dei Lincei (1957).

La Salinità (NaCl) è di circa 49 grammi/litro. Da evidenziare anche in questo caso l'assenza di H₂S.

La Resistività a 20°C è di circa 0,14 Ohm*m²/m con un residuo fisso di circa 50 gr/l.

6.3 Analisi Resistivity Log - Well San Giovanni 1

Al fine di integrare l'analisi per quanto riguarda il chimismo atteso sono stati analizzati anche i valori dei log di resistività derivanti dai file .las e relativi al pozzo “San Giovanni 1” (fig. 19).



A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

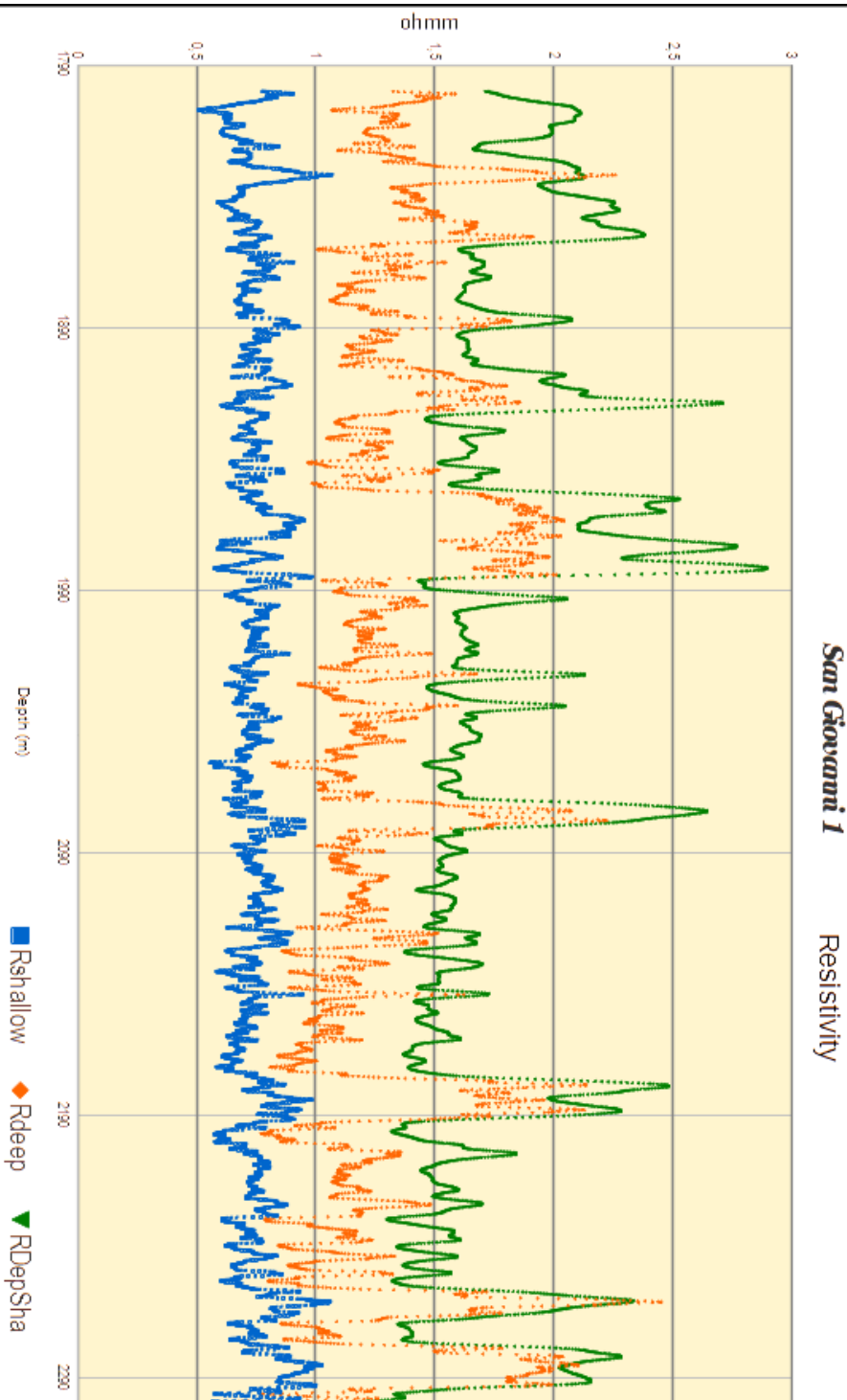


Figura 19 – Andamento valori resistivity: R Shallow – R Deep - RDepSha



A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

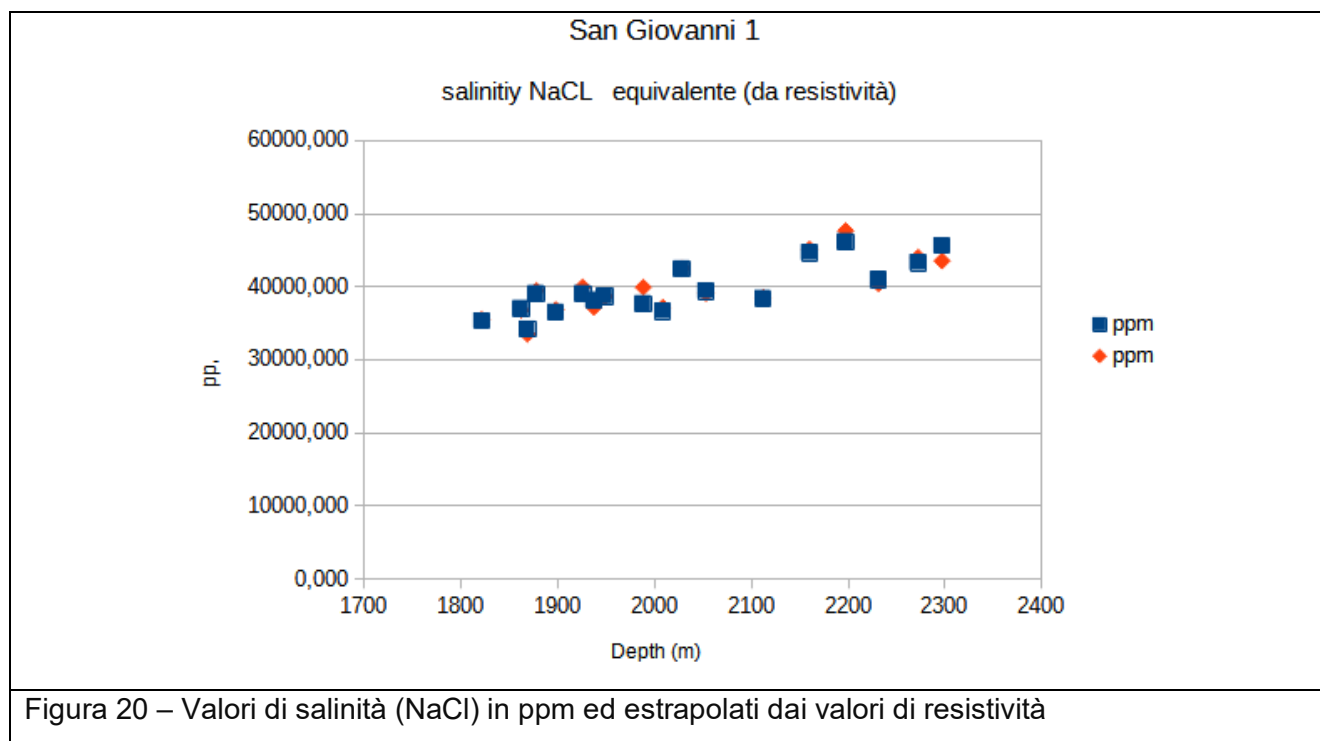
Partendo da circa 1790 metri fino a circa 2300 metri di profondità, analizzando i dati in chiave analitica, è stata estrapolata la salinità equivalente (NaCl) in ppm (vedi fig. 20).

| avg depth | ppm | ppm |
|-----------|-------|-------|
| 1821,4 | 35309 | 35516 |
| 1861,9 | 37016 | 36788 |
| 1868,5 | 34190 | 33502 |
| 1877,6 | 39070 | 39470 |
| 1897,8 | 36502 | 36868 |
| 1925,5 | 39055 | 39964 |
| 1937,1 | 38170 | 37191 |
| 1948,5 | 38669 | 38667 |
| 1988,1 | 37673 | 39924 |
| 2008,4 | 36655 | 37180 |
| 2028,2 | 42454 | 42533 |
| 2053,0 | 39419 | 39096 |
| 2112,1 | 38393 | 38537 |
| 2159,9 | 44658 | 45154 |
| 2197,3 | 46169 | 47666 |
| 2231,2 | 40953 | 40416 |
| 2272,1 | 43294 | 44032 |
| 2296,8 | 45614 | 43535 |



A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026



Come si nota in figura 20 il range di salinità varia da un minimo di circa 34 g/l fino ad un massimo di circa 48 g/l. In generale, come è normale attendersi, si ha un trend di aumento di salinità con la profondità.

In base all'analisi svolta i valori di salinità attesi sono maggiormente confrontabili con quelli del campo di "Tresigallo": ~ 49 g/l rispetto al campo di Alfonsine: ~ 26 g/l.

Da notare anche come il Campo di Tresigallo sia quello che mostra l'assetto geologico-stratigrafico e strutturale più simile a quello presente nel permesso di ricerca "San Giovanni"

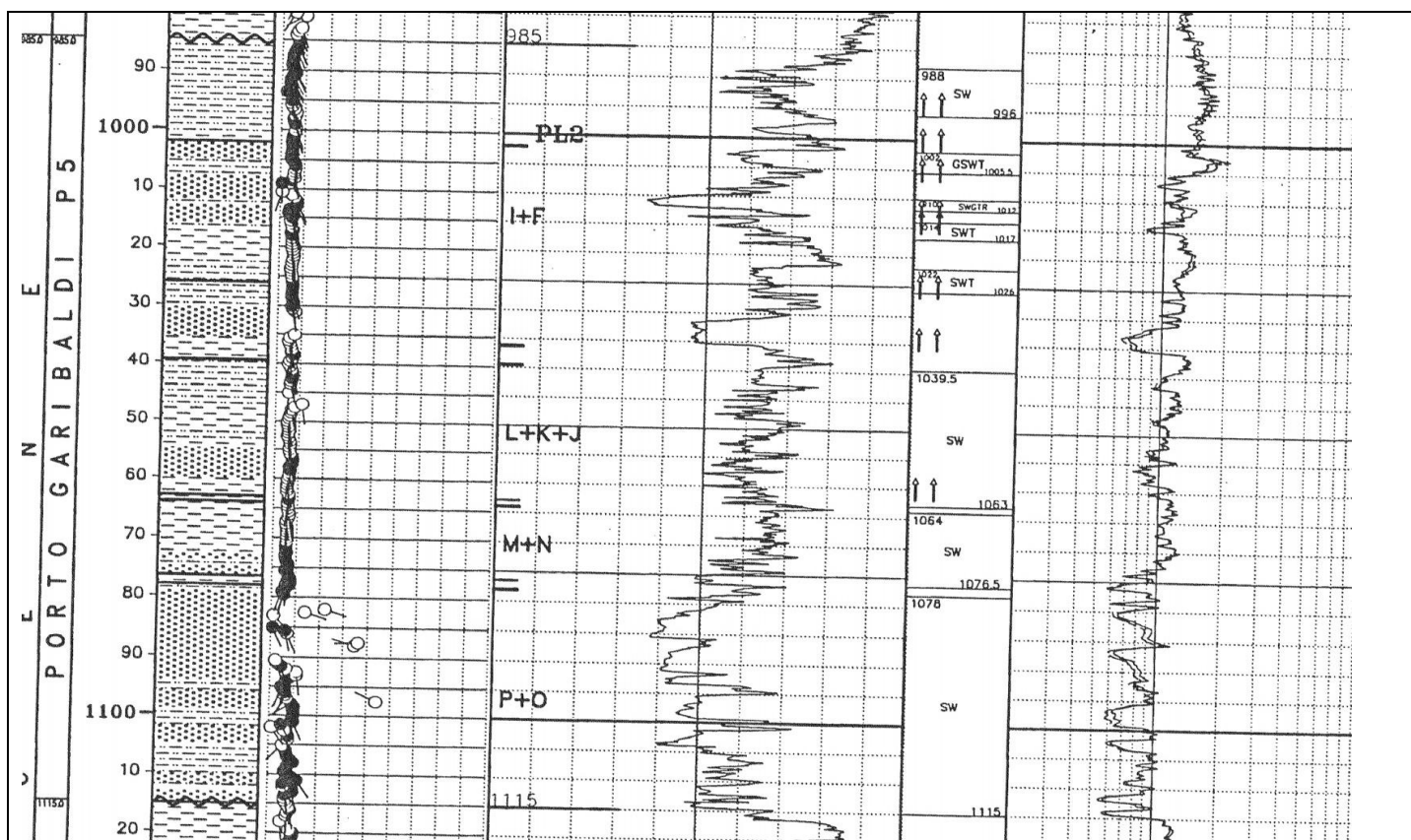
6.4 Pozzo Trava 1

Di seguito si riporta lo stralcio del profilo del pozzo "Trava 1" e le relative note minerarie in cui si evidenzia, in questo caso non da analisi di laboratorio ma dall'analisi logs e correlazioni con altri pozzi di riferimento, la presenza di fluido con salinità (NaCl) stimata in circa 70 gr/l.



A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026



RISULTATI MINERARI

Il pozzo Trava 1 aveva lo scopo di investigare una culminazione strutturale Pliocenica, con obiettivo principale la serie torbiditica della F.ne Porto Corsini. Il trend strutturale di Trava 1 in passato era stato indagato dai pozzi Tre Motte e Valli di Comacchio; in particolare il pozzo Tre Motte 3X aveva verificato le potenzialità minerarie nella serie Plio-Pleistocenica rinvenendo mineralizzazione a gas in più livelli. Dall'analisi delle curve logs e delle correlazioni con i pozzi di riferimento, risulta che le zone indiziate a mineralizzazione a gas sono concentrate nella F.ne Porto Garibaldi, mentre, la F.ne Porto Corsini (obiettivo principale da programma) non presenta alcun indizio, confermando l'assenza di manifestazioni durante la perforazione. In dettaglio gli intervalli più interessanti, correlabili al livello PL2 I-F del Tre Motte 3X, si trovano da 1002 m a 1005 m (997.8–1000.8 m.s.l.m.) e da 1010 m a 1012 m (1005.8–1007.8 m.s.l.m.) con porosità variabile da 20–30% e saturazione in acqua del 75–80%. Da 1031 m a 1035.5 m (1026.8–1031.3 m.s.l.m.) si è individuato l'acquifero con valori di salinità di 70 g/l, concordi con quelli calcolati dai pozzi di correlazione. Il pozzo è quindi risultato indiziato a gas ad elevata saturazione, ma considerata la scarsa economicità del prospect, è stata decisa la chiusura mineraria del sondaggio.

Figura 21 – Stralcio profilo di pozzo Trava 1 e note minerarie

In base a quanto riportato si ritiene che a livello probabilistico i valori di salinità attesi nel serbatoio geotermico siano variabili da un minimo di salinità (NaCl) di 35-40 g/l fino ad un massimo di 45-50 g/l.

| | | |
|---|---|-------------------|
|  | A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA | 03 APRILE 2026 |
|---|---|-------------------|

7 CARATTERISTICHE PETROFISICHE DEL SERBATOIO – PERMEABILITA' ATTESA

I dati di permeabilità/conducibilità idraulica del potenziale serbatoio geotermico sono stati analizzati e dedotti sia dall'analisi di alcuni degli offset wells presenti nei settori limitrofi al permesso di ricerca San Giovanni: dati derivanti sia da analisi di laboratorio (carote) che da prove di produzione (gas), che dallo studio bibliografico: "I Giacimenti Gassiferi dell'Europa Occidentale" - Accademia Nazionale dei Lincei (1957).

Dall'analisi svolta è stato possibile ricavare dei dati di permeabilità relativi alla F.ne Porto Garibaldi e quindi afferibili anche alla sequenza PL3 che appartiene alla suddetta formazione geologica.



A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

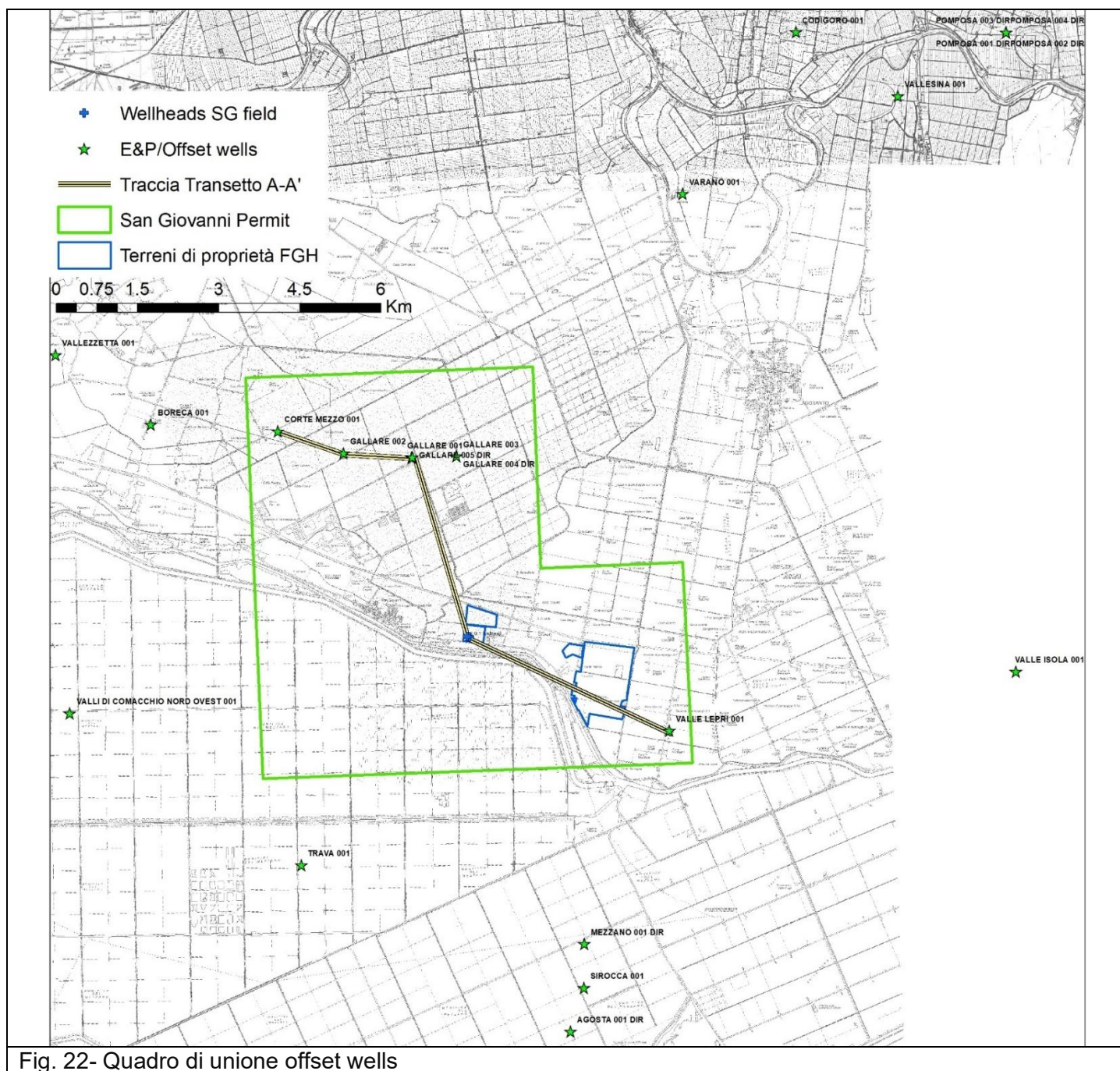
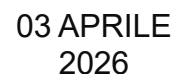


Fig. 22- Quadro di unione offset wells

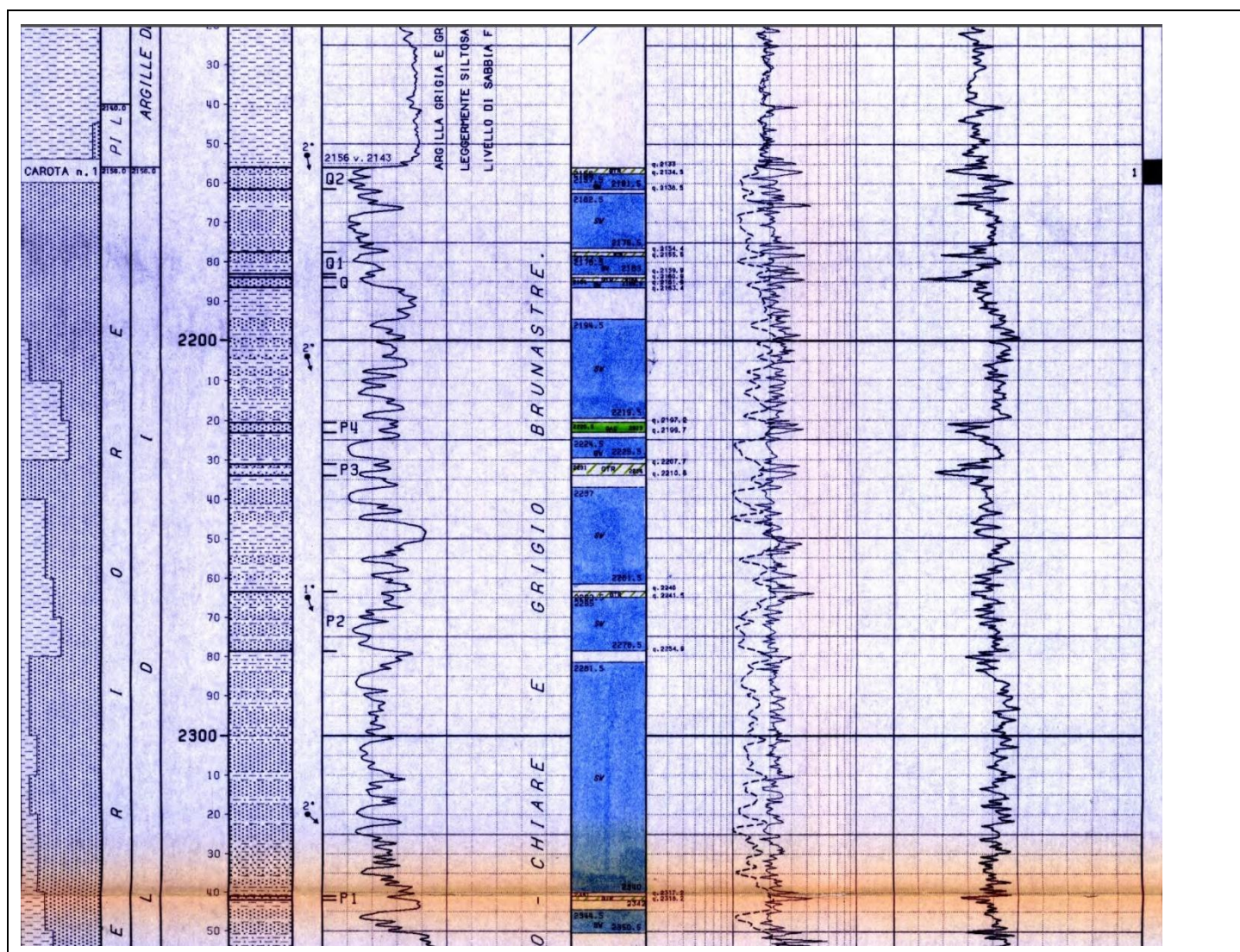




A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

Dai dati relativi alle prove di produzione nel pozzo Agosta 1 si sono calcolati valori di permeabilità variabili da 13 md (livello inferiore) a 25 md (intervallo di prova superiore) con un range di porosità media variabile dal 25-30% (intervallo inferiore) fino al 30-50% nel livello superiore (intervallo di prova 1627-1633 m).





A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

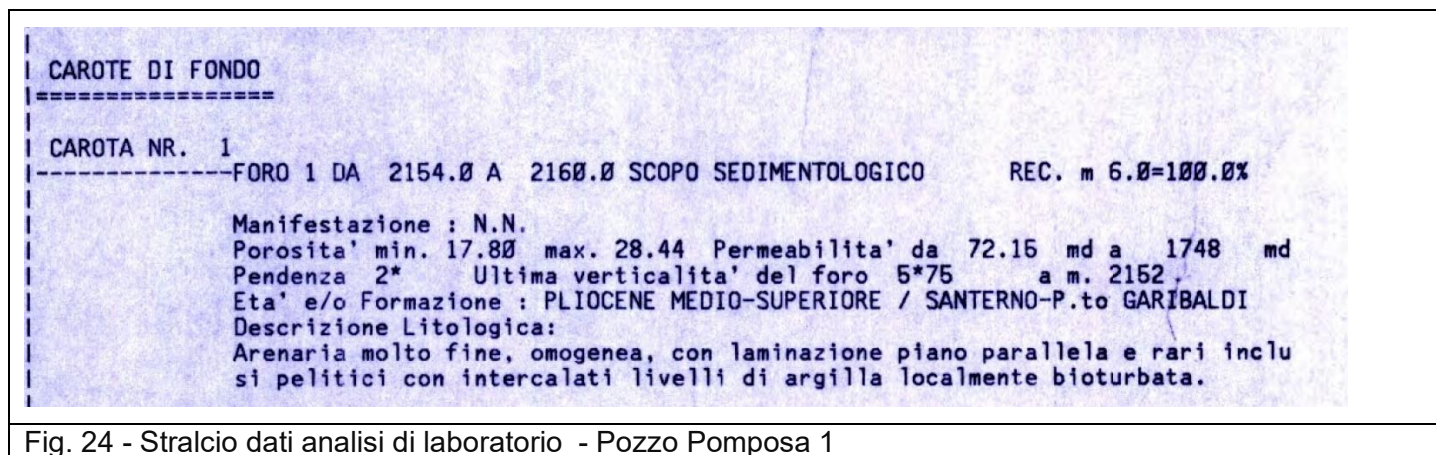
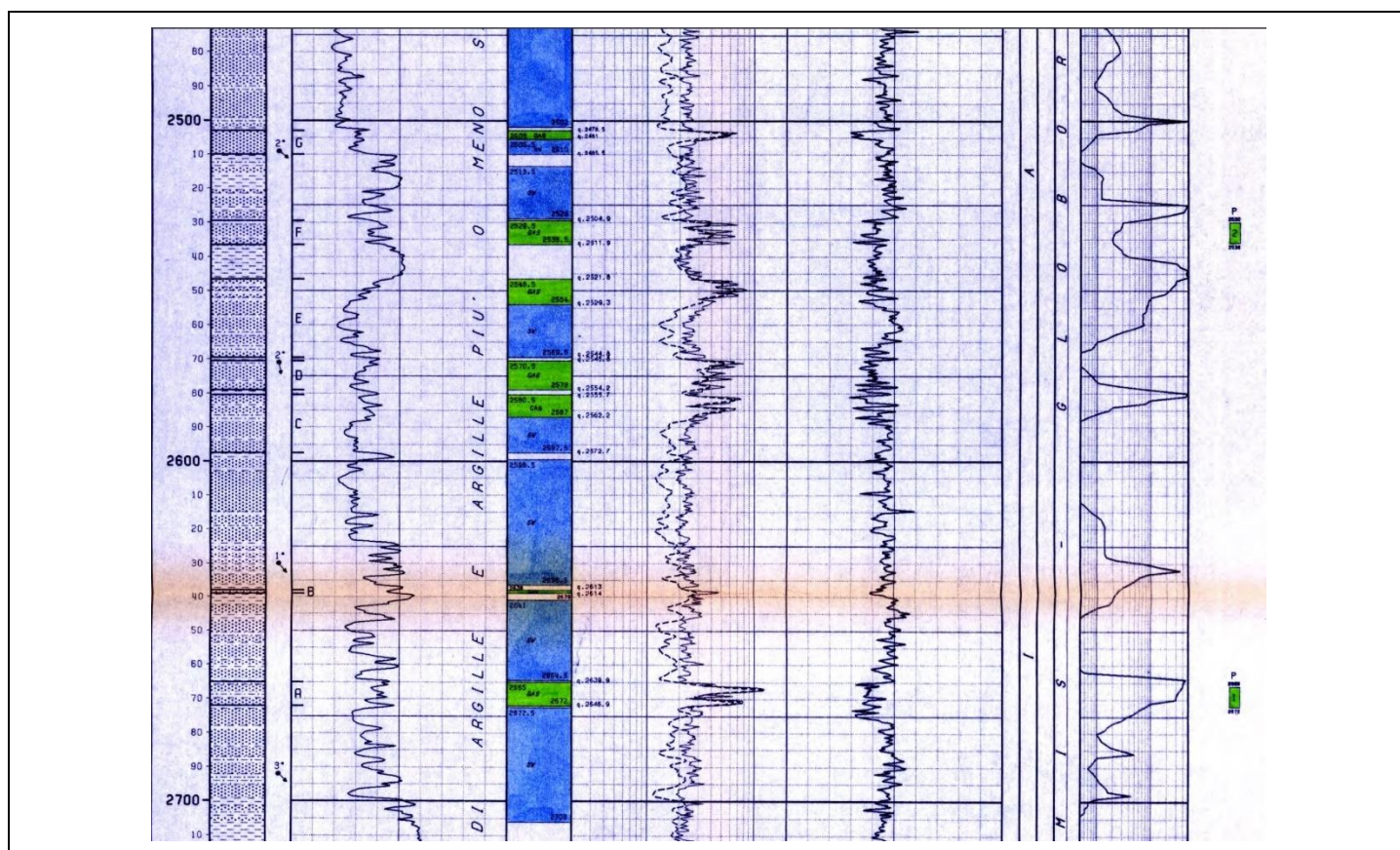


Fig. 24 - Stralcio dati analisi di laboratorio - Pozzo Pomposa 1





A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

NR. 1

FORO 1 DA 2666.0 A 2672.0 PROVA IN COLONNA

Tester Valvola di circolazione OTIS "A" SSD
Packer BAKER FH 47 B2 Diam. 07-00/00 Fissato a 2640.8 IN COLONNA
Carico 400.0 Delta P. Duse F. Fango S.Packer 11tri 620
Batteria formata TBG 2"7/8 VAM Vol. Tot. 11tri 7950
Cuscino in Batt. AZOTO + FANGO Vol. Tot. 11tri 600
Fango in Pozzo
Tipo LS. Densita' 1300 g/l. Viscosita' 46. Filtrato 7 pH 10.5. Salinita' 14.6 g/l.
Intervalli Sparati
Top m.2666. Bottom m.2668. Top m.2670. Bottom m.2672.

MISURATORI PRESSIONE DI FONDO

Riferimento | Strumento | Prof. | Prof.Vert.

| Oper. n | Durata | Dusi di testa | P.Testa | P.Fondo | R Fluido | P Vol.mc | Portata | Dens API | Clor. | pH |
|---------|--------|----------------|---------|---------|----------|----------|------------|------------|-------|----|
| STRT | 1 | 0.00 | 288.2 | | | | | | | |
| | | | | | MUD | S | 0.62 | 1300 | 14.6 | |
| | | | | | MUD | B | 0.60 | 1300 | 14.6 | |
| | | | | | NIT | B | | | | |
| CLUP | 1 | 5.00 00-03/16 | 229.5 | | NIT | B | | | | |
| | | | | | MUD | B | 0.66 | 1300 | 14.6 | |
| | | | | | GAS | F | | | | |
| SHIN | 1 | 16.30 | 248.8 | 298.0 1 | | | 95200 CMD | | | |
| FLOW | 1 | 1.00 00-03/16 | 231.3 | 282.1 1 | | | | | | |
| | | | | | GAS | F | | | | |
| FLOW | 2 | 23.00 00-01/04 | 231.0 | 281.2 1 | | | | | | |
| | | | | | MUD | S | 0.75 | 167200 CMD | | |
| | | | | | GAS | F | | | | |
| SHIN | 2 | 17.30 | 248.9 | 297.2 1 | | | | | | |
| FLOW | 3 | 0.30 00-03/16 | 229.9 | 287.4 1 | | | | | | |
| FLOW | 4 | 0.15 00-01/04 | 247.8 | 295.9 1 | | | | | | |
| SHIN | 3 | 0.15 | 248.5 | 296.7 1 | | | | | | |
| FLOW | 5 | 0.30 00-03/16 | 239.0 | 288.8 1 | | | | | | |
| FLOW | 6 | 0.20 00-01/04 | 227.4 | 281.8 1 | | | | | | |
| FLOW | 7 | 11.40 00-03/08 | 200.9 | 266.8 1 | | | | | | |
| | | | | | GAS | F | 308900 CMD | | | |
| | | | | | SW | F | 0.47 | 1000 | 25.0 | |
| SHIN | 4 | 16.30 | 248.7 | 297.1 1 | | | | | | |
| END | 1 | 0.00 | | | | | | | | |

RISULTATI DELLA PROVA

Mineralizzazione a gas.

INTERPRETAZIONE DELLA PROVA

Pressione statica di giacimento 298.1 Kg/cm²
Trasmiss. Kh/u md/m/cpd Capacita' produttiva Kh 254 mdm
Permeabilita' K 63 md Fattore di complet. C.F 56 %
Skin effect.S.E. 47.53 % E.D.R.....

Fig. 25 - Stralcio dati prova di produzione - Pozzo Pomposa 1

Dai dati relativi ai 3 intervalli provati dalle prove di produzione nel pozzo Pomposa 1 si sono calcolati valori di permeabilità di 19 md, 47 md e 63 md; mentre i valori di porosità derivanti dall'analisi della carota di fondo prelevata al top della F.ne Porto Garibaldi ha un range di porosità variabile dal 18% fino a ~30%. **Sempre dai dati relativi alla carota di fondo si hanno valori di permeabilità variabili da circa 72 md fino a circa 1748 md.**

Sempre da altri dati derivanti da prove di laboratorio nel pozzo Pomposa 2 le 3 carote che hanno interessato la F.ne Porto Garibaldi, dai 2624 metri di profondità, **hanno rilevato porosità variabili da 11% al 30% e permeabilità variabili da 20 md fino a 1838 md e quindi paragonabili a quelle rilevate nella carota di fondo del pozzo Pomposa 1.**



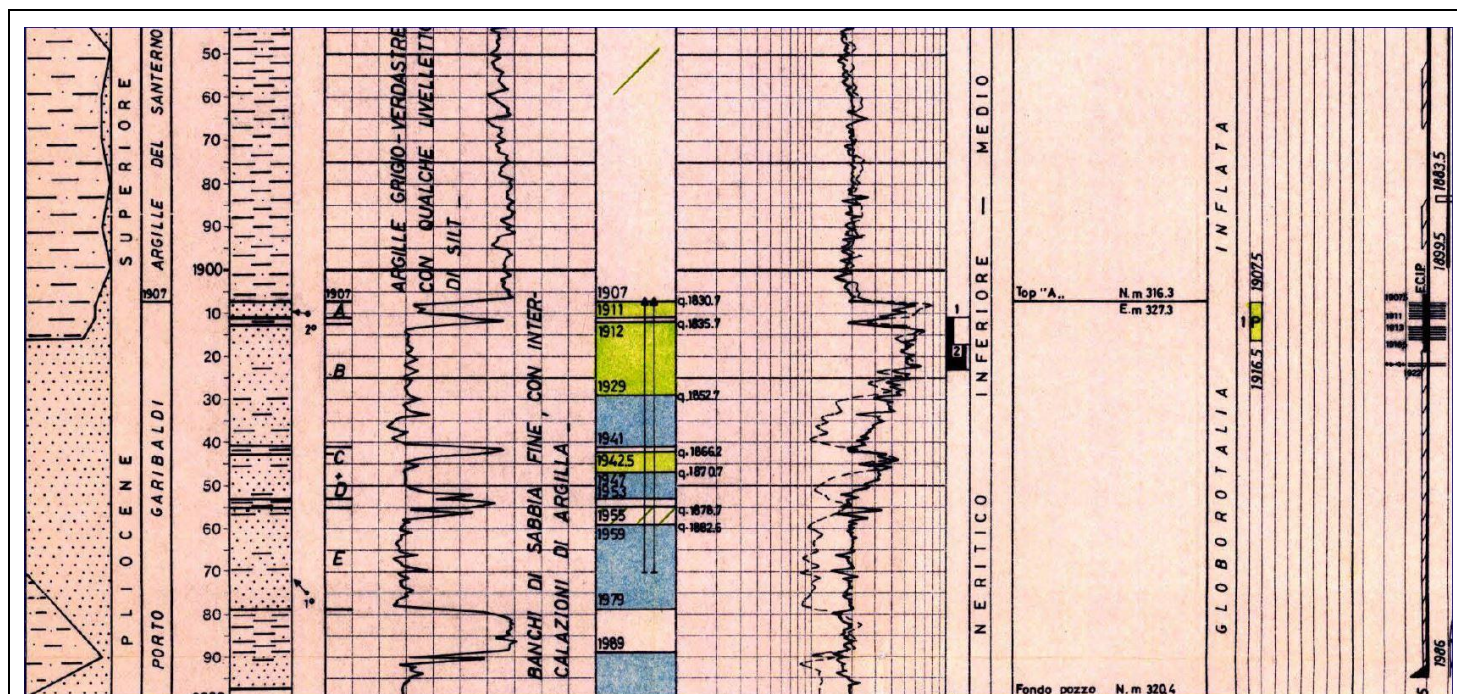
A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

| CAROTE DI FONDO | |
|--|--|
| CAROTA Nr. 1 | CAROTA Nr. 2 |
| FORO 1 DA m 1729 A m 1738 REC. m 3.6 = 40% SCOPO MINERARIO | FORO 1 DA m 2624 A m 2633 REC. m 9.0 = 100% SCOPO MINERARIO |
| Porosita' :min. 17.49% max. 26.09% | Porosita' :min. 14.11% max. 29.54% |
| Permeabilita' :da 15.2 md a 140 md | Permeabilita' :da 40.7 md a 660 md |
| Manifestazioni :NESSUNA | Manifestazioni :ODORE DI IDROCARBURI |
| Pendenza :NR | Pendenza :NR |
| Eta'e/o Formazione :PLEISTOCENE/SABBIE DI ASTI | Eta'e/o Formazione :PLIOCENE MEDIO-SUPERIORE/F. PORTO GARIBALDI |
| Descr.Litologica :ARGILLE SILTOSIE CON LIVELLI DECIMETRICI DI SABBIA MEDIO-FINE, MICACEA. | Descr.Litologica :SABBIE QUARZOSE, GRADATE DA MEDIE A FINI IN LIVELLI METRICI; INTERCALAZIONI DI ARGILLE LAMINATE. |
| CAROTA Nr. 3 | CAROTA Nr. 4 |
| FORO 1 DA m 2837 A m 2846 REC. m 6.0 = 66% SCOPO MINERARIO | FORO 1 DA m 3004 A m 3013 REC. m 4.25 = 47% SCOPO MINERARIO |
| Porosita' :min. 11.59% max. 29.28% | Porosita' :min. 15.26% max. 26.46% |
| Permeabilita' :da 19.6 md a 1905 md | Permeabilita' :da 13.2 md a 1838 md |
| Manifestazioni :ODORE DI IDROCARBURI | Manifestazioni :NESSUNA |
| Pendenza :NR | Pendenza :NR |
| Eta'e/o Formazione :PLIOCENE MEDIO-SUPERIORE/F. PORTO GARIBALDI | Eta'e/o Formazione :PLIOCENE MEDIO-SUPERIORE/F. PORTO GARIBALDI |
| Descr.Litologica :SABBIE DA MEDIE A FINI A MOLTO FINI IN LIVELLI DA METRICI A DECIMETRICI TALORA GRADATE, LOCALMENTE CEMENTATE, CON INTERCALAZIONI DI SOTTILI LIVELLI DI ARGILLE SOTTILMENTE LAMINATE. | Descr.Litologica :SABBIE DA MEDIE A FINI A MOLTO FINI IN LIVELLI METRICI, TALORA GRADATE CON INTERCALAZIONI DI ARGILLE SOTTILMENTE LAMINATE. |

Figura 26 - Stralcio dati analisi di laboratorio - Pozzo Pomposa 2

In ultimo in figura 27 sempre da altri dati derivanti da prove di laboratorio ed in questo caso relativi al pozzo Gallare 5 le 2 carote che hanno interessato la porzione superiore della sequenza PL3 dai 1911 ai 1923 metri di profondità, hanno rilevato porosità variabili da 6% al 35% e **permeabilità variabili minime da ~ 2 /20 md fino a permeabilità massime di ~ 92 /408 md.**



CAROTE DI FONDO
(descrizione)

1a) m 1911 - 1917
Rec. m 1.47 = 24.5%
Da m 1911 a m 1911.3 sabbia fine e finissima, siltosa, micacea, grigio-chiara, poco costipata.
Da m 1911.3 a m 1912.3 argilla grigio-verdastre.
Da m 1912.3 a m 1912.4 livelletto di sabbia c.s.
Da m 1912.4 a m 1912.47 argilla c.s.
Porosità: 15.51 - 32.29%
Permeab.: 1.48-91.75 mD
Età: Pliocene superiore
F.ne: Porto Garibaldi

2a) m 1917 - 1923
Rec. m 5.25 = 88%
Sabbia quarzosa, micacea, grigio-chiara a grana da media a fine-finissima, talora silt, poco costipata.
Sono presenti livelletti centimetrici di argilla grigio-chiara.
Al bottom sono presenti due livelletti di arenaria a cemento carbonatico ed un livelletto di siltite.
Porosità: 5.56 - 35.23%
Permeab.: 21.25-407.54 mD
Età: Pliocene superiore
F.ne: Porto Garibaldi

Figura 27 - Stralcio dati analisi di laboratorio da carote di fondo - Pozzo Gallare 5



A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

7.2 Dati derivanti da Bibliografia – Studi di Giacimento

Come già anticipato nel Capitolo 6 di seguito si riportano i dati relativi alle permeabilità riscontrate da analisi di laboratorio e prove di produzione relativamente al campo pozzi di “Alfonsine” e di “Tresigallo”.

CAMPO DI ALFONSINE

Le caratteristiche petrofisiche medie di permeabilità dei lobi sabbiosi torbiditici appartenenti al Pliocene inferiore-medio sono riportate di seguito:

***I pool**

permeabilità media : 39 md – porosità 21%

***II pool**

permeabilità media : 120 md – porosità: 26,5%

***III pool**

permeabilità media : 478 md – porosità: 33%

Dai dati derivanti dai 3 pool sopradescritti di ha una permeabilità media di ~ 212 md

CAMPO DI TRESIGALLO

Le caratteristiche petrofisiche medie di permeabilità dei lobi sabbiosi torbiditici appartenenti al Pliocene inferiore-medio sono riportate di seguito:

***pool principale**

permeabilità media : 366 md – porosità 33%



A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

8 MODELLO GELOGICO-FISICO DI SOTTOSUOLO

Dopo aver concluso l'interpretazione geologica attraverso la fase di picking delle principali superfici stratigrafiche sequenziali è stato possibile passare alla fase di elaborazione del modello geologico 3D.

Ai fini della modellazione è stato eseguito un refinement avente come oggetto la principale sequenza PL3b che coincide con il target geotermico principale.

In base ai dati disponibili ed alle superfici target individuate il modello ha un dominio con un'estensione areale di circa 32 Km² e verticalmente fino a 3000 millisecondi (ms).

Per quanto riguarda il modello geologico profondo si faccia riferimento all'elaborato **"APPENDICE 1 - A.GEN.1 MODELLO GEOLOGICO"**.

9 SERBATOIO GEOTERMICO – PARAMETRI PETROFISICI E IDROGEOLOGICI

9.1 Parametri petrofisici utili alla modellazione del serbatoio geotermico e alla caratterizzazione della risorsa geotermica

Nei capitoli precedenti è stato svolto uno studio geologico-minerario il più approfondito possibile in base ai dati presenti sia all'interno del permesso "San Giovanni" che nei settori limitrofi e basandosi sia su dati diretti: prove di produzione, analisi di laboratorio, cuttings ecc.. che indiretti: analisi dei log elettrici.

Si ricorda, come descritto in precedenza, che in base alla revisione del modello geologico-idrostratigrafico all'interno della sequenza PL3b e del "target geotermico" sono stati distinti 4 lobi torbiditici principali che possono essere suddivisi in chiave idrostratigrafica come segue:

*Unità Acquifera A2-e: Lobo 4

*Unità Acquifera A3-b: Lobo 2 + Lobo 3

*Unità Acquifera A3-a: Lobo 1



A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

Di seguito si riportano, in sintesi tabellare (Tabella I e Tabella II), le prognosi dei valori prob. P50 e P90 dei parametri petrofisici rispettivamente dell' Unità Acquifera A3-b e dell'Unità Acquifera A3-a.

Queste unità acquifere sono costituite da depositi torbiditici medio-prossimali costituiti da sheet sabbiosi plurimetri e/o decametri che sono prevalenti rispetto alle facies fini limoso-argillose

Tabella I – Parametri Petrofisici

| Lobo 1 - Unità acquifera A3a - Torbiditi medio-prossimali - sheet sabbiosi | | | |
|---|---------|---------|--------------------|
| heat transport | simbolo | | Valori |
| Porosity (P50) | | | 0,21 |
| capacità termica acqua | | Mj/m3/K | 4 |
| capacità termica solido | | Mj/m3/K | 2,2 |
| K acqua | | J/m/s/K | 0,65 |
| K solido | | J/m/s/K | 2,3 |
| dispersività termica long | | m | 10 |
| dispersività termica tras. | | m | 1 |
| Salinità media del fluido (Na Cl) | | g/l | 45 |
| densità fluido | w-r | kg/m3 | 1,04 |
| Parametri idrogeologici e geotermici | simbolo | u.m. | |
| Conducibilità idraulica orizzontale o equivalente (P50 med.) | Kh | m/s | 9,13235E-07 |
| Conducibilità idraulica verticale o equivalente (P50 med.) | Kv | m/s | 9,13235E-08 |
| Conducibilità idraulica orizzontale o equivalente (P90 min.) | Kh | m/s | 6,7291E-07 |
| Conducibilità idraulica verticale o equivalente (P90 min.) | Kv | m/s | 6,7291E-08 |
| | | | |
| gradiente idraulico (piezometria indicativa) | i | [-] | 0 |
| profilo di temperatura (H vs. T) | T | m, °C | vedi file .las |
| Local heat baseflow | HF | mW/m2 | 55 |



A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

Tabella II – Parametri Petrofisici

| Lobo 2 e Lobo 3 - Unità acquifera A3b - Torbiditi medio-prossimali - sheet sabbiosi | | | |
|--|---------|---------|-------------------|
| heat transport | simbolo | | Valori |
| Porosity (P50) | | | 0,25 |
| capacità termica acqua | | Mj/m3/K | 4 |
| capacità termica solido | | Mj/m3/K | 2,2 |
| K acqua | | J/m/s/K | 0,65 |
| K solido | | J/m/s/K | 2,3 |
| dispersività termica long | | m | 10 |
| dispersività termica tras. | | m | 1 |
| Salinità media del fluido (Na Cl) | | g/l | 45 |
| densità fluido | w-r | kg/m3 | 1,04 |
| | | | |
| Parametri idrogeologici e geotermici | simbolo | u.m. | |
| Conducibilità idraulica orizzontale o equivalente (P50 med.) | Kh | m/s | 1,9226E-06 |
| Conducibilità idraulica verticale o equivalente (P50 med.) | Kv | m/s | 1,9226E-07 |
| Conducibilità idraulica orizzontale o equivalente (P90 min.) | Kh | m/s | 8,6517E-07 |
| Conducibilità idraulica verticale o equivalente (P90 min.) | Kv | m/s | 8,6517E-08 |
| gradiente idraulico (piezometria indicativa) | i | [-] | 0 |
| profilo di temperatura (H vs. T) | T | m, °C | vedi file .las |
| Local heat baseflow | HF | mW/m2 | 55 |

Tabella III – Parametri Petrofisici

| Lobo 4 - Unità acquifera A2-e - Torbiditi medio-prossimali - sheet sabbiosi | | | |
|--|---------|---------|-------------|
| heat transport | simbolo | | Valori |
| Porosity (P50) | | | 0,24 |
| capacità termica acqua | | Mj/m3/K | 4 |
| capacità termica solido | | Mj/m3/K | 2,2 |
| K acqua | | J/m/s/K | 0,65 |
| K solido | | J/m/s/K | 2,3 |
| dispersività termica long | | m | 10 |



A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

| | | | |
|--|---------|--------|-------------------|
| dispersività termica tras. | | m | 1 |
| Salinità media del fluido (Na Cl) | | g/l | 45 |
| densità fluido | w-r | kg/m3 | 1,04 |
| Parametri idrogeologici e geotermici | simbolo | u.m. | |
| Conducibilità idraulica orizzontale o equivalente (P50 med.) | Kh | m/s | 6,9226E-06 |
| Conducibilità idraulica verticale o equivalente (P50 med.) | Kv | m/s | 6,9226E-07 |
| Conducibilità idraulica orizzontale o equivalente (P90 min.) | Kh | m/s | 1,6517E-06 |
| Conducibilità idraulica verticale o equivalente (P90 min.) | Kv | m/s | 1,6517E-07 |
| | | | |
| gradiente idraulico (piezometria indicativa) | i | [-] | 0 |
| profilo di temperatura (H vs. T) | T | m, T°C | vedi file .las |
| Local heat baseflow | HF | mW/m2 | 55 |

Di seguito sono stati inseriti anche i dati di prognosis relativi alla sequenza PL3a (Unità Acquifero A4) anche se la stessa non rappresenta il principale “target geotermico” all’interno del permesso di ricerca “San Giovanni” ma è servita come sequenza da inserire nella porzione basale del modello geologico di sottosuolo (vedi Appendice 1 – A.GEN.1”) e del modello numerico (vedi elaborato B.GEN.1).

Tabella IV – Parametri Petrofisici

| | | | |
|--|---------|---------|------------------|
| Unità acquifera A4 – Layer 8 - Torbiditi medio-distali sheet sabbiosi | | | |
| heat transport | simbolo | | Valori |
| Porosity (P50) | | | 0,20 |
| capacità termica acqua | | Mj/m3/K | 4 |
| capacità termica solido | | Mj/m3/K | 2,2 |
| K acqua | | J/m/s/K | 0,65 |
| K solido | | J/m/s/K | 2,3 |
| dispersività termica long | | m | 10 |
| dispersività termica tras. | | m | 1 |
| Salinità media del fluido (Na Cl) | | g/l | 45 |
| densità fluido | w-r | kg/m3 | 1,04 |
| Parametri idrogeologici e geotermici | simbolo | u.m. | |
| Conducibilità idraulica orizzontale o equivalente (P50 med.) | Kh | m/s | 6,056E-07 |
| Conducibilità idraulica verticale o equivalente (P50 med.) | Kv | m/s | 6,056E-08 |
| Conducibilità idraulica orizzontale o equivalente (P90 min.) | Kh | m/s | 4,80E-07 |



A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA

03 APRILE
2026

| | | | |
|--|----|--------|-----------------|
| Conducibilità idraulica verticale o equivalente (P90 min.) | Kv | m/s | 4,80E-08 |
| gradiente idraulico (piezometria indicativa) | i | [-] | 0 |
| profilo di temperatura (H vs. T) | T | m, T°C | vedi file .las |
| Local heat baseflow | HF | mW/m2 | 55 |

10 CONCLUSIONI

In questa relazione mineraria e geotermica del permesso di ricerca “San Giovanni” sono stati reperiti i principali dati geologici-minerari, petrofisici relativamente al settore di sottosuolo oggetto di studio ed in particolare relativi al “target” geotermico principale.

Questi dati sono stati analizzati ed interpretati in chiave geologica e geotermica al fine di essere utilizzati come dati di input per la fase di modellazione del serbatoio geotermico (vedi elaborato “**B.GEN.1 - Modello di Serbatoio -Permesso San Giovanni**”).

Diversi parametri e dati derivati da questa relazione mineraria hanno assunto particolare importanza anche per l’elaborazione del modello geologico-fisico di sottosuolo (vedi “**Appendice 1 – A.GEN.1 Modello Geologico-Fisico di Sottosuolo - Permesso San Giovanni**”).

| | | |
|---|---|-------------------|
|  | A.GEN.1 – RELAZIONE MINERARIA E GEOTERMICA | 03 APRILE 2026 |
|---|---|-------------------|

Felino 03/04/2026

Dott. Geol. Giulio Torri

