

Comune di GALLIPOLI

PROVINCIA DI LECCE

PROGETTO DI RIATTIVAZIONE PER RECUPERO AMBIENTALE (FG. 12 P.LLE 9p-40p-67p E 69p) E AMPLIAMENTO (FG. 12 P.LLE 6p E 40p) DEI SITI ESTRATTIVI IN LOCALITA' "MATER GRATIAE" CON VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (OVE OCCORRE EX ART. 29 D.LGS. 152/2006)

Relazione idrogeomorfologica

Data: febbraio 2025

Aggiorn. maggio 2025

Visto:

Il Committente:

*Ditta LU.PA. CAVE s.n.c.
di Luigi e Paolo MAURO
C.da Mater Gratiae - S.P. 361 Km 26
73014 Gallipoli (LE)
P.Iva 04252830759*

Il Geologo

Dott. Fabio MACRI'



Studio Tecnico di Geologia

Via O. Andretta, 10 - 73024 MAGLIE (LE)
Cod. Fisc. MCR FBA 65D15 E815H

Tel. 347-6523624
P.IVA 03278370758

e-mail: geo.macri@tiscali.it
PEC: fabiomacri@pec.epap.it

Indice

1. PREMESSA	1
2. CARATTERI MORFOLOGICI E GEOLOGICO-STRUTTURALI	2
3. CARATTERI LITO-STRATIGRAFICI.....	1
3.1 CALcare DI ALTAMURA (CRETACEO SUPERIORE).....	1
3.2 CALCARENITE DI GRAVINA (PLEISTOCENE INF).....	2
3.3 ARGILLE SUBAPPENNINE (EMILIANO-SICILIANO).....	3
3.4 DEPOSITI MARINI TERRAZZATI (POST-SICILIANO/TIRRENIANO).....	3
3.4.1 <i>Calcareniti ben cementate tipo “carparo” (post-Siciliano I)</i>	3
3.4.2 <i>Calcareniti a grana fine (post-Siciliano II)</i>	7
3.4.3 <i>Calcareniti a Strombi (Tirreniano)</i>	7
3.5 DEPOSITI DUNARI ANTICHI E RECENTI.....	8
3.6 DEPOSITI DI SPIAGGIA, DUNE ATTUALI E DEPOSITI PALUSTRI RECENTI.....	8
4. VINCOLISTICA GEOLOGICA GRAVANTE SUL SITO	9
4.1 PIANO DI BACINO DELLA PUGLIA, STRALCIO ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI).....	9
4.2 VINCOLO IDROGEOLOGICO	10
4.3 PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE	12
5. CARATTERISTICHE LITOLOGICHE ED ASSETTO STRUTTURALE DELLE PARETI DI CAVA	15
6. CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE.....	27
6.1 IDROGRAFIA SUPERFICIALE	27
6.2 ACQUE SOTTERRANEE	27
6.2.1 <i>Falda superficiale</i>	27
6.2.2 <i>Falda profonda</i>	31
7. RAPPORTI STRATIGRAFICI TRA LE FORMAZIONI E SUCCESSIONE DEGLI ACQUIFERI	34
8. VALORE DEL COEFFICIENTE DI CONDUCIBILITÀ IDRAULICA E VULNERABILITÀ DELLA FALDA	36
8.1 PROVE DI PERMEABILITÀ	36
8.2 VULNERABILITÀ DELLA FALDA	40
8.2.1 <i>Definizione del franco di sicurezza</i>	40
8.2.2 <i>Valutazione del tempo di percolazione delle acque meteoriche</i>	40

1. PREMESSA

La presente relazione è stata redatta per conto della Ditta LU.PA. CAVE s.n.c. di Luigi e Paolo MAURO, con sede in Gallipoli in C.da Mater Gratiae - S.P. 361 km 26, in relazione al *PROGETTO DI RIATTIVAZIONE PER RECUPERO AMBIENTALE (FG. 12 P.LLE 9p-40p-67p E 69p) E AMPLIAMENTO (FG. 12 P.LLE 6p E 40p) DEI SITI ESTRATTIVI IN LOCALITA' "MATER GRATIAE" CON VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (OVE OCCORRE EX ART. 29 D.LGS. 152/2006)* in Gallipoli (LE).

Tale progetto non prevede alcuna operazione di scavo all'interno del Sito 1 (Foglio di mappa 12 p.lle 69 parte e 9 parte) e del Sito 2 (Foglio di mappa 12 p.lle 40 parte, 67 parte e 69 parte), ma solo il recupero naturalistico delle due aree di cava attraverso la stesura di terreno vegetale, adeguatamente lavorato e concimato, per un'altezza di 0,30 mt cui seguirà la piantumazione di essenze autoctone tipiche della macchia mediterranea e la formazione di prato rustico polifita.

In ossequio alle richieste formulate dal Settore 3 - Sviluppo del Territorio Lavori Pubblici e Ambiente Sezione Ambiente del Comune di Gallipoli in data 16.01.2025, è stato condotto uno studio geomorfologico e idrogeologico relativamente all'area interessata dal progetto.

Nella presente relazione vengono inizialmente presi in esame gli aspetti geologico-morfologici generali e di dettaglio dell'area indagata, sulla base del rilevamento effettuato e dei dati desunti dalla bibliografia geologica. Sono stati poi ricostruiti sia i caratteri dell'idrografia superficiale dell'area che quelli relativi alla circolazione idrica sotterranea.

I dati acquisiti hanno consentito, infine, di definire le caratteristiche generali e di dettaglio del sito progettuale e la redazione dei seguenti allegati cartografici:

- *Carta geomorfologica;*
- *Carta geologica;*
- *Carta idrogeologica;*
- *Sezione idrogeologica.*

2. CARATTERI MORFOLOGICI E GEOLOGICO-STRUTTURALI

Le due aree in esame sono pressoché limitrofe e ricadono nell'agro del Comune di Gallipoli (LE) circa 2,5 km a est della periferia urbana, nei pressi della chiesa della Madonna delle Grazie (**Fig. 1**). Nella cartografia ufficiale dell'I.G.M. ricadono nella Tav. "Gallipoli", III quadrante S.O. del Foglio n° 214 della Carta d'Italia in scala 1:25.000.

La zona in oggetto è inserita in un importante distretto estrattivo, loc. "Mater Gratiae", di litotipi calcarenitici noti con il nome commerciale di "carparo".

L'accesso all'area di cava è assicurato dalla S.P. 361 (ex S.S. 459), **Fig. 1**.

Dal punto di vista morfologico (**Fig. 2**) l'area ricade nell'ambito di una zona sub-pianeggiante con quote del piano di campagna originario oscillanti tra 45÷49 metri sul l.m.. Le pendenze dell'area risultano in linea generale inferiori al 5%. La superficie topografica si abbassa progressivamente in direzione della costa, con pendenze localmente anche piuttosto accentuate.

La morfologia del territorio risulta fortemente condizionata soprattutto dagli eventi che hanno segnato l'evoluzione paleogeografica dell'area durante il Quaternario. Tali vicende, legate alle oscillazioni di origine glacio-eustatica del livello marino, hanno determinato numerosi episodi di ingressione marina. Diversi cordoni di dune fossili, disposti parallelamente all'attuale linea di costa, indicano un progressivo ritiro del mare, testimoniato anche dalla presenza di vari gradini morfologici correlabili con antiche linee di costa. Al primo ordine di dune, disposto a quote non superiori ai 46 metri s.l.m., corrisponderebbe una linea di costa a 35-40 metri sull'attuale livello mare. Al secondo ordine di dune, rinvenibile sino al livello massimo di 26 metri s.l.m., risulta associata una linea di costa ubicata intorno ai 15-20 metri sull'attuale livello mare, che si sarebbe spostata via via a quote minori. Alle dune del terzo ordine, situate a quote comprese tra i 7 metri e poco al di sotto dell'attuale l.m., rinvenibili in lembi lungo tutta la costa, si può riferire una linea di costa posta appunto pochi metri al di sotto dell'attuale livello mare.

La successiva ingressione flandriana ha consentito la formazione delle dune più recenti e portato il livello del mare all'attuale quota.

L'area in esame è situata sul versante ionico della Penisola Salentina, alle pendici di blandi rilievi collinari ("Serre Salentine") che corrispondono ad altrettanti alti strutturali caratterizzati, nelle zone più interne e più elevate, dalla diffusa presenza in affioramento di rocce calcareo-dolomitiche di età mesozoica.

Queste ultime appartengono ad una potente successione stratigrafica che, con uno spessore anche superiore ai 6000 metri, costituisce l'ossatura ed il substrato basale dell'intero territorio salentino ("piattaforma carbonatica apula").

In corrispondenza della fascia costiera di Gallipoli, le rocce del basamento mesozoico sono dislocate per faglia a profondità superiori ai 100 metri dal p.c. e ricoperte da depositi quaternari a composizione calcarenitica, limoso-argillosa e sabbiosa.

Sistemi di faglie dirette, sub-paralleli alla linea di costa, con prevalente direzione NW-SE, hanno infatti ribassato il substrato calcareo secondo uno schema a "gradinata", dislocandolo a profondità crescenti in funzione della distanza dall'entroterra.

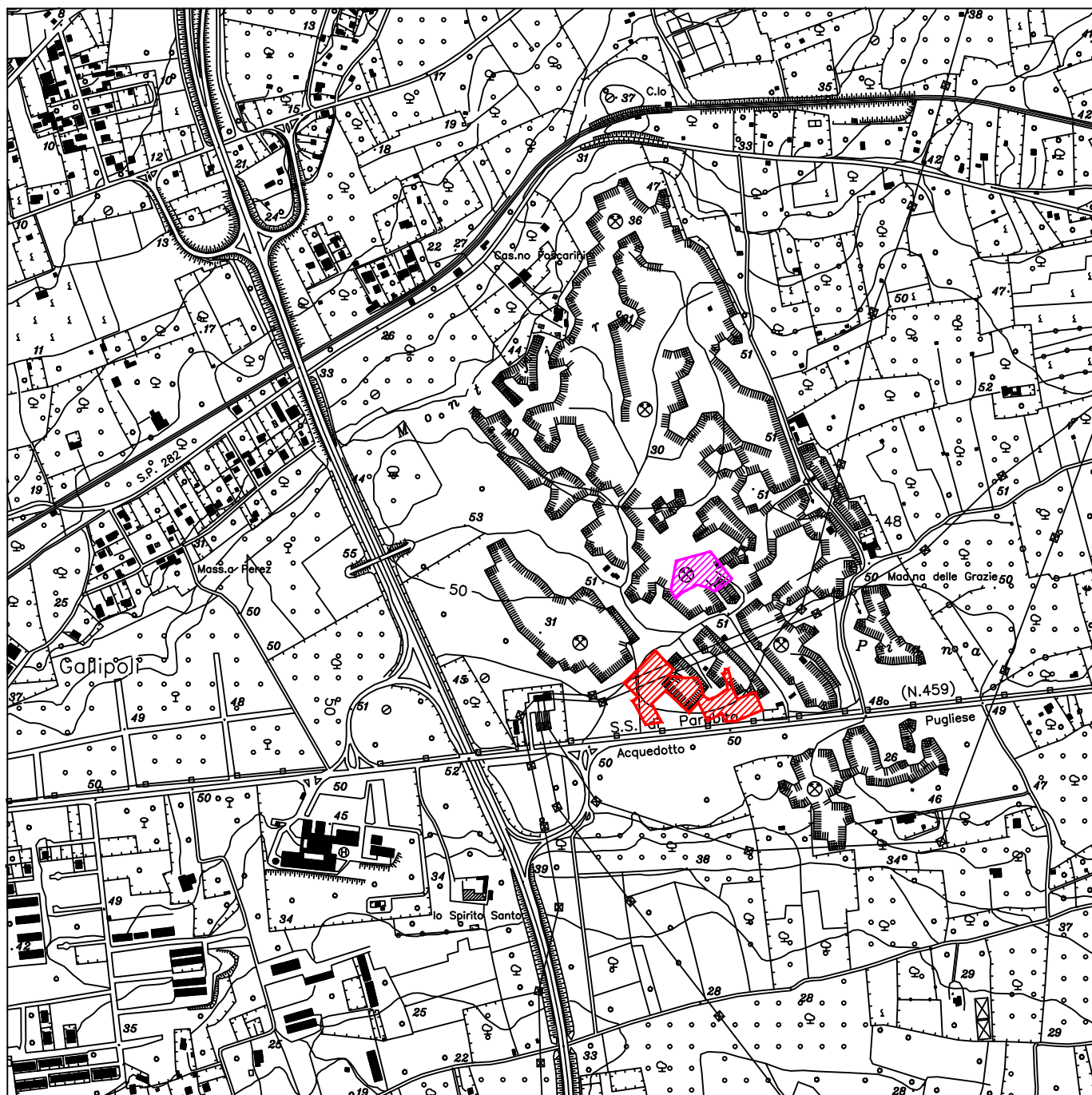
Le ingressioni marine susseguitesi in epoca quaternaria hanno poi determinato la deposizione, sulle rocce del basamento, di coltri sedimentarie di origine sia marina che continentale.

Dati scaturiti da perforazioni profonde hanno evidenziato la presenza nel sottosuolo di una successione di depositi quaternari di origine marina, riferiti, nella cartografia geologica ufficiale in scala 1:100.000, alla formazione delle "Calcareniti del Salento" ed attribuibili cronologicamente al Pleistocene inferiore.

Il termine basale di tale successione, giacente in trasgressione direttamente sulle rocce del substrato calcareo mesozoico, è costituito da facies prettamente calcarenitiche, sormontate da un livello di terreni limoso-argillosi, che, nella parte sommitale, passano gradualmente verso sedimenti sabbioso-limosi.

Sopra questi ultimi e, in alcune zone, direttamente sulle argille, poggiano in trasgressione delle calcareniti grossolane di colore giallo-grigiastro, localmente denominate "carpari" e riferibili al Pleistocene medio-superiore. Tali depositi si rinvencono nell'area di progetto.

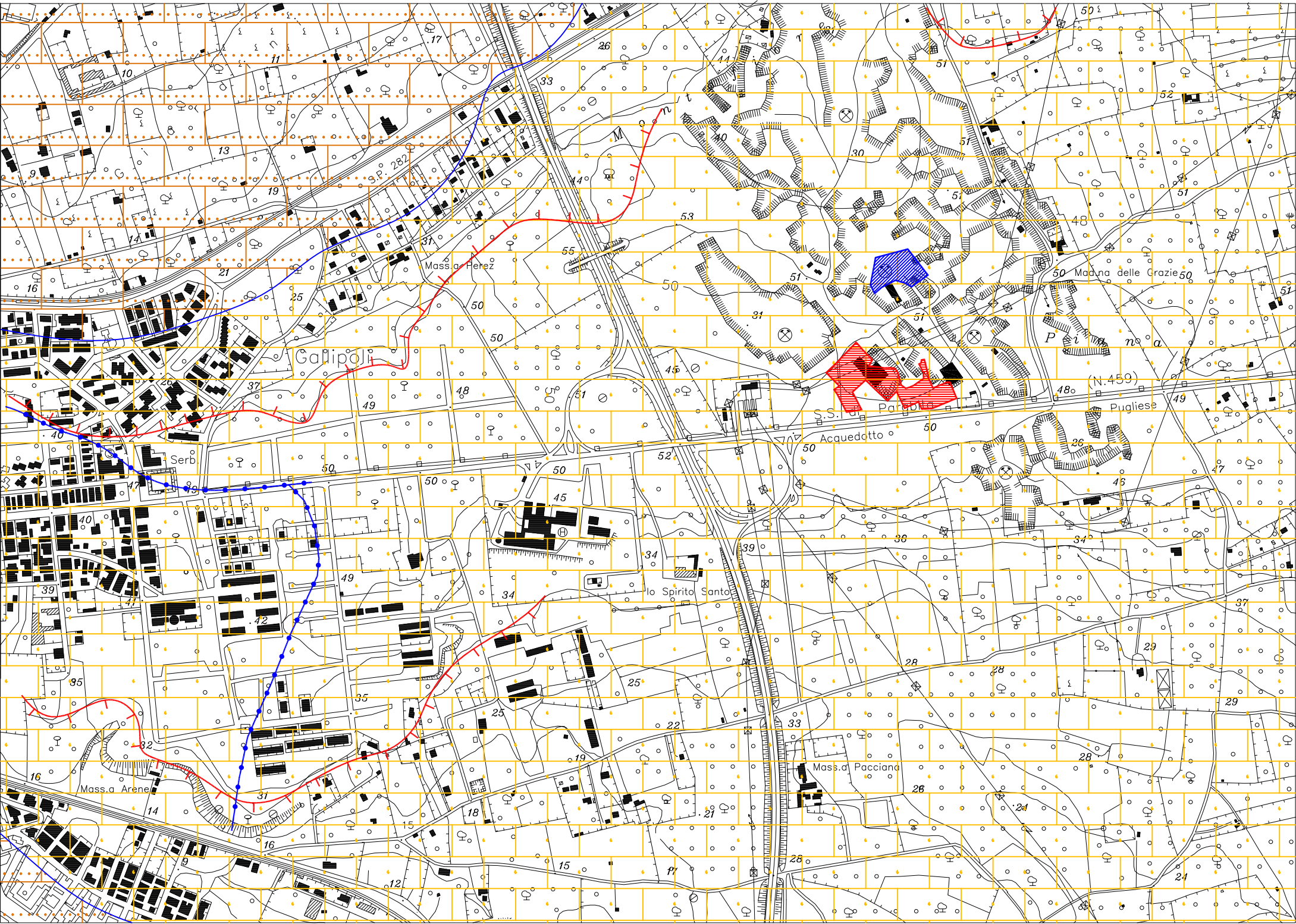
Su tale deposito calcarenitico poggiano, sempre in trasgressione, altre calcareniti, dalla granulometria medio-fine, di colore variabile dal bianco al nocciola, al giallastro, al rosato, anch'esse riferibili al Pleistocene medio-superiore.



-  SITO 2
(Foglio di mappa 12 p.lle nn. 40 parte, 67 e 69 parte)
-  SITO 1
(Foglio di mappa 12 p.lle nn. 69 parte e 9 parte)

Fig. 1 - Inquadramento territoriale delle aree di cava in esame.

Fig. 2 - CARTA GEOMORFOLOGICA



LITOLOGIA

- Calcareni a grana da fine a medio-fine, di colore da bianco a marroncino fino a nocciola, con grado di cementazione variabile (Postsiciliano II-Crotoniano?).
- Calcareni e calciruditi organogene ben cementate e tenaci, di colore giallo-marroncino, contenenti frammenti rimaneggiati di Artica islandica (Linné), note con il nome commerciale di "carparo" (Postsiciliano I).

IDROGRAFIA

- Linea di preferenziale deflusso delle acque superficiali.

FORME CARSICHE

- Dolina.

FORME DI VERSANTE

- Orlo di scarpata delimitante forme semispianate (pendenze nel verso dei trattini).

- Asse di displuvio.

FORME DI MODELLAMENTO DI CORSO D'ACQUA

- Ripa di erosione.

DEPOSITI DOVUTI ALL'AZIONE DELLE ACQUE

- Depositi eluviali costituiti esclusivamente da "terra rossa".

FORME ANTROPICHE

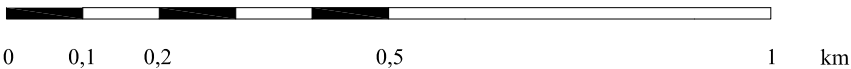
- Pareti di cava sub-verticali



SITO 2
(Foglio di mappa 12 p.lle nn. 40 parte, 67 e 69 parte)



SITO 1
(Foglio di mappa 12 p.lle nn. 69 parte e 9 parte)



3. CARATTERI LITO-STRATIGRAFICI

La successione dei terreni presenti nell'hinterland di Gallipoli risulta costituita da un elevato numero di termini di origine sia marina che continentale, sicché la stratigrafia dell'area in esame (cfr. **Fig. 3** - *Carta geologica*) è data dalle seguenti unità:

- “Calcare di Altamura” (Cretaceo sup.);
- “Calcareniti di Gravina” (Pleistocene inf);
- “Argille Subappennine” (Emiliano-Siciliano);
- “Depositi marini terrazzati” (post-Siciliano/Tirreniano):
 - calcareniti ben cementate tipo “*carparo*” (post-Siciliano I)
 - calcareniti a grana fine (post-Siciliano II)
 - calcareniti a Strombi (Tirreniano)
- dune antiche e recenti;
- depositi di spiaggia e dune attuali.

3.1 *Calcare di Altamura (Cretaceo superiore)*

Tale formazione, cronologicamente riferibile al Cretaceo sup., costituisce il basamento carbonatico mesozoico pugliese.

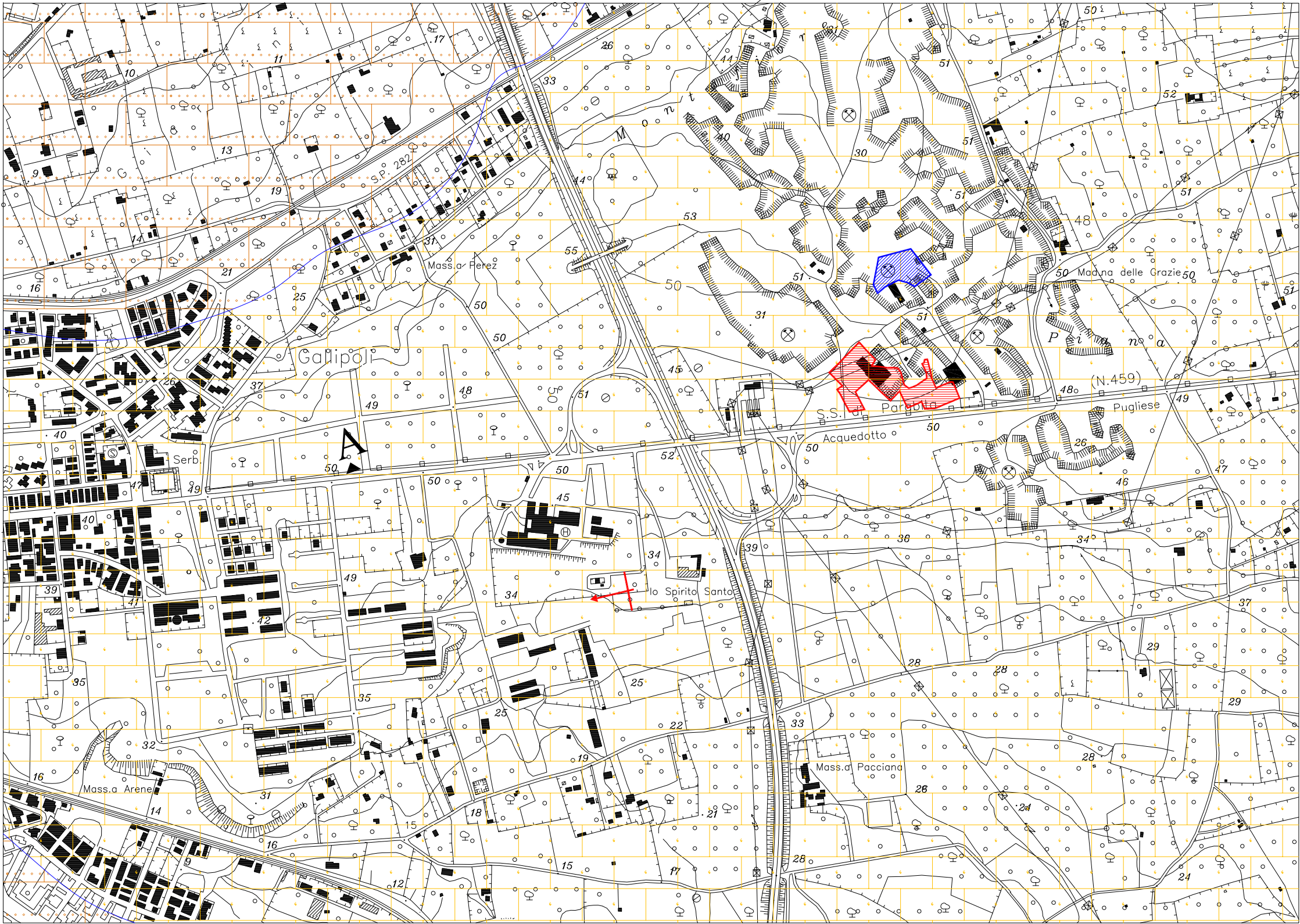
Si tratta di una formazione rappresentata prevalentemente da calcari microcristallini, a grana fine, di solito molto compatti e tenaci, di colore biancastro o grigio chiaro, con intercalati orizzonti dolomitizzati di aspetto sub-cristallino o saccaroide e colore da grigio scuro a nocciola. Possono essere localmente presenti, a varie altezze stratigrafiche, orizzonti bioclastici porosi, di colore biancastro, con abbondanti frammenti di Rudiste.

I termini calcarei sono costituiti prevalentemente da piccolissime particelle (del diametro di circa 1÷4 micron) di calcite microcristallina (“micrite”), di norma associata a resti di gusci ed esoscheletri calcarei di microorganismi planctonici e bentonici: il tutto risulta in genere cementato da quantità variabili di calcite spatica (“sparite”).

I termini dolomitici sono invece costituiti, unitamente a frazioni residue di elementi calcitici, da percentuali variabili di cristalli di dolomite. La percentuale di dolomite presente nella roccia è funzione del grado di dolomitizzazione subito dalla roccia stessa.

Gli elementi ed i granuli a composizione carbonatica (costituiti cioè da calcite o dolomi-

Fig. 3 - CARTA GEOLOGICA



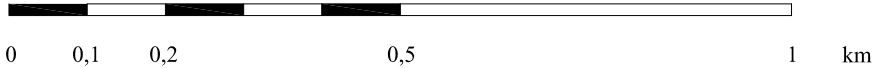
Calcareniti a grana da fine a medio-fine, di colore da bianco a marroncino fino a nocciola, con grado di cementazione variabile
Depositi Marini Terrazzati (Postsiciliano II-Crotoniano?)

Calcareniti e calciruditi organogene ben cementate e tenaci, di colore giallo-marroncino, contenenti frammenti rimaneggiati di Artica islandica (Linné), note con il nome commerciale di "carparo"
Depositi Marini Terrazzati (Postsiciliano I)

Direzione e immersione degli strati

SITO 1
(Foglio di mappa 12 p.lle nn. 69 parte e 9 parte)

SITO 2
(Foglio di mappa 12 p.lle nn. 40 parte, 67 e 69 parte)



te) rappresentano di norma oltre il 98% del totale: il residuo insolubile, composto prevalentemente da silico-alluminati, è spesso più abbondante nei termini fortemente dolomitizzati.

La deposizione dei sedimenti costituenti i calcari mesozoici salentini si è esplicata in un ambiente di piattaforma, caratterizzato da un mare poco profondo (ambiente neritico) dominato da processi di sedimentazione di tipo carbonatico.

Nell'area in esame, questa formazione non affiora, ma costituisce il substrato su cui poggiano i depositi di età più recente: la dislocazione delle rocce calcareo-dolomitiche del basamento, desunta da dati di perforazione, risulta superiore a 100 metri rispetto al p.c. (cfr. Fig. 10 - Sezione idrogeologica).

3.2 *Calcareniti di Gravina (Pleistocene inf)*

Sulle rocce del basamento mesozoico si rinviene un livello di calcareniti che rappresenta la testimonianza della fase trasgressiva dell'importante ciclo sedimentario che interessò ampie porzioni del territorio salentino durante il Pleistocene inferiore.

Tale orizzonte litologico si addossa ai terreni di età cretacea con un netto contatto trasgressivo, generalmente marcato dalla presenza di una netta superficie e/o da un livello di terra rossa.

Nella vecchia cartografia geologica in scala 1:100.000 questi terreni rappresentano i livelli basali delle "Calcareniti del Salento".

Dal punto di vista litologico quest'unità è costituita in assoluta prevalenza da calcareniti organogene di colore biancastro, grigio chiaro o rossastro (per alterazione), a granulometria medio-grossolana e grado di cementazione variabile, di norma mal stratificate, tenere e molto porose, con locali intercalazioni di orizzonti fossiliferi caratterizzati dalla presenza di abbondanti resti di Ostree, pectinidi, echinidi, ecc..

I granuli costituenti la roccia sono quasi interamente costituiti da frammenti di micro e macrofossili, cementati tra loro da quantità variabili di calcite spatica ("sparite"): la composizione mineralogica dei granuli è quasi esclusivamente carbonatica, con il carbonato di calcio che costituisce generalmente oltre il 95% del totale. Il residuo insolubile, di norma molto scarso, è generalmente inferiore al 2%.

L'ambiente di deposizione di queste litofacies è riconducibile a quello di un mare poco

profondo.

Nell'area in esame quest'unità non affiora, essendo dislocata nel sottosuolo a profondità dell'ordine dell'ottantina di metri. Lo spessore di questi depositi è dell'ordine di 10÷15 metri.

3.3 *Argille Subappennine (Emiliano-Siciliano)*

Sui depositi calcarenitici è presente una coltre di terreni argilloso-limosi e limoso-sabbiosi (parte sommitale) che affiorano in alcuni punti della costa a nord di Gallipoli (ad es. in loc. "Fontanelle") e, più diffusamente, nell'entroterra.

L'unità è costituita da argille limoso-sabbiose di colore variabile dal grigio-azzurro al verdolino, al grigio chiaro, al giallino. Questa variazione cromatica è probabilmente dovuta al diverso contenuto in limo e sabbia ed a fenomeni di alterazione.

I termini prettamente argillosi (composti soprattutto da illite) si rinvencono prevalentemente nella parte medio-inferiore dell'unità, mentre in quella superiore si riscontra un graduale incremento delle frazioni limose e sabbiose, queste ultime a composizione prevalentemente carbonatica.

L'ambiente di deposizione è di mare piuttosto profondo, anche se la composizione granulometrica dei depositi sommitali lascia supporre un progressivo assottigliamento della batimetria: ciò potrebbe essere messo in relazione con l'inizio della fase regressiva del ciclo sedimentario infrapleistocenico.

Le argille presentano normalmente un elevato contenuto in macrofossili, soprattutto gusci di lamellibranchi e gasteropodi, echinidi, brachiopodi, dentalium, coralli, ecc..

La presenza di *Arctica islandica* (Linné) fra i macrofossili e di *Hyalinaea baltica* (Schr.) fra i microfossili permette di riferire l'unità al Pleistocene inferiore (Emiliano-Siciliano).

Nell'area in esame questa formazione si rinviene alla profondità di circa una quarantina di metri dal piano di campagna (cfr. *Fig. 10 - Sezione idrogeologica*).

3.4 *Depositi marini terrazzati (post-Siciliano/Tirreniano)*

3.4.1 *Calcareniti ben cementate tipo "carparo" (post-Siciliano I)*

Come già detto, la fine del ciclo del Pleistocene inferiore è generalmente segnata dalla deposizione sulle argille di sedimenti sabbioso-limosi, che affiorano soprattutto

nell'entroterra. Successivamente, altri brevi cicli sedimentari hanno consentito il deposito di sedimenti terrazzati, prevalentemente calcarenitici, che si rinvencono lungo tutta la costa ioniaca ed in particolare nell'area di Gallipoli, dove si riconoscono tre ordini di terrazzi.

Il primo ed il più antico dei depositi marini terrazzati è rappresentato da un corpo allungato in direzione E - W, che poggia trasgressivamente sui sedimenti sabbioso-limosi ed argillosi del Pleistocene inferiore. Il contatto è a luoghi indicato da un sottile strato di terra rossa.

L'area di affioramento è molto estesa: comprende tutta la cittadina di Gallipoli e si allunga poi verso Est sino ad un centinaio di metri dalla chiesa della M.^{nnia} delle Grazie, allargandosi anche in direzione Nord e Sud. Le migliori esposizioni dell'unità si osservano nell'area in cui la roccia viene cavata, cioè in località Montefiore: dunque nell'area di specifico interesse (Fig. 3).

I depositi sono costituiti da calcareniti grossolane, ben cementate, porose, di colore variabile dal giallino all'ocraceo, note localmente col nome di "*carparo*" (**Foto 1-2**). Nelle cave si nota una netta clinostratificazione con immersione prevalente delle lamine verso SW ed inclinazione di 5° - 20° (**Foto 3**); una sottile laminazione incrociata è osservabile in più punti e, in particolare, nell'Area 3 della cava in esame (**Foto 4**).

Lo spessore degli strati varia da pochi centimetri a qualche metro. Il rapporto trasgressivo con le formazioni sottostanti si nota verso mare dove l'unità poggia direttamente sulle argille. Il corpo calcarenitico degrada verso mare con scarpate più o meno brusche corrispondenti ad antiche linee di costa ed il suo spessore varia da pochi metri sino a 30 metri nell'area in cui viene cavato.

Il contenuto paleontologico, molto scarso, è rilevante solo in corrispondenza di un livello posto quasi al contatto con le sottostanti argille (affiorante ad esempio in località "Fontanelle"), contenente alcuni *Dentalium sp.*, *Glicimeris sp.*, *ostracodi*, *pectinidi*.

L'età di questi depositi, definibile essenzialmente in base alla loro posizione stratigrafica, è riferibile al Pleistocene medio-superiore.



Foto 1,2 - I depositi calcarenitici quaternari affioranti nella cava in esame, conosciuti col nome di "carparo", sono rappresentati da calcareniti grossolane, ben cementate, porose, di colore giallo-ocraceo.



Foto 3 - Nell'area di cava in esame la successione presenta una clinostratificazione verso sud-ovest (N220) e inclinazione attorno a 18-20°.



Foto 4 – Particolare della stratificazione incrociata presente lungo un relitto di parete nel Sito 1.

3.4.2 *Calcareniti a grana fine (post-Siciliano II)*

Questa formazione, trasgressiva sulla precedente, è formata da calcareniti più o meno fini, con caratteristiche variabili da luogo a luogo.

Nei pressi della S.S. 101, a nord dell'area in esame, esse sono ben cementate, di colore biancastro; altrove risultano poco cementate, di colore nocciola; in altre zone ancora sono discretamente cementate ed il colore è giallo-rossastro.

In generale si presentano non stratificate; in alcuni altri casi manifestano invece una stratificazione decimetrica piano-parallela; a luoghi risultano fossilifere con fauna costituita da Ostracodi, Gasteropodi e Foraminiferi.

Il massimo spessore affiorante di questa unità è di un paio di metri, ma in alcuni pozzi esso raggiunge i 7-8 metri; il contatto con il "carparo" è osservabile 500 metri a Nord del vecchio ospedale di Gallipoli, dove l'unità poggia in discordanza angolare e si presenta bioturbata. In prossimità dello Stabilimento LUPi tale calcarenite si trova sulle argille, separata da un livello calcarenitico rossastro fossilifero.

In base ai rapporti stratigrafici, questo deposito è attribuibile al Pleistocene medio-superiore.

3.4.3 *Calcareniti a Strombi (Tirreniano)*

Lungo la costa nord di Gallipoli, in affioramenti più o meno continui, nel tratto esteso 400-500 metri a nord dell'ospedale e di Torre Sabea, affiorano delle calcareniti e calciruditi dure, compatte, molto fossilifere, di colore dal grigio al rosato, contenenti soprattutto *Glycymeris sp.* e *Strombus bubonius* (Lam.).

Quelle di colore grigiastro sono stratificate con strati di spessore da pochi millimetri a qualche centimetro, mentre le calcareniti rosate sono in genere quasi delle spalmature sulle calcareniti sottostanti.

Questi depositi, di spessore massimo pari a circa due metri, sono trasgressivi sia sulle calcareniti fini che sul Carparo.

Sulla base della presenza dello *Strombus bubonius* (Lam.) esse sono state attribuite al Tirreniano.

3.5 *Depositi dunari antichi e recenti*

Fanno parte di questa unità dei depositi eolici che si rinvencono in 3 ordini andando dall'entroterra verso la costa e parallelamente a quest'ultima.

Il primo, più antico, è situato a quote comprese tra i 18 ed i 28 m; il secondo ordine si rinviene intorno ai 10 - 15 m s.l.m.; l'ultimo ordine si rinviene in vari lembi lungo la costa a quote intorno ai 5-7 m s.l.m. ed è a luoghi sepolto sotto le dune attuali.

Questi depositi sono generalmente costituiti da calcareniti a grana media, generalmente ben cementate, che presentano di norma un'evidente clinostratificazione o una fitta laminazione incrociata. Il contenuto fossilifero è dato da gasteropodi polmonati.

Le dune fossili poggiano su un livello di terra rossa che evidenzia il rapporto trasgressivo con le sottostanti unità.

3.6 *Depositi di spiaggia, dune attuali e depositi palustri recenti*

Lungo la costa a nord e a sud di Gallipoli affiorano lembi di depositi di spiaggia ed anche cordoni di dune recenti non cementate.

Si tratta di depositi costituiti da sabbie calcaree sciolte a granulometria media, di colore biancastro, senza alcuna struttura sedimentaria, che poggiano talvolta su depositi dunari più antichi parzialmente spianati dall'erosione.

In corrispondenza di alcune depressioni morfologiche, situate alle spalle dell'attuale fascia costiera, si rinvencono inoltre dei depositi di origine lagunare o palustre, costituiti in prevalenza da sabbie limose e limi sabbioso-argillosi, di colore grigio scuro o brunastro, contenenti abbondante frazione organica.

Questi depositi si sono di norma originati all'interno di depressioni morfologiche impaludate da fenomeni di affioramento della falda freatica.

Lo spessore dei limi palustri può pertanto variare, in funzione della morfologia del substrato, da alcune decine di cm fino a ad alcuni metri.

4. VINCOLISTICA GEOLOGICA GRAVANTE SUL SITO

4.1 *Piano di Bacino della Puglia, stralcio Assetto Idrogeologico (PAI)*

Con deliberazione n° 25 del 15/12/2004 l'Autorità di Bacino della Puglia ha adottato il Piano di Bacino della Puglia, stralcio Assetto Idrogeologico (PAI).

Con successiva *deliberazione n° 39 del 30/11/2005* la medesima Autorità di Bacino della Puglia ha approvato il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico per i bacini regionali e per il bacino interregionale del fiume Ofanto composto da:

- Elenco dei Comuni ricadenti nell'AdB Puglia;
- Relazione di Piano;
- Norme Tecniche di Attuazione;
- Elaborati cartografici.

Il PAI della Puglia è finalizzato al miglioramento delle condizioni di regime idraulico e della stabilità geomorfologia necessario a ridurre gli attuali livelli di pericolosità e a consentire uno sviluppo sostenibile del territorio nel rispetto degli assetti naturali, della loro tendenza evolutiva e delle potenzialità d'uso. Il PAI costituisce Piano Stralcio del Piano di Bacino, ai sensi dall'articolo 17 comma 6 ter della Legge 18 maggio 1989, n. 183, ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo ricadente nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia.

In relazione alle condizioni idrauliche, oltre alla definizione degli alvei fluviali in modellamento attivo e delle aree golenali, ove vige il divieto assoluto di edificabilità, vengono distinte tre tipologie di aree a diverso grado di pericolosità idraulica:

- *aree ad alta pericolosità idraulica (A.P.);*
- *aree a media pericolosità idraulica (M.P.);*
- *aree a bassa pericolosità idraulica (B.P.).*

Con riferimento all'assetto geomorfologico, vengono distinte tre tipologie di aree a diverso grado di pericolosità geomorfologica:

- *aree a pericolosità geomorfologica molto elevata (P.G.3);*
- *aree a pericolosità geomorfologica elevata (P.G.2);*

- *aree a pericolosità geomorfologica media e moderata (P.G.1).*

Con l'entrata in vigore del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. sono state soppresse le Autorità di Bacino Regionali di cui alla ex L.183/89 e istituite, in ciascun distretto idrografico, le Autorità di Bacino Distrettuali. Le Autorità di Bacino Distrettuali, dall'entrata in vigore del D.M. n. 294/2016, esercitano le funzioni e i compiti in materia di difesa del suolo, tutela delle acque e gestione delle risorse idriche previsti in capo alle stesse dalla normativa vigente nonché ogni altra funzione attribuita dalla legge o dai regolamenti. L'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale (comprendente i bacini idrografici nazionali Liri-Garigliano e Volturno, i bacini interregionali Sele, Sinni e Noce, Bradano, Saccione, Fortore e Biferno, Ofanto, Lao, Trigno ed i bacini regionali della Campania, della Puglia, della Basilicata, della Calabria, del Molise), facendo proprie le attività di pianificazione e programmazione svolte dalle ex Autorità di Bacino Regionali, concorre, pertanto, alla difesa, alla tutela e al risanamento del suolo e del sottosuolo, alla tutela quali-quantitativa della risorsa idrica, alla mitigazione del rischio idrogeologico, alla lotta alla desertificazione, alla tutela della fascia costiera ed al risanamento del litorale.

In **Fig. 4** è riportato lo stralcio della Cartografia regionale dell'AdB dalla cui verifica si può affermare che le due aree in esame non interessano né aree a pericolosità idraulica né aree a pericolosità geomorfologica.

4.2 Vincolo idrogeologico

I vincoli idrogeologici sono mezzi di tutela volti al controllo dell'utilizzazione dei terreni montani e dei luoghi boscati, ricompresi nei bacini fluviali. L'apposizione del vincolo idrogeologico determina il divieto di apportare modificazioni o d'introdurre forme di utilizzazioni che possano far perdere stabilità ai terreni o turbare il regime delle acque. L'utilizzazione dei terreni e l'eventuale loro trasformazione, la qualità delle colture, il governo dei boschi e dei pascoli sono assoggettati, per effetto del vincolo, alle limitazioni stabilite dalle leggi in materia. Parimenti, a norma della legge speciale, possono essere sottoposti a limitazione nella loro utilizzazione i boschi che per la loro speciale ubicazione difendono terreni o fabbricati dalla caduta di valanghe, dal rotolamento dei sassi, dalla furia dei venti, e quelli ritenuti utili per le condizioni igieniche locali. La disciplina che regola l'utilizzo delle zone destinate a vincolo

Sistema delle Tutele Paesaggistiche

Sistema Informativo Territoriale - Regione Puglia -- 04/02/2025

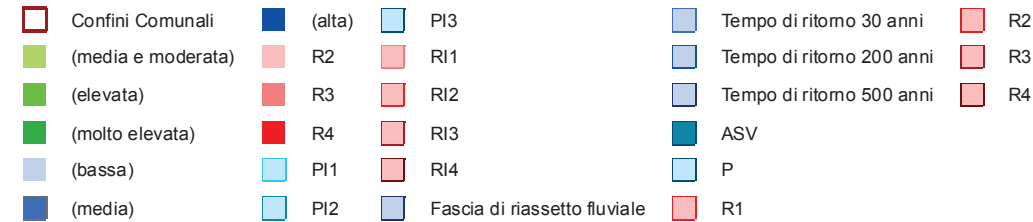
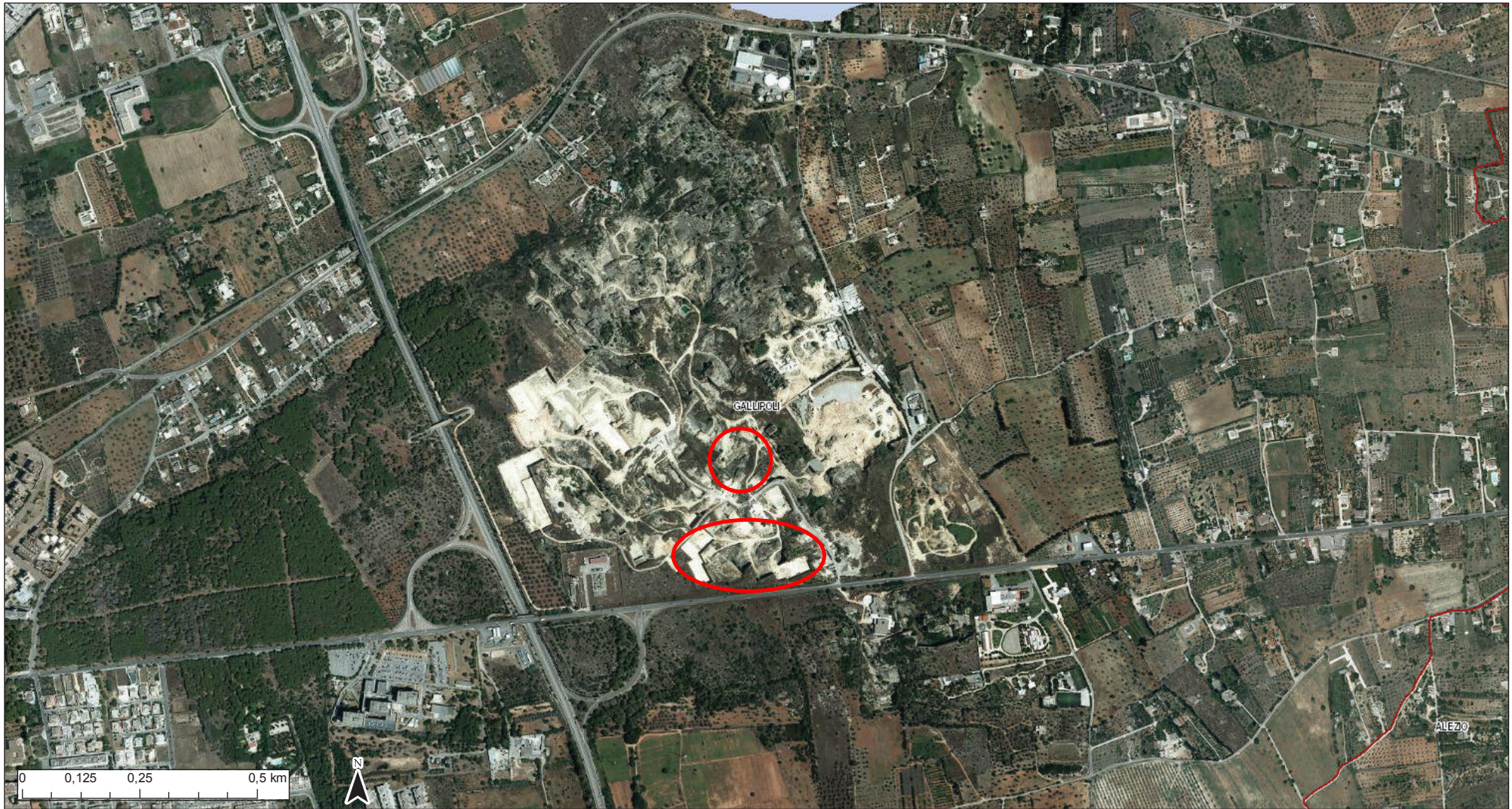


Fig. 4 - Perimetrazioni del PAI Puglia (fonte SIT Puglia).

idrogeologico è contenuta all'interno del R.D. 3267/1923.

Dall'analisi della **Fig. 5**, che riporta uno stralcio dal Sistema delle Tutele Paesaggistiche del PPTR, si evince che le due aree in esame ricadono in zona sottoposta a Vincolo idrogeologico.

Sistema delle Tutele Paesaggistiche

Sistema Informativo Territoriale - Regione Puglia -- 04/02/2025



Fig. 5 - Perimetrazioni delle aree soggette a vincolo idrogeologico.

4.3 *Piano di Tutela delle Acque*

Con DGR del 19 giugno 2007, n. 883 la Regione Puglia ha adottato, ai sensi dell'art. 121 del D. Lgs. N. 152/2006, il Piano di Tutela delle Acque (c.d. PTA). Con successiva DGR 4 agosto 2009, n. 1441 sono state approvate le integrazioni e le modificazioni apportate al "Piano di Tutela delle Acque" e con successiva Delibera del Consiglio Regionale 20 ottobre 2009 n. 230 il PTA è stato approvato.

Il Piano di Tutela delle Acque (PTA), introdotto dal D.Lgs. 152/2006, è l'atto che disciplina il governo delle acque sul territorio. Strumento dinamico di conoscenza e pianificazione, che ha come obiettivo la tutela integrata degli aspetti qualitativi e quantitativi delle risorse idriche, al fine di perseguirne un utilizzo sano e sostenibile.

Il PTA pugliese contiene i risultati dell'analisi conoscitiva e delle attività di monitoraggio relativa alla risorsa acqua, l'elenco dei corpi idrici e delle aree protette, individua gli obiettivi di qualità ambientale dei corpi idrici e gli interventi finalizzati al loro raggiungimento o mantenimento, oltreché le misure necessarie alla tutela complessiva dell'intero sistema idrico.

Con DGR n. 1333 del 16/07/2019 è stata adottata la proposta relativa al primo aggiornamento che include importanti contributi innovativi in termini di conoscenza e pianificazione: delinea il sistema dei corpi idrici sotterranei (acquiferi) e superficiali (fiumi, invasi, mare, ecc) e riferisce i risultati dei monitoraggi effettuati, anche in relazione alle attività umane che vi incidono; descrive la dotazione regionale degli impianti di depurazione e individua le necessità di adeguamento, conseguenti all'evoluzione del tessuto socio-economico regionale e alla tutela dei corpi idrici interessati dagli scarichi; analizza lo stato attuale del riuso delle acque reflue e le prospettive di ampliamento a breve-medio termine di tale virtuosa pratica, fortemente sostenuta dall'Amministrazione regionale quale strategia di risparmio idrico.

Con DELIBERAZIONE DEL CONSIGLIO REGIONALE 23 maggio 2023, n. 154 l'aggiornamento 2015-2021 del Piano di Tutela delle Acque è stato approvato definitivamente.

Con riferimento alle *Aree di vincolo d'uso degli acquiferi* il PTA individua innanzitutto:

- a) le aree vulnerabili alla contaminazione salina, rappresentate prevalentemente dalle fasce costiere, ove gli acquiferi sono più intensamente interessati da fenomeni di intrusione salina;
- b) le aree di tutela quali-quantitativa, rappresentate prevalentemente da fasce di territorio su cui si intende limitare la progressione del fenomeno di contaminazione nell'entroterra attraverso un uso della risorsa che minimizzi l'alterazione degli equilibri tra le acque dolci di falda e le sottostanti acque di mare di invasione continentale.
- c) le aree di tutela quantitativa, rappresentate dalle aree del Tavoliere ove gli acquiferi sono

interessati da sovra sfruttamento della risorsa.

Dall'esame della **Fig. 6**, che rappresenta un estratto del web-gis del Piano di Tutela delle Acque 2019 approvato, si evidenzia che nel sottosuolo dell'area d'interesse è presente il corpo idrico dell'Acquifero carsico costiero della Murgia e del Salento, la cosiddetta "*falda profonda*", e che le due aree di cava in esame ricadono in zona vulnerabile alla contaminazione salina.

Il PTA individua, inoltre, comparti fisico-geografici del territorio regionale meritevoli di tutela perché di valenza strategica per l'alimentazione dei corpi idrici sotterranei. Si tratta di porzioni del territorio regionale caratterizzate dalla coesistenza di condizioni morfostrutturali, idrogeologiche, di vulnerabilità, di ricarica degli acquiferi: sono le ***Zone di Protezione Speciale Idrogeologica (ZPSI)***, codificate come zone di tipo "A", "B" e "C":

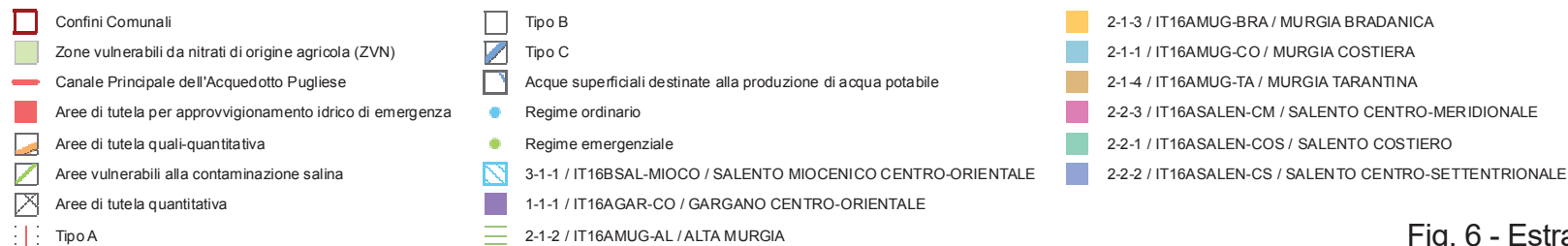
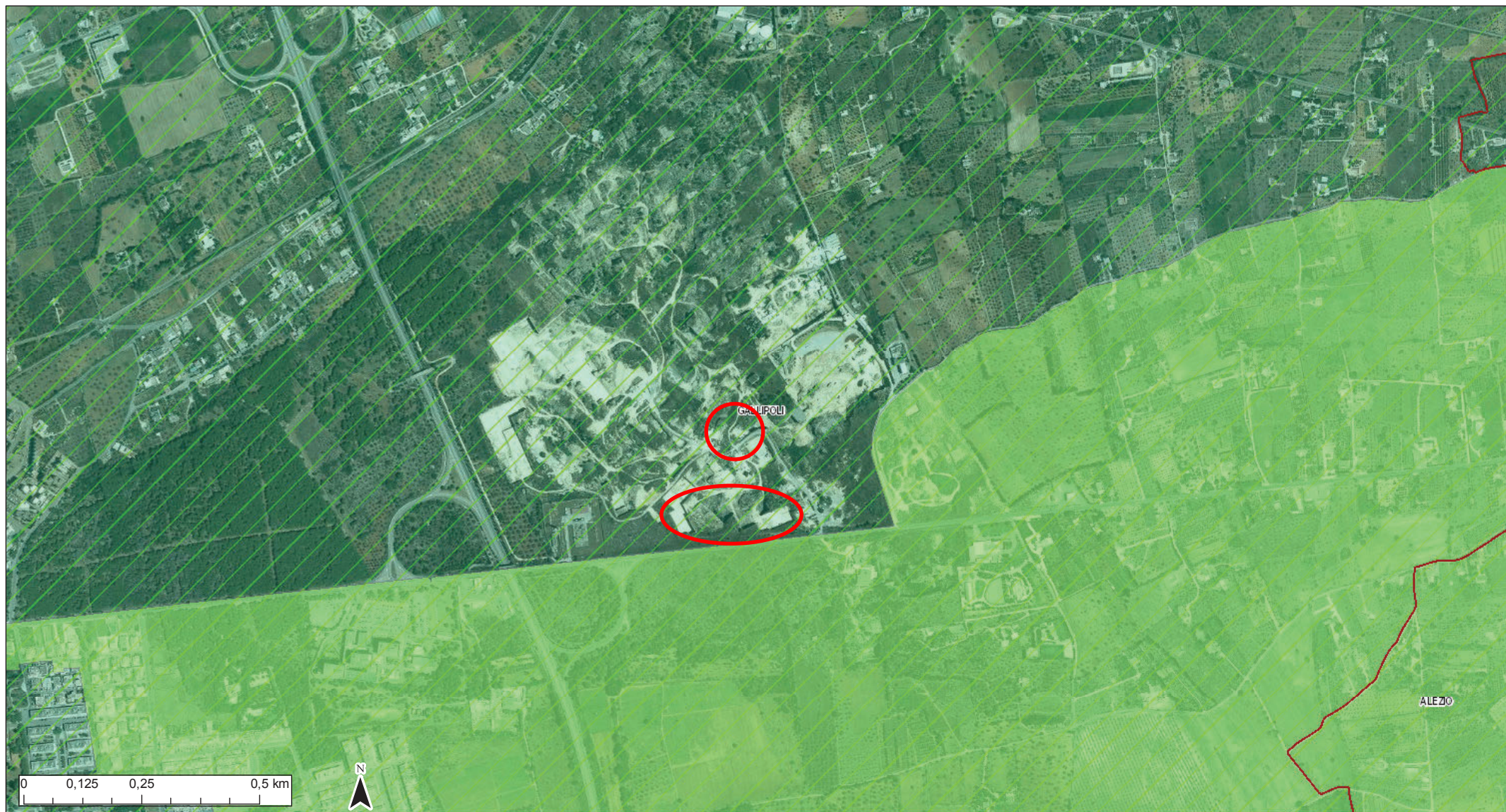
- le zone di tipo "A" sono di prevalente ricarica, caratterizzate da una marcata ridondanza di sistemi carsici complessi; dette zone sono ritenute strategiche per la Regione Puglia in virtù del loro essere aree a bilancio idrogeologico positivo, a bassa antropizzazione ed a uso del suolo non intensivo;
- le zone di tipo "B" sono aree a prevalente ricarica, caratterizzate anch'esse da sistemi carsici evoluti e interessate da un livello di antropizzazione modesto ascrivibile allo sviluppo delle attività agricole, produttive e infrastrutturali;
- le zone di tipo "C" sono aree in cui si localizzano acquiferi "strategici", che racchiudono risorse da riservare all'approvvigionamento idropotabile, in caso di programmazione di interventi di emergenza.

Dall'esame della **Fig. 6** si evidenzia e che le due aree di cava in esame non ricadono in ZPSI.

Per quanto riguarda gli ulteriori livelli acquiferi sotterranei, dall'esame della **Fig. 7**, che riporta un estratto dell'elaborato *C04 Corpi idrici sotterranei* del PTA (giugno 2019), si evince la presenza dell'Acquifero detritico SALENTO LECCESE SUD-OCCIDENTALE (7-4-1), ovvero la cosiddetta "*falda superficiale*".

Consultazione Piano Tutela Acque 2019 (approvato)

Sistema Informativo Territoriale - Regione Puglia -- 04/02/2025



Ortofoto: riprese AGEA 2019

Fig. 6 - Estratto dal PTA della Regione Puglia.

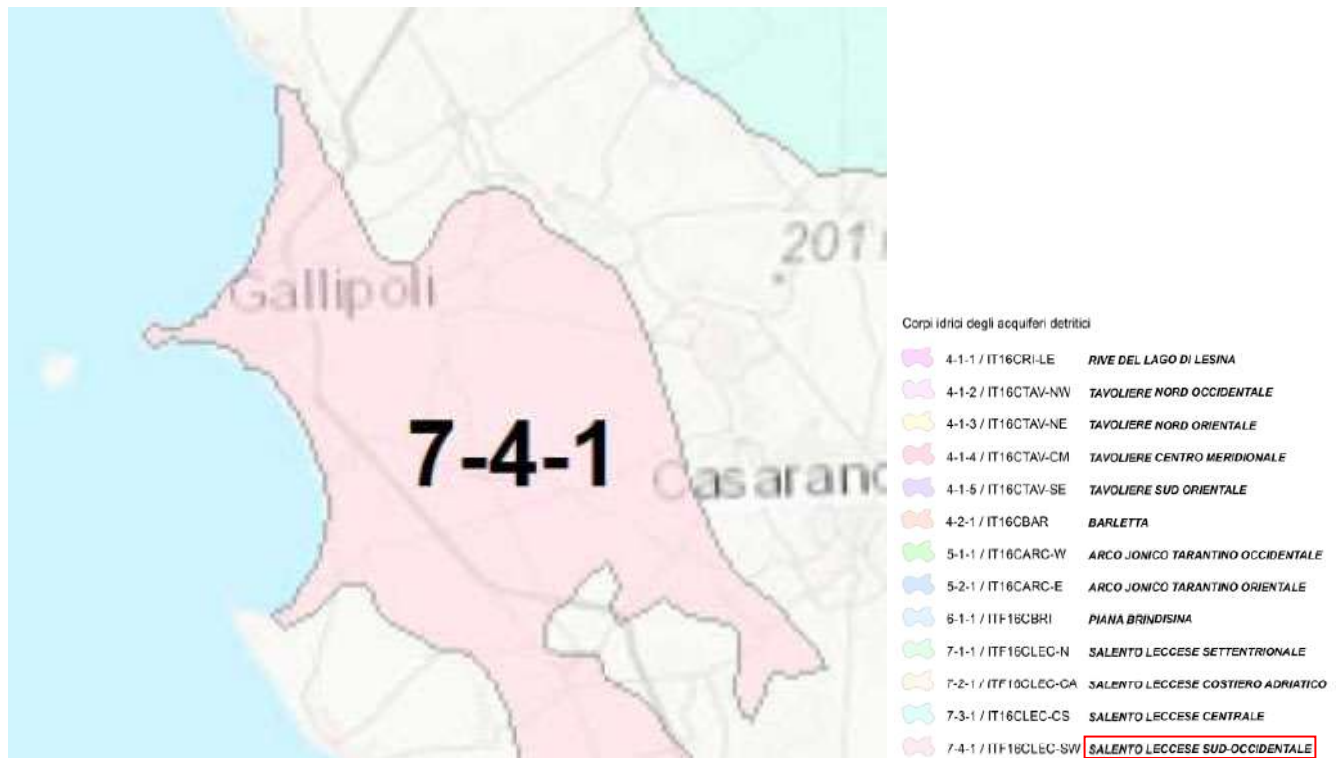


Fig. 7 – Estratto dalla tavola C04 Corpi idrici sotterranei del PTA (giugno 2019) illustrante gli acquiferi detritici post-cretacei (falde superiori e superficiali).

5. CARATTERISTICHE LITOLOGICHE ED ASSETTO STRUTTURALE DELLE PARETI DI CAVA

I rilievi condotti nelle due aree di cava hanno evidenziato l'esclusiva presenza, lungo le pareti, di rocce calcarenitiche a grana grossolana, ben cementate, porose, di colore giallo-ocraceo note con il nome commerciale di "carparo" e appartenente alla formazione geologica dei "Depositi marini terrazzati" (post-Siciliano I).

SITO 1

L'area di cava in esame risulta parzialmente colmata con il materiale di sfrido derivante dalla precedente attività estrattiva (**Foto 5**), con aree già rinaturalizzate spontaneamente, come risulta dal rilievo dello stato di fatto.

Esiste un solo relitto (pilastro) avente altezza attorno ai 6÷10 metri (**Foto 6÷8**); esso risulta privo di qualsiasi giunto di fessurazione e si distingue una marcata stratificazione "incrociata" e una giacitura sub-orizzontale.

SITO 2

In tale area si distinguono due differenti settori, quello occidentale e quello orientale.

Con particolare riferimento al settore occidentale, sia sulla parete nord-ovest (**Foto 9**) che su quelle di sud-est (**Foto 10**) e sud (**Foto 11**) si evince che la successione calcarenitica presenta una giacitura monoclinale immergente verso sud-ovest (N 220) con inclinazioni attorno a 18°-20°.

Lungo tutte le pareti la roccia calcarenitica si presenta compatta e non si rileva alcun giunto di fratturazione.

Anche le pareti di sud-ovest, sia nel tratto più settentrionale (**Foto 12**) che in quello meridionale (**Foto 13**), la roccia calcarenitica si presenta compatta e non si rileva alcun giunto di fratturazione. Per effetto della loro esposizione, la giacitura mononclalica verso sud-ovest si legge in maniera "apparente" sub-orizzontale.

Con particolare riferimento al settore orientale, la parete nord (**Foto 14**) mostra la stessa successione calcarenitica con giacitura monoclinale immergente verso sud-ovest (N 220) con inclinazioni attorno a 18°-20°. Non si rileva alcun giunto di fratturazione. L'estremo settore sud-occidentale rappresenta il setto (**Foto 15**) che si è in procinto di abbattere per colmare il vecchio pozzo di scavo presente nell'area retrostante (**Foto 16**).

Anche la parete sud (**Foto 17**) mostra la stessa successione calcarenitica con giacitura monoclinale immergente verso sud-ovest (N 220) con inclinazioni attorno a 18°-20°.

Con riferimento al sistema fessurativo, si rinvennero un totale n. 2 giunti di fratturazione:

- il primo risulta verticale, con direzione N60 (**Foto 18**);
- il secondo presenta immersione verso SW (N240) ed inclinazione attorno a 75° (**Foto 19**).

Pertanto, la frequenza di tali giunti risulta decametrica.

SITO 1



Foto 5 – Visione panoramica dell'Area 3.



Foto 6÷8 Esiste un solo relitto (pilastr) avente altezza attorno ai 6÷10 metri, privo di qualsiasi giunto di fessurazione, in cui si distingue una marcata stratificazione “incrociata” e una giacitura sub-orizzontale.

SITO 2 – Settore Occidentale



Foto 9 – La parete nord-ovest mostra una successione calcarenitica con giacitura monoclinale immergente verso sud-ovest (N 220) con inclinazioni attorno a 18°-20°. Si presenta compatta e assolutamente priva di giunti di fratturazione.

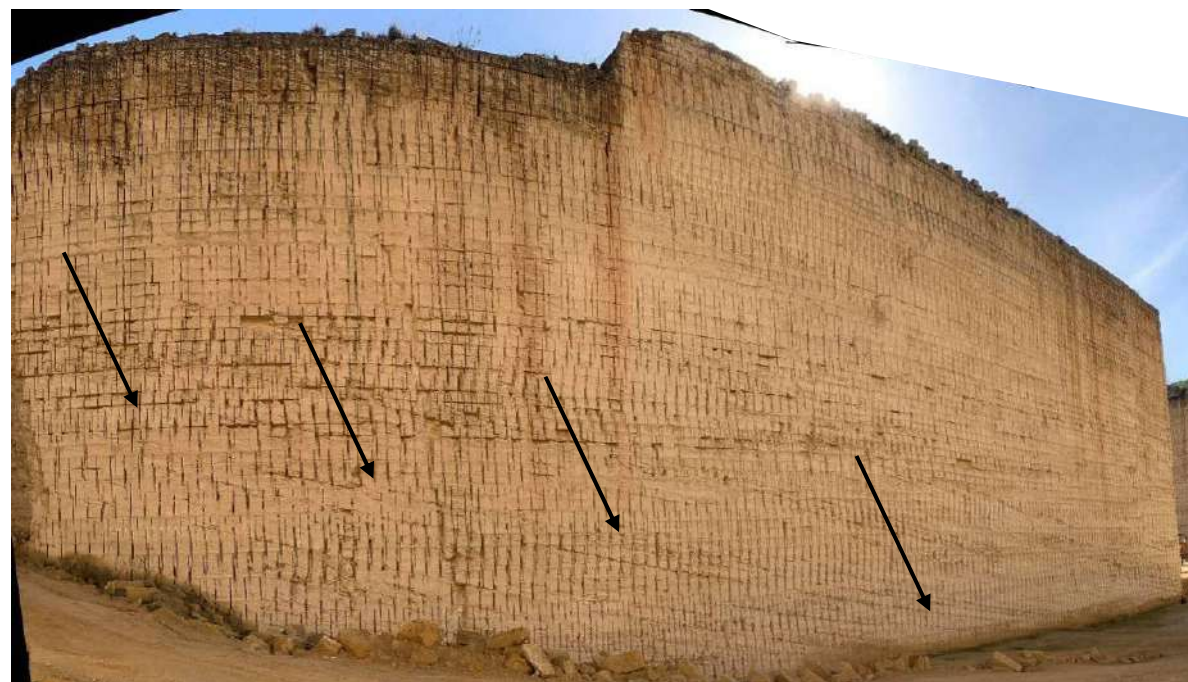


Foto 10



Foto 11

Foto 10, 11 - Anche sulle pareti di sud-est (Foto 10) e sud (Foto 11) si legge la medesima giacitura monoclinale e sono assolutamente prive di qualsiasi giunto di fratturazione.

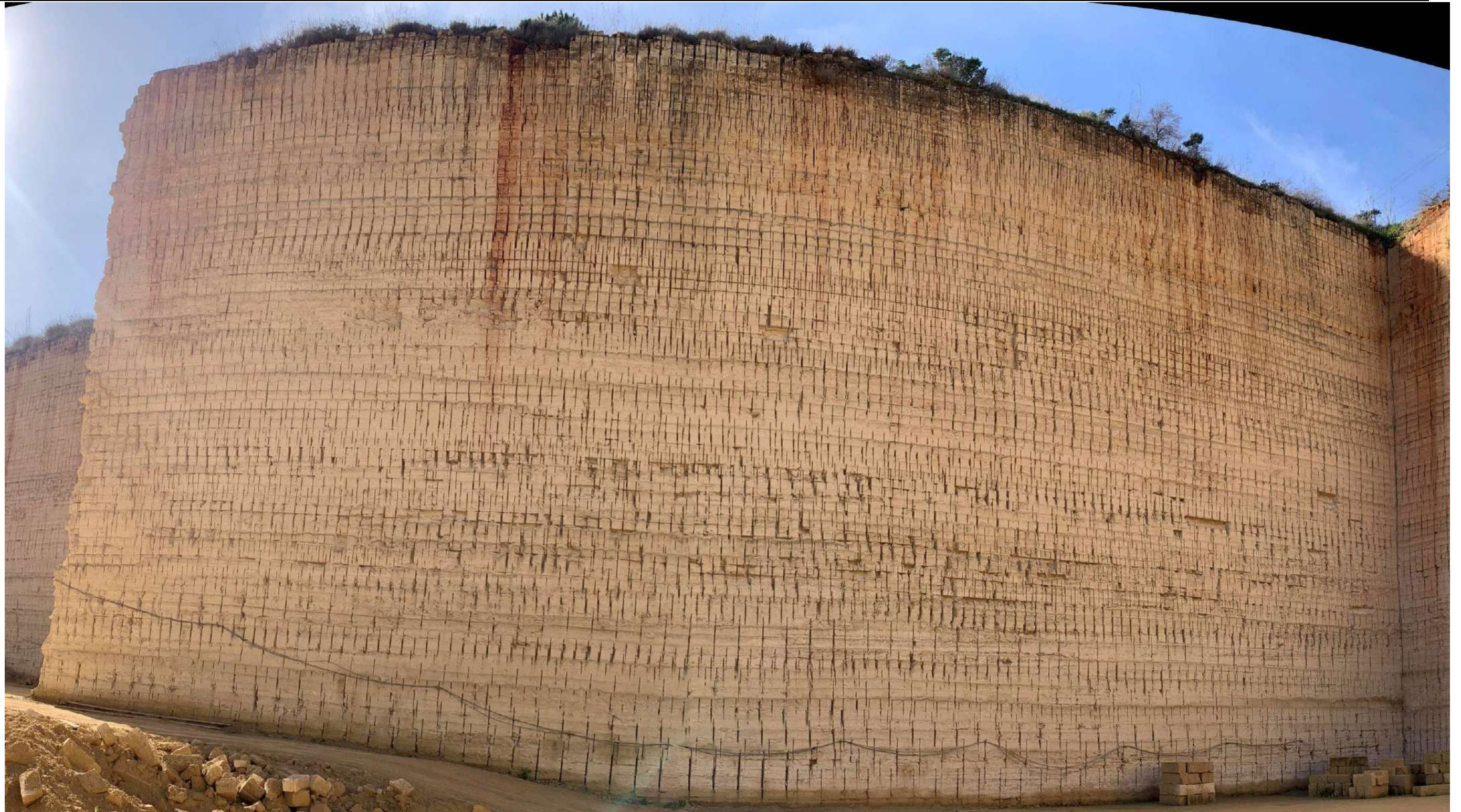


Foto 12 - Parete sud-ovest (settentrionale): giacitura “apparente” sub-orizzontale, roccia sempre molto compatta con assenza di giunti di fratturazione.



Foto 13 - Parete sud-ovest (meridionale): giacitura “apparente” sub-orizzontale, roccia sempre molto compatta con assenza di giunti di fratturazione.

SITO 2 – Settore Orientale

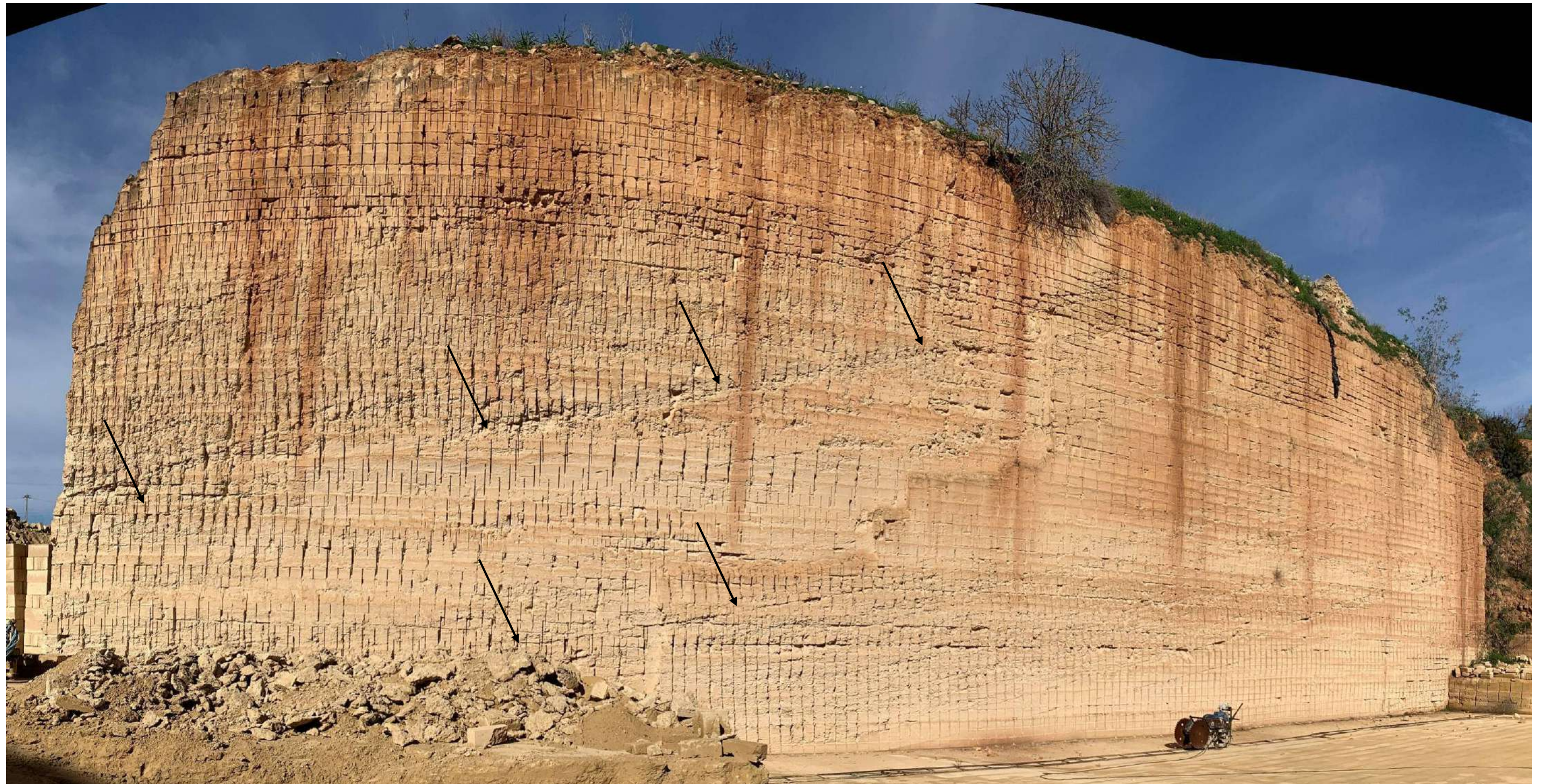


Foto 14 – La parete nord mostra sempre una successione calcarenitica con giacitura monoclinale immergente verso sud-ovest (N 220) con inclinazioni attorno a 18°-20°. Si presenta compatta e assolutamente priva di giunti di fratturazione.



Foto 15 – L'estremo settore sud-occidentale della parete nord rappresenta il setto che si è in procinto di abbattere.



Foto 16 – Il vecchio pozzo di scavo presente nell'area retrostante del setto da abbattere per il suo colmamento.



Foto 17 – La parete sud mostra sempre una successione calcarenitica con giacitura monoclinale immergente verso sud-ovest (N 220) con inclinazioni attorno a 18°-20°. Si presenta compatta.

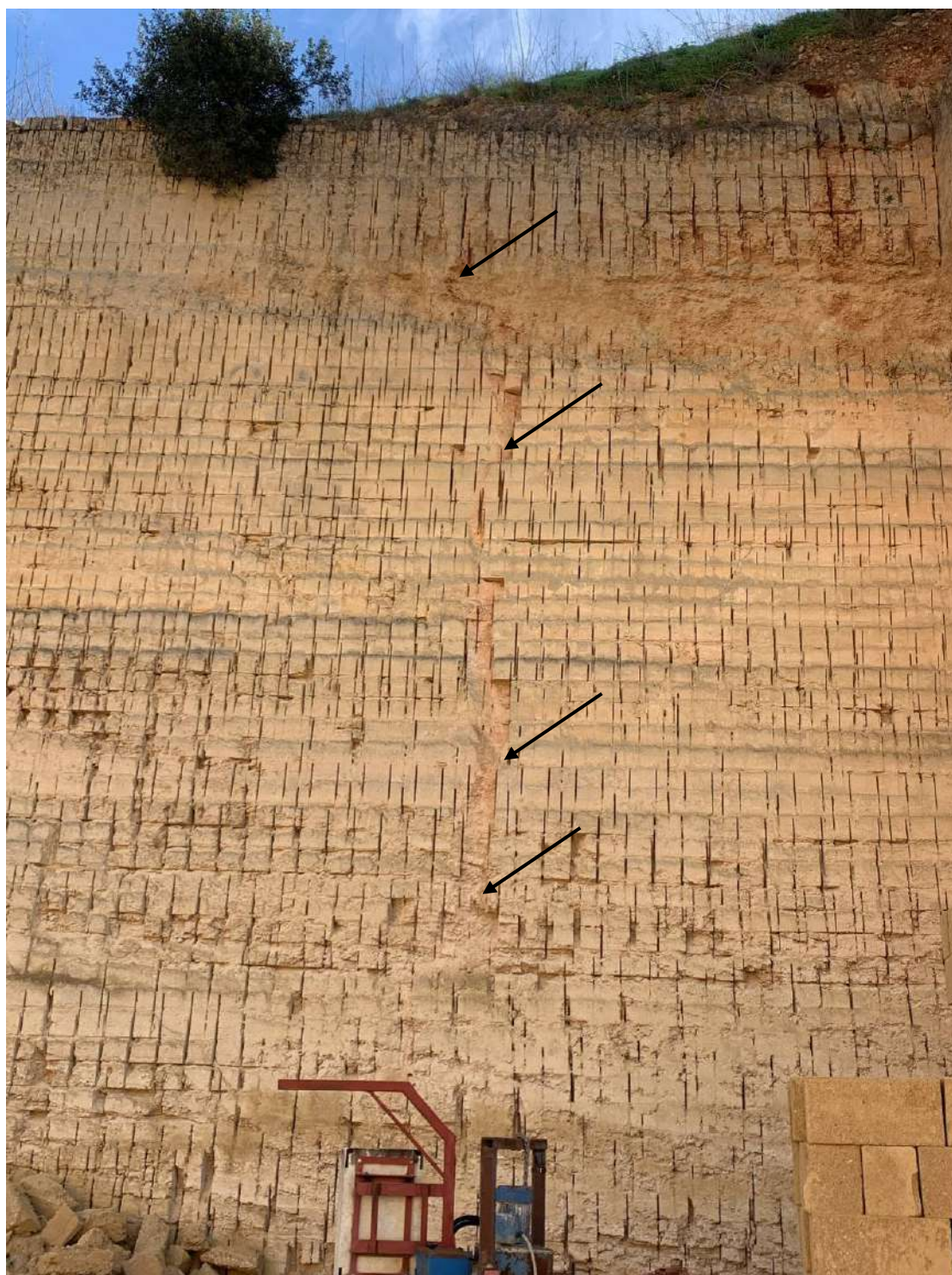


Foto 18 – Giunto di fessurazione sub-verticale presente sulla parete sud del settore orientale del Sito 2.

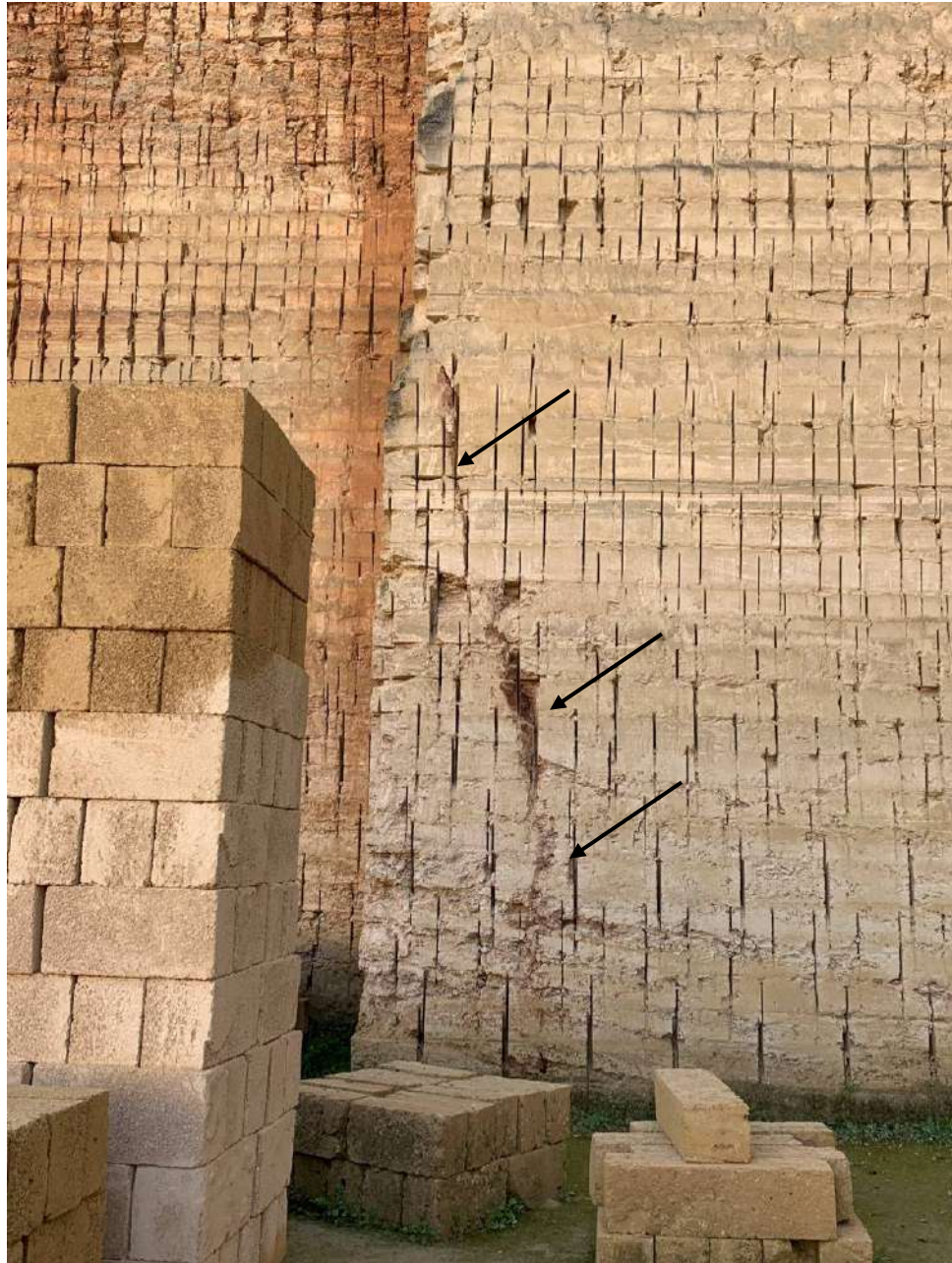


Foto 19 – Modesto giunto di fessurazione immergente a SW con inclinazione di 75° presente sulla parete sud del settore orientale del Sito 2.

6. CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE

6.1 *Idrografia superficiale*

Le condizioni morfologico-strutturali del territorio e la composizione litologica delle formazioni affioranti fanno sì che l'area in esame sia caratterizzata dalla totale assenza di un reticolo idrografico, anche allo stadio giovanile, che testimoni la presenza di un deflusso superficiale significativo (cfr. Estratto dalla Carta Idrogeomorfologica dell'AdB Puglia).

6.2 *Acque sotterranee*

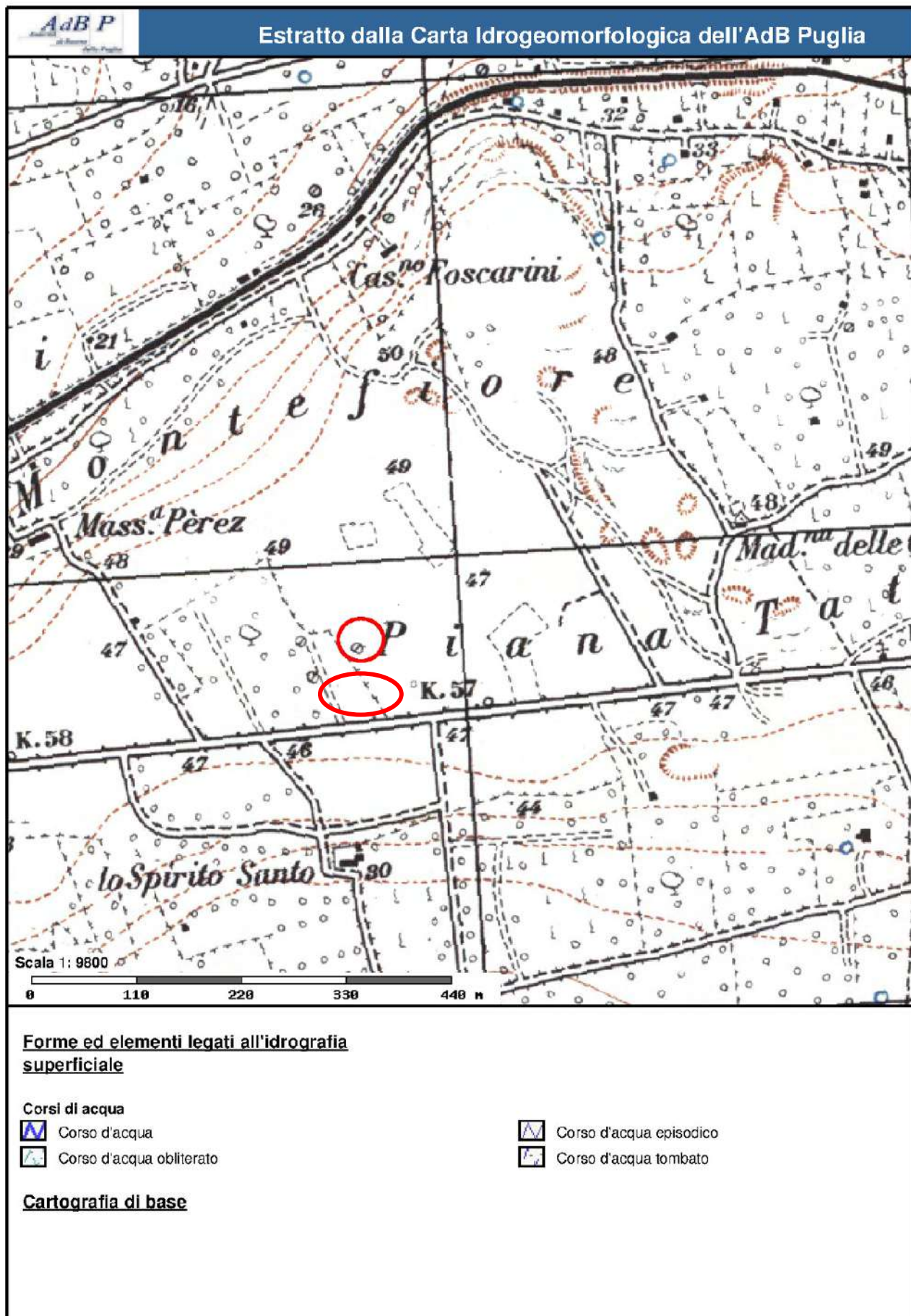
Le caratteristiche litologiche e di permeabilità delle formazioni presenti nell'area, unitamente alla distribuzione spaziale delle stesse ed all'assetto strutturale, condizionano sia la distribuzione degli acquiferi che la circolazione idrica sotterranea. Nell'area si distinguono due differenti falde acquifere sotterranee poste in successione a partire dall'alto:

- la *falda superficiale* circola a pelo libero nell'ambito dei depositi calcarenitici pleistocenici ("*Depositi marini terrazzati*");
- la *falda profonda* è presente nell'ambito dei calcari mesozoici ("*Calcare di Altamura*").

6.2.1 Falda superficiale

I terreni calcarenitici diffusamente affioranti nell'abitato di Gallipoli ("*Depositi marini terrazzati*") ospitano una falda freatica sostenuta, alla base, dalle "*Argille Subappennine*". Tale falda è censita dal Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia come *Acquifero detritico SALENTO LECCESE SUD-OCCIDENTALE (7-4-1)*.

La zona di ricarica della falda (alimentata essenzialmente dalle precipitazioni meteoriche) è situata nell'entroterra, cioè nei dintorni di Alezio, dove, peraltro, si ha anche una ricarica artificiale dovuta all'irrigazione dei terreni con l'acqua proveniente dai pozzi attestati nella falda profonda. Lo spessore dell'acquifero, pari a una decina di metri nelle aree più interne (zona di Alezio), si riduce via via sino ad arrivare a pochi decimetri lungo la costa.



Il livello statico della falda è, di norma, fortemente condizionato dalle precipitazioni meteoriche. In occasione dei periodi piovosi (autunno-inverno), il livello freatico si innalza anche di 1 metro nelle zone a monte e sino a 0,5 metri nella zone costiere.

Il deflusso della falda è di tipo radiale divergente, con due principali assi di scorrimento in direzione NW e SW. La falda defluisce dunque verso mare, dando origine, lungo la costa, a varie manifestazioni sorgentizie.

Lungo il tratto di costa a nord di Gallipoli, esiste, infatti, una serie di scaturigini localizzate lungo il contatto stratigrafico tra i terreni sabbioso-calcarenitici e le argille. Le portate erogate nei periodi di massima piovosità sono dell'ordine di circa $0,10 \div 0,20$ l/s per ogni piccola sorgente.

In altri luoghi, il recapito a mare della falda si nota invece essenzialmente per l'esistenza di alcuni punti di scaturigine posti a pochissima distanza dalla riva, dove l'acqua risulta molto più fredda.

Nella *Carta idrogeologica*, di **Fig. 8**, redatta sulla base dei dati riportati nel Piano di Tutela delle Acque, è indicato l'andamento delle isofreatiche di tale falda superficiale. Nella zona interessata dalla cava in esame, il valore dell'isofreatica è dell'ordine di +20 metri s.l.m..

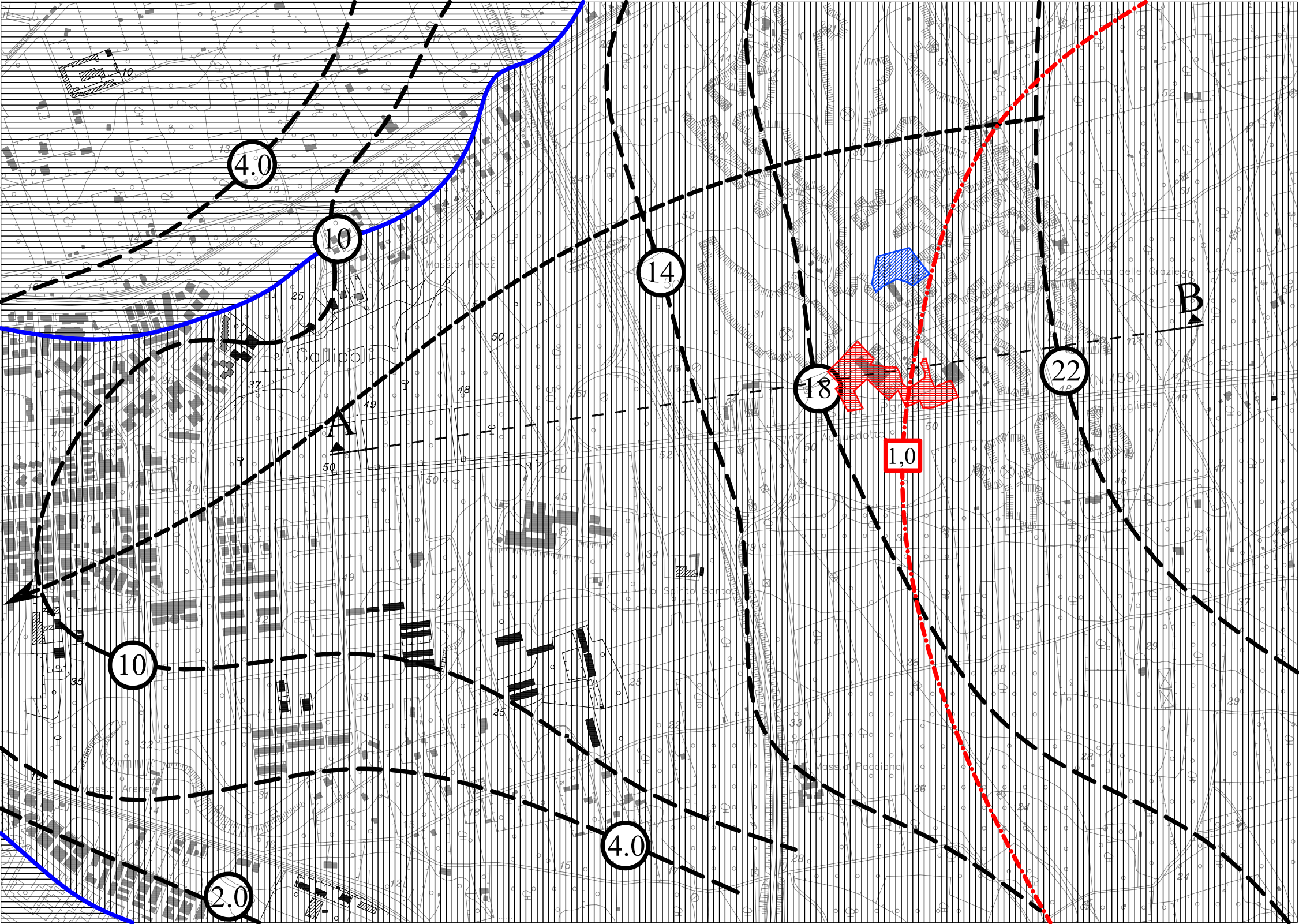
Il deflusso sotterraneo è diretto da nord-est verso sud-ovest, ovvero in direzione del mare che ne rappresenta il livello di base (discarica).

Per quanto riguarda l'area in esame, è stato possibile determinare il valore esatto del livello freatico della falda superficiale attraverso la misura del livello statico all'interno del vecchio pozzo di scavo presente all'interno dell'Area 1 (**Foto 20**) la cui ubicazione è indicata in **Fig. 9**.

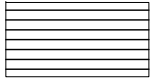
Nella seguente tabella sono riportati i dati rilevati assieme alla quota assoluta del piano di campagna del pozzo che è pari a circa 34,7 metri s.l.m..

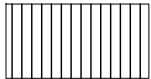
<i>Quota piano campagna</i>	34,7 metri s.l.m.
<i>Livello statico della falda nel pozzo</i>	- 8,7 metri dal p.c.
<i>Isofreatica falda superficiale</i>	26 metri s.l.m.

Fig. 8 - CARTA IDROGEOLOGICA



LEGENDA

 Calcareniti a grana da fine a medio-fine, di colore da bianco a marroncino fino a nocciola, con grado di cementazione variabile.
Rocce mediamente permeabili per porosità d'interstizi.
 $k = 10E-4 \text{ cm/s}$

 Calcareniti e calciruditi organogene ben cementate e tenaci, di colore giallo-marroncino, contenenti frammenti rimaneggiati di Artica islandica (Linné), note con il nome commerciale di "carparo".
Rocce mediamente permeabili per porosità d'interstizi.
 $k = 10E-4 \text{ cm/s}$

 Traccia di sezione

 14 Isofreatica della falda superficiale (metri s.l.m.)

 Direzione del deflusso della falda superficiale

 1,0 Isopieza della falda profonda (metri s.l.m.)

 SITO 1
(Foglio di mappa 12 p.lle nn. 69 parte e 9 parte)

 SITO 2
(Foglio di mappa 12 p.lle nn. 40 parte, 67 e 69 parte)

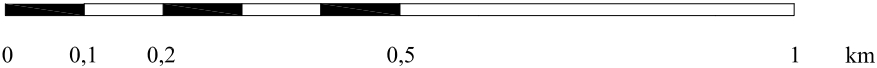




Fig. 9 - Ubicazione del pozzo di scavo, attestato nella falda superficiale, presente all'interno dell'Area 1.



Foto 20 – Misurazione del livello freatico della falda superficiale all'interno del vecchio pozzo di scavo presente all'interno del Sito 2.

6.2.2 *Falda profonda*

La “*falda acquifera profonda*” è ospitata all’interno delle rocce calcareo-dolomitiche del basamento mesozoico, permeabili per fessurazione e carsismo. Essa è presente in maniera continua in tutto il territorio salentino ed è caratterizzata in molti casi da acque con buone caratteristiche qualitative così da rappresentare una risorsa idrica di fondamentale importanza, in grado di fornire un contributo cospicuo al soddisfacimento del fabbisogno idrico per uso potabile, irriguo o industriale.

Le acque dolci di falda, che permeano le formazioni calcareo-dolomitiche del basamento mesozoico, sono sostenute, alla base, dalle acque marine di invasione continentale: la differenza di densità esistente tra i due corpi idrici determina, infatti, un netto fenomeno di stratificazione salina.

Le acque dolci, più leggere, tendono quindi a “galleggiare” sulle sottostanti acque marine in quanto, in mancanza di fenomeni di perturbazione della falda, si instaura una situazione di equilibrio non verificandosi alcun fenomeno di miscelamento idraulico (**Fig. 10**).

Acque dolci ed acque marine sono separate, in realtà, da un livello idrico di transizione, denominato “*zona di diffusione*”, caratterizzato da un rapido incremento verticale di salinità.

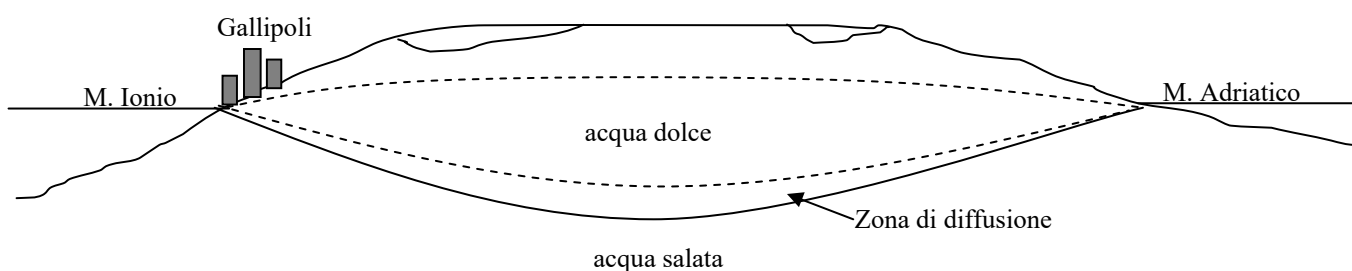


Fig. 10 - Sezione idrogeologica schematica della Penisola Salentina.

L’equilibrio che determina la separazione dei due livelli idrici (acque dolci ed acque salate) può, tuttavia, essere alterato dal prelievo di acque di falda, qualora questo sia effettuato in maniera errata, incontrollata e dissennata, ad esempio con portate di emungimento eccessive rispetto a quanto permettano le condizioni idrogeologiche locali, oppure con pozzi troppo ravvicinati o mal realizzati (per esempio troppo profondi).

La falda profonda, alimentata in prevalenza dalle acque meteoriche infiltratesi nel sottosuolo, è caratterizzata, nell'intera provincia di Lecce, dalla presenza di modesti carichi idraulici.

I valori più alti di carico idraulico (circa + 3 metri sul l.m.m.) si registrano nelle zone più interne della Penisola Salentina: a partire da tali aree il livello piezometrico della falda si abbassa progressivamente, con cadenti piezometriche molto basse (0,1 ÷ 2,5%), in direzione delle zone costiere, ove esso tende a raccordarsi con il livello marino.

Il deflusso della falda profonda si esplica infatti essenzialmente in direzione del mare, ove le acque di falda normalmente si riversano, in maniera diffusa o concentrata, attraverso sorgenti costiere e/o polle sottomarine.

Sia i modesti carichi idraulici che le bassissime cadenze piezometriche confermano, in linea generale, l'elevata permeabilità media dell'acquifero carbonatico ospitante la falda profonda.

La ricostruzione dell'andamento della superficie piezometrica della falda profonda in corrispondenza del territorio in esame (cfr. **Fig. 8**) è stata eseguita sulla base dei dati riportati nel Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia. Sulla base dei dati acquisiti si è potuto constatare che nel territorio in esame il valore del livello piezometrico si pone attorno a 1,0 metro s.l.m. ovvero detta falda, una volta intercettata, risale e il suo livello si stabilizza a profondità dell'ordine di 44÷48 metri dal piano di campagna originario (cfr. **Fig. 11 - Sezione idrogeologica**). Il deflusso delle acque di falda si esplica da E verso W ovvero in direzione del Mare Ionio che ne rappresenta il livello di base.

Lo spessore del livello di acque dolci, legato al carico idraulico della falda da un rapporto di proporzionalità diretta, può essere stimato mediante la *legge di Ghyben-Herzberg*, esprimibile nella formula:

$$H = [\rho_d / (\rho_m - \rho_d)] * h \quad H \approx 40 * h$$

dove H è la profondità dell'interfaccia acqua dolce-acqua salata, ρ_d è la densità dell'acqua dolce ($\sim 1,0028 \text{ g/cm}^3$), ρ_m è la densità dell'acqua marina ($\sim 1,027 \text{ g/cm}^3$) ed h è il carico piezometrico della falda.

Considerando che, nell'area in esame, i carichi idraulici sono dell'ordine di circa 1,0 metri sul l.m.m., è presumibile che la falda profonda presenti localmente uno spessore di acque dolci dell'ordine di una quarantina di metri.

Essendo nell'area in esame l'acquifero carbonatico mesozoico dislocato ben al di sotto del l.m. (cfr. *Sezione idrogeologica* di **Fig. 11**), la falda profonda, mantenuta in pressione dalle argille pleistoceniche, risulta contaminata dalle acque marine di invasione continentale.

7. RAPPORTI STRATIGRAFICI TRA LE FORMAZIONI E SUCCESSIONE DEGLI ACQUIFERI

Alla luce dei dati desunti dal rilevamento geologico di superficie, dal rilievo plano-altimetrico appositamente realizzato nell'area di cava, dalle stratigrafie di alcuni pozzi perforati nel passato nell'intorno dell'area in esame e dalla misura del livello statico della falda superficiale all'interno del pozzo di scavo presente, è stata elaborata la *Sezione idrogeologica* di **Fig. 11** da cui si possono trarre i rapporti stratigrafici tra le formazioni presenti nel sot-tosuolo, nonché la successione degli acquiferi saturi. L'analisi di tale ricostruzione indica quanto segue:

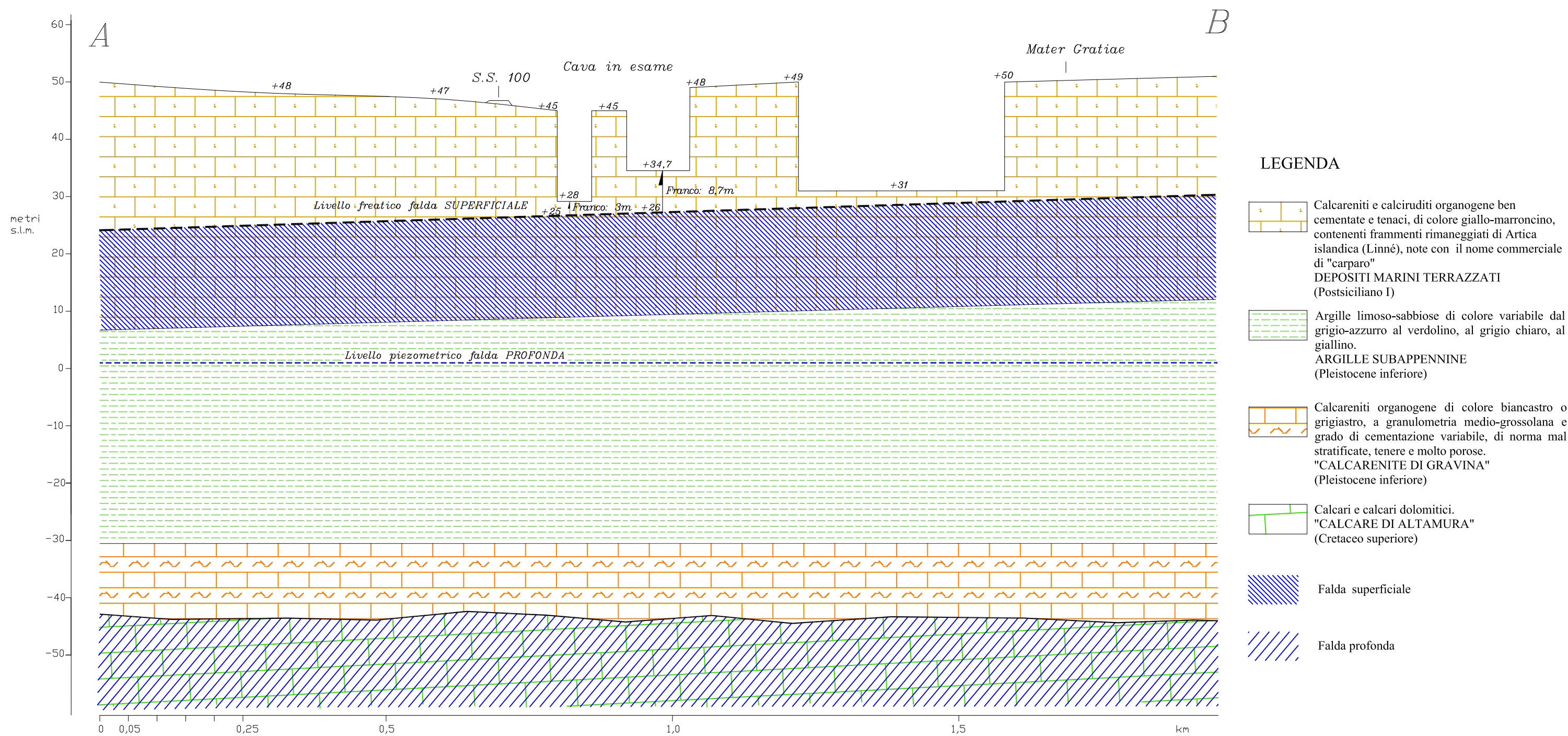
- nell'area in esame a partire dal piano di campagna originario (+45÷49 metri s.l.m.) è presente dapprima una successione di calcareniti e calciruditi organogene ben cementate e tenaci, di colore giallo-marroncino, contenenti frammenti rimaneggiati di Artica islandica (Linné), note con il nome commerciale di "carparo". Tali litotipi sono ascrivibili alla formazione dei "*Depositi marini terrazzati*" (Postsiciliano I);
- a partire da una quarantina di metri di profondità segue una potente successione di argille limoso-sabbiose di colore variabile dal grigio-azzurro al verdolino, al grigio chiaro, al giallino ("*Argille Subappennine*" - Pleistocene inferiore);
- a partire da un'ottantina di metri di profondità segue una successione di calcareniti organogene di colore biancastro o grigiastro, a granulometria medio-grossolana e grado di cementazione variabile, di norma mal stratificate, tenere e molto porose ("*Calcarenite di Gravina*" - Pleistocene inferiore);
- attorno al centinaio di metri dal piano di campagna si rinviene, infine, la successione di calcari e calcari dolomitici irregolarmente fessurati costituenti il basamento carbonatico mesozoico ("*Calcare di Altamura*" – Cretaceo superiore).
- In relazione ai livelli idrici sotterranei, il primo livello acquifero è rappresentato dalla cosiddetta falda superficiale circolante, a pelo libero, nell'ambito dei depositi calcarenitici pleistocenici ("*Depositi marini terrazzati*") essendo sostenuta, alla base, dalla coltre limoso-argillosa ("*Argille Subappennine*"). Attraverso la misura del livello freatico all'interno del vecchio pozzo di scavo presente in cava si è ricostruito

che il livello statico di falda si posiziona attorno a +25÷26 metri s.l.m.; considerando che il fondo cava è posto a quote differenti e variabili tra +28 e +34,7 metri s.l.m. si ricava che il franco di acquifero anidro tra fondo cava e superficie freatica è compreso tra 3 metri e 8,7 metri;

- il secondo livello acquifero è rappresentato dalla cosiddetta *falda profonda* che permea la successione calcareo-dolomitica del Cretaceo, essendo sostenuta alla base dalle acque marine di invasione continentale. Nella zona di interesse essa scorre in pressione in quanto l'acquifero carbonatico mesozoico è dislocato ben al di sotto del l.m. da parte delle argille pleistoceniche. Una volta intercettata, essa risale e il suo livello piezometrico si stabilizza a quote attorno a +1 metro s.l.m. (ovvero 44÷48 metri dal piano di campagna originario).

Si sottolinea il fatto che il progetto in esame non prevede alcuna operazione di scavo, ma solo il recupero naturalistico delle due aree di cava attraverso la stesura di terreno vegetale, adeguatamente lavorato e concimato, per un'altezza di 0,30 mt cui seguirà la piantumazione di essenze autoctone tipiche della macchia mediterranea e la formazione di prato rustico polifita.

Fig. 11 - SEZIONE IDROGEOLOGICA



N.B. la scala delle altezze è stata esagerata volutamente rispetto alle lunghezze per poter evidenziare i piccoli spessori.

8. VALORE DEL COEFFICIENTE DI CONDUCIBILITÀ IDRAULICA E VULNERABILITÀ DELLA FALDA

Le calcareniti quaternarie presenti in affioramento nell'area (*“Depositi marini terrazzati”*) sono *terreni permeabili per porosità d'interstizi* in quanto dotate di una discreta porosità che può superare anche il 40%, sicché hanno valori di permeabilità medi.

8.1 Prove di permeabilità

Per poter definire con il massimo dettaglio possibile la velocità di filtrazione delle acque all'interno della zona vadosa dell'acquifero calcarenitico, condizione necessaria per la corretta valutazione del tempo di percolazione delle acque meteoriche d'infiltrazione, si è proceduto all'esecuzione di n°1 prova di permeabilità in pozzetto a sezione quadrata e pareti verticali appositamente scavato nell'area di progetto. È stata poi eseguita una “prova a carico variabile” riempiendo completamente con acqua il pozzetto e misurando la velocità di abbassamento mediante rilievi freaticometrici a intervalli di tempo noti. Il valore della permeabilità è dato da:

$$k = \frac{h_1 - h_2}{t_2 - t_1} \frac{1 + (2h_m / b)}{(27h_m / b) + 3}$$

dove:

h_m = altezza media dell'acqua nel pozzetto (cm)

b = lato della base del pozzetto a base quadrata (cm)

$t_2 - t_1$ = intervallo di tempo (min.)

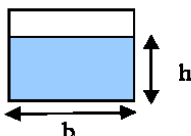
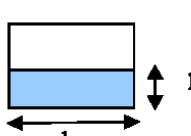
$h_1 - h_2$ = variazione del livello d'acqua (cm)

Tutti i dati della prova di assorbimento appositamente condotta sono riportati nel certificato di prova allegato.

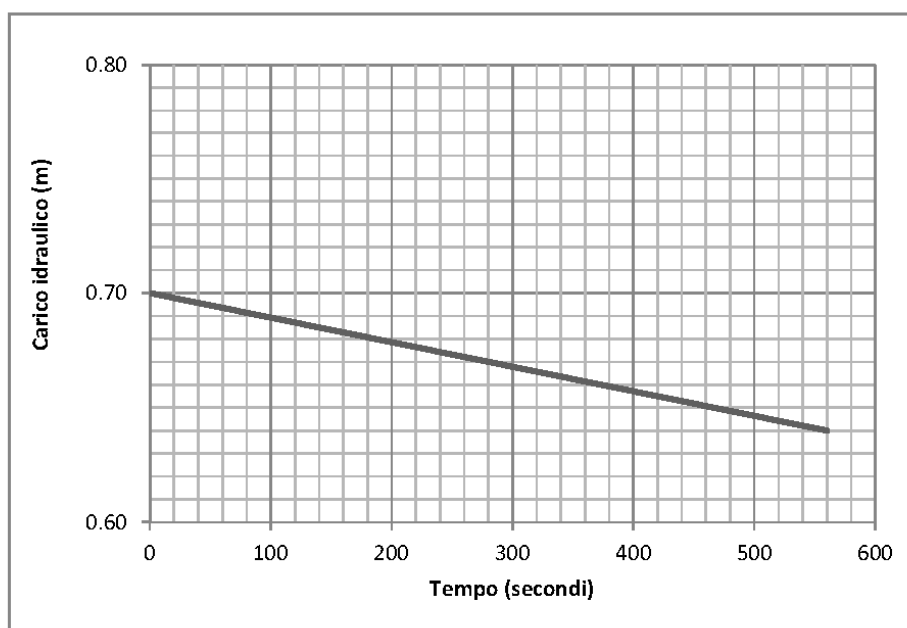
Il valore medio risulta pari a **$4,0 \times 10^{-6}$ m/s** ciò a conferma che si tratta di un ammasso calcarenitico compatto e poco fessurato.

Committente:	Ditta LU.PA. CAVE s.n.c. di Luigi e Paolo MAURO
Località:	Gallipoli, C.da Mater Gratiae - F. 12 p.lle 6 parte e 40 parte
Progetto:	PROGETTO DI COLTIVAZIONE DELLA CAVA DI CARPARO SITA IN LOCALITÀ "MATER GRATIAE"
Litologia:	calcareniti a grana medio-grossolana, tenaci (carparo)

Prova di permeabilità in pozzetto a base quadrata (Prova a carico variabile)

Pozzetto P1 $b = 0.90$ (m) $h_1 = 0.55$ (m) $h_2 = 0.44$ (m) $T_1 = 0$ (sec.) $T_2 = 3200$ (sec.) $h_m = 0.50$ (m) $K_1 = 4E-06$ (m/s)	 	Pozzetto P2 $b =$ (m) $h_1 =$ (m) $h_2 =$ (m) $T_1 =$ (sec.) $T_2 =$ (sec.) $h_m = 0$ (m) $K_2 = \#DIV/0!$ (m/s)
--	--	--

$$K = \frac{h_1 - h_2}{t_2 - t_1} \cdot 1 + \frac{(2h_m/b)}{27 \cdot (h_m/b) + 3} \quad [\text{m/s}]$$



$$k_m = 4.0E-06 \text{ (m/s)}$$



Il pozzetto P1



Riempimento del pozzetto P1



Misurazioni di livello in funzione del tempo

8.2 Vulnerabilità della falda

8.2.1 Definizione del franco di sicurezza

Si è visto in precedenza che il fondo della cava in esame, nel punto più profondo è posto a una quota di +28 metri sul livello mare. Il livello freatico della *falda superficiale* (1° livello idrico presente nel sottosuolo) in quel punto è posto a circa +25,0 metri sul l.m. (cfr. **Fig. 11**): si ricava che il franco di sicurezza minimo è valutabile in 3 metri. Pertanto, il calcolo del tempo di percolazione che segue nel paragrafo successivo è stato condotto sulla base di tale valore del franco di sicurezza.

8.2.2 Valutazione del tempo di percolazione delle acque meteoriche

Il grado di vulnerabilità della falda idrica sotterranea è legato al concorso di vari fattori di carattere sia morfologico-strutturale che idrogeologico. Alcuni fenomeni di interazione che si creano, nell'ambito della zona anidra, tra sostanze contaminanti eventualmente presenti nelle acque di infiltrazione meteorica e roccia sono in grado, peraltro, di determinare un abbattimento del carico inquinante.

Tali fenomeni, di natura sia chimico-fisica che biologica, sono principalmente rappresentati da effetti filtranti, processi redox e fenomeni di adsorbimento, scambio ionico e biodegradazione.

I suddetti meccanismi d'azione risultano poi chiaramente tanto più efficaci quanto maggiore è il tempo di stazionamento dell'inquinante in zona anidra (tempo di "percolazione"). Il tempo di percolazione delle acque meteoriche dipende da un lato dallo spessore della zona anidra di acquifero e, dall'altro, dalla permeabilità dei terreni che lo costituiscono. La permeabilità è un parametro che a sua volta può variare in funzione di numerosi fattori quali ad esempio il tipo di acquifero, il grado di saturazione e la porosità efficace del terreno, la viscosità e densità del fluido, il gradiente idraulico.

Per quanto concerne il calcolo del tempo di percolazione partiamo dalla legge di Darcy:

$$v = k \cdot i \quad [1]$$

dove:

v = velocità di filtrazione nell'acquifero

k = coefficiente di permeabilità dell'acquifero

i = gradiente idraulico, nel caso in esame vale 1 essendo la filtrazione verticale

Sostituendo alla velocità v il rapporto spazio/tempo (s/t) ed esplicitando il tempo di percolamento si ottiene che:

$$t = s / k \cdot i \quad [2]$$

Per il caso in esame risulta che lo spessore di acquifero anidro minimo tra fondo cava e superficie freatica della falda superficiale è pari a 3 metri. I risultati della prova di permeabilità condotta nell'area di progetto indicano che alla successione calcarenitica ivi presente corrisponde un valore medio del coefficiente di permeabilità pari a $4,0 \times 10^{-6}$ m/s. Sostituendo nella [2] avremo:

$$t = 3 \text{ m} / 4,0 \times 10^{-6} \text{ m/s} = 750.000 \text{ secondi} \sim 9 \text{ gg.}$$

Le acque pluviali di infiltrazione impiegheranno nove giorni prima di giungere in falda, tempo ritenuto sufficiente perché gli effetti filtranti, i processi redox ed i fenomeni di adsorbimento, scambio ionico e biodegradazione dell'acquifero possano assicurare l'abbattimento del carico inquinante eventualmente trasportato dalle acque pluviali.

Maglie, febbraio 2025

agg.: maggio 2025

Dott. Geol. Fabio MACRI'

