

COMUNE DI GALLIPOLI

PROVINCIA DI LECCE

VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA' A VALUTAZIONE IMPATTO AMBIENTALE PER LA CAVA DI CARPARO SITA IN LOCALITÀ "MATER GRATIAE"

(in attività con Determina del Dirigente n. 42 del 07-04-2000, Proroga n. 62 del 05-05-2009,
n. 86 del 16-01-2015 e Trasferimento e Proroga n. 218 del 16/06/2015)

All. Int. 4

**INTEGRAZIONE ALLA RELAZIONE GEOLOGICA AI
SENSI DELL'ART. 2 DEL REGOLAMENTO DEL P.R.A.E.**

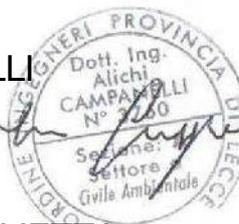
Committente:

EUROCARPARO s.r.l.
Zona Industriale Lotto 24 SNC
73046 Matino (LE)


EUROCARPARO
Eurocarparo s.r.l.
S. Leg. Z. I. Lotto 24 snc - 73046 Matino (Le)
Tel: 0833.305077 - info@angelegiario.com
P.I. 10339600759

I Tecnici:

Ing. Alichì CAMPANELLI


Alichì Campanelli

Geol. Alessandra MIGLIETTA


Alessandra Miglietta

Data: Ottobre 2018

INDICE

1. PREMESSA	PAG. 1
2. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEL SITO	PAG. 2
2.1 Inquadramento geologico generale	PAG. 2
2.2 Caratteri litostratigrafici	PAG. 4
2.2.1 <i>Calcari di Melissano</i>	PAG. 4
2.2.2 <i>Calcareniti del Salento</i>	PAG. 5
2.2.3 <i>Depositi dunari antichi e recenti</i>	PAG. 7
2.2.4 <i>Depositi di spiaggia e dune attuali</i>	PAG. 7
2.3 Vincolistica gravante sul sito	PAG. 8
2.3.1 <i>Piano di Bacino della Puglia, stralcio Assetto Idrogeologico (PAI)</i>	PAG. 8
2.3.2 <i>Vincolo idrogeologico</i>	PAG. 11
2.3.3 <i>Piano di Tutela delle Acque (PTA)</i>	PAG. 13
2.4 Point Load Test	PAG. 16
2.5 Classificazione sismica	PAG. 18
3. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E STABILITÀ DELLE SCARPATE	PAG. 21
3.1 Caratteri generali	PAG. 21
3.2 Stabilità delle scarpate	PAG. 23
4. CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA DEL SITO	PAG. 26
4.1 Idrografia superficiale	PAG. 26
4.2 Acque sotterranee	PAG. 26
4.2.1 <i>Falda superficiale</i>	PAG. 26
4.2.2 <i>Falda profonda</i>	PAG. 29
5. CONCLUSIONI: RAPPORTI STRATIGRAFICI E SUCCESSIONE DEGLI ACQUIFERI	PAG. 32

1. PREMESSA

La presente relazione geologica, idrogeologica e geotecnica è redatta per conto della ditta EUROCARPARO s.r.l., ai fini della *verifica di assoggettabilità a Valutazione di Impatto Ambientale per la cava di carparo sita in località "Mater Gratiae"*, che ricade all'interno del comune di Gallipoli ed è riportata in catasto al foglio 12, p.lle 16 e 72.

Lo studio è consistito in una caratterizzazione geologica generale e di dettaglio dell'area di cava interessata; in seguito sono stati ricostruiti i caratteri dell'idrografia superficiale e della circolazione idrica sotterranea. Dopo lo studio geologico-strutturale dell'area, sono stati definiti i dati rappresentativi delle proprietà geotecniche dei litotipi affioranti e infine è stato possibile determinare la stabilità e l'altezza critica potenziale delle pareti di scavo.

Lo studio eseguito ha permesso di definire le caratteristiche generali e di dettaglio del sito in esame rappresentate nei seguenti allegati cartografici:

- Carta geologica – Tav. 9 (scala 1:5000);
- Carta geomorfologica – Tav. 10 (scala 1:5000);
- Carta idrogeologica – Tav. 11 (scala 1:5000);
- Sezione idrogeologica - Tav. 12 (scala delle lunghezze 1:5.000; scala delle altezze 1:1.000).

2. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

2.1 Inquadramento morfologico generale

L'area in esame ricade ad oltre 2 km ad est rispetto al centro abitato di Gallipoli (LE), nei pressi della chiesa Madonna delle Grazie. La zona più precisamente ricade all'interno della località "Mater Gratiae", nella quale si colloca un'importante attività estrattiva del litotipo calcarenitico denominato "carparo".

La morfologia dell'area è caratterizzata da un tipico andamento pianeggiante con quote che oscillano attorno ai 47 metri s.l.m., mentre le pendenze non risultano superiori al 5%. La superficie topografica si abbassa procedendo in direzione ovest verso la costa gallipolina, presentando talvolta delle pendenze più accentuate.

La penisola salentina presenta una morfologia che è stata condizionata dall'evoluzione paleogeografica consistita in una sedimentazione carbonatica mesozoica, che si interruppe alla fine del Cretaceo allorquando un'importante fase deformativa provocò il sollevamento e l'emersione dal mare della *piattaforma carbonatica apula*. Durante il seguente periodo di continentalità, il basamento carbonatico mesozoico fu interessato da fenomeni tettonici disgiuntivi (sistemi coniugati di faglie dirette) che diedero origine a una struttura ad "horst" (alti strutturali) e "graben" (depressioni). La tettonica plicativa ha ulteriormente deformato il basamento carbonatico mesozoico in blande strutture anticlinatiche e sinclinatiche.

A partire dal Miocene le aree corrispondenti ai graben tettonici, fino ad allora emerse, iniziarono ad abbassarsi lentamente dando origine a trasgressioni e regressioni marine che si susseguirono a più riprese nel tempo e che condussero alla deposizione di sedimenti calcarenitici, calcareo-marnoso-limosi e sabbioso-calcarenitici.

Ulteriori fasi tettoniche di abbassamento protrattesi nel tardo Miocene e durante il Pleistocene hanno ulteriormente ribassato sia le unità cretacee che quelle mioceniche portando all'attuale configurazione geomorfologica dell'area.

Importanti furono le oscillazioni glacio-eustatiche del livello del mare che si susseguirono durante il Quaternario e che diedero vita a fenomeni di trasgressione e regressione, testimoniati attualmente dalla presenza di dune fossili e gradini morfologici corrispondenti alle paleo-linee

di costa. Il primo ordine di dune, corrispondente a una quota di circa 46 metri s.l.m., può essere associato a una linea di costa che oscilla tra i 35 e i 40 metri sull'attuale livello del mare; al secondo ordine di dune, disposto a un livello massimo di 26 metri s.l.m., corrisponde una linea di costa collocata a 15-20 metri sull'attuale livello del mare; il terzo ordine di dune possiede una quota che oscilla tra i 7 metri e poco al di sotto dell'attuale livello del mare, e individua una linea di costa situata proprio qualche metro in profondità rispetto all'attuale l.m..

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

L'area in esame si colloca alle pendici delle cosiddette "Serre Salentine", dei rilievi collinari corrispondenti ad alti strutturali caratterizzati da una diffusa presenza di rocce calcareo-dolomitiche mesozoiche, affioranti soprattutto alle quote più elevate.

Tali rocce risultano, lungo la costa gallipolina, dislocate in profondità da sistemi di faglie dirette che hanno provocato il ribassamento del substrato calcareo. Successivamente, le trasgressioni marine quaternarie hanno portato alla deposizione di coltri sedimentarie, di origine sia marina che continentale, caratterizzate da depositi calcarenitici, limoso-argillosi e sabbiosi, che hanno ricoperto le rocce del basamento.

Tali depositi costituiscono attualmente la formazione delle "Calcareniti del Salento", attribuibile al Pleistocene inferiore, che giace in trasgressione sulle rocce calcaree mesozoiche ed è costituita prevalentemente da facies calcarenitiche, sulle quali si colloca un livello di sedimenti limoso-argillosi che verso l'alto assumono una granulometria prettamente sabbioso-limosa. Al di sopra giacciono, in trasgressione, le calcareniti grossolane di colore giallo-grigiastro, denominate "carparo" (Pleistocene medio-superiore), che affiorano nell'area in esame.

Tale deposito passa superiormente, sempre in trasgressione, ad altre calcareniti a grana medio-fine, di colore dal bianco al nocciola, al giallastro, riferibili al Pleistocene medio-superiore.

2.2 Caratteri litostratigrafici

La successione stratigrafica dei terreni ricadenti nel territorio comunale di Gallipoli è la seguente (dal più antico al più recente):

- *Calcari di Melissano* (Cretaceo superiore);
- *Calcareniti del Salento* (Pleistocene);
- *dune antiche e recenti*;
- *depositi di spiaggia e dune attuali*.

2.2.1 *Calcari di Melissano*

Tale formazione è costituita principalmente da calcari bioclastici microcristallini di colore biancastro, compatti e a frattura irregolare, associati talvolta a calcari più scuri oppure a calcari chiari sub-cristallini o porcellanacei a frattura concoide. A questi litotipi si intercalano calcari dolomitici ed eccezionalmente dolomie calcaree vacuolari di colore nocciola. Sono presenti talvolta degli orizzonti bioclastici porosi di colore biancastro caratterizzati dall'abbondante presenza di frammenti di Rudiste.

Le parti calcaree della formazione sono costituite da particelle, del diametro massimo di 4 μ , di calcite ("micrite"), in genere derivante da resti di gusci ed esoscheletri di plancton e benthos. Tali particelle sono cementate dalla cosiddetta "sparite", in questo caso costituita da calcite spatica.

La parte dolomitica è costituita da una percentuale variabile di cristalli di dolomite, la quale determina inoltre il grado di dolomitizzazione della roccia.

La stratificazione è di norma piuttosto evidente, con strati di spessore generalmente compreso tra 10 e 40 cm. Più raramente si rinvengono banchi di spessore pari o superiore al metro. La formazione è in genere interessata dalla presenza di un diffuso reticolo di fratture a luoghi associato ad importanti manifestazioni e strutture carsiche. La composizione e la struttura dei sedimenti indica un ambiente deposizionale di piattaforma, caratterizzato da mare poco profondo (ambiente neritico).

2.2.2 Calcareniti del Salento

Al di sopra delle rocce del basamento mesozoico si trova un livello di calcareniti organogene, depositatesi durante una fase trasgressiva, che segna l'inizio del ciclo sedimentario verificatosi durante il Pleistocene inferiore. Il contatto con i calcari mesozoici è netto e talvolta segnato da un livello di terra rossa.

Le calcareniti organogene presentano colore biancastro, grigio chiaro o rossastro se alterato, hanno granulometria medio-grossolana e basso grado di stratificazione. Sono variamente cementate, presentano un'elevata porosità e sono caratterizzate dalla presenza di resti fossili.

I granuli della roccia sono prevalentemente a composizione carbonatica e risultano cementati da calcite spatica ("sparite"). L'ambiente deposizionale è di mare poco profondo.

Tali calcareniti organogene non affiorano nell'area in esame, ma si trovano ad una profondità di circa -90m sotto il piano campagna, presentando uno spessore di 10-15 metri.

Al di sopra dei depositi calcarenitici sono presenti dei depositi ascrivibili alle Argille Subappennine. Queste affiorano a nord di Gallipoli in alcune aree della costa, e sono più diffuse spostandosi nell'entroterra. Il terreno è prettamente argilloso-limoso (nella parte superiore) e limoso-sabbioso (nella parte medio-inferiore), in particolare è caratterizzato da argille limoso-sabbiose di colore dal grigio-azzurro al verdastro, al grigio chiaro, al giallino.

Le argille sono caratterizzate dalla presenza di resti macrofossili, prevalentemente lamellibranchi, gasteropodi, echinidi, brachiopodi. L'unità risale al Pleistocene inferiore, come suggerito dalla presenza di bioindicatori ambientali come l'Arctica Islandica.

Le Argille Subappennine non affiorano nell'area di progetto, ma si collocano a 25-30 metri di profondità. L'ambiente di deposizione è di mare molto profondo.

Il ciclo pleistocenico continua con la deposizione, in trasgressione sopra le argille, di sedimenti disposti in terrazzamenti che si susseguono dall'entroterra verso la costa. I sedimenti sono costituiti prevalentemente da calcareniti ben cementate, denominate localmente "carparo", e sono disposti su tre ordini di terrazzi.

Il primo ordine di depositi marini terrazzati costituisce un corpo allungato, da E a W, che poggia sulle Argille Subappennine con un contatto trasgressivo segnato da uno strato di terra rossa.

Questi sedimenti affiorano in tutto il comune di Gallipoli comprendendo anche la fascia orientale fino ad interessare l'area di cava in esame.

Le calcareniti affioranti sono ben cementate, grossolane, porose, di colore dal giallino all'avana. Presentano una clinostratificazione caratterizzata dalla presenza di lamine che immergono in direzione SW con inclinazione dai 5° ai 2°. Tale unità degrada verso mare formando delle scarpate variamente inclinate; lo spessore è variabile da qualche metro fino ai 30 metri presenti nell'area in cui viene svolta l'attività estrattiva.

Il contenuto in fossili è riconoscibile solo nella parte bassa del corpo calcarenitico, in cui si riscontra la presenza di *Dentalium sp.*, *Glicimeris sp.*, *ostracodi* e *pectinidi*.

Questi depositi hanno un'età riferibile al Pleistocene medio-superiore (post-Siciliano).

Al di sopra delle calcareniti tipo "carparo" appena descritte, sono presenti delle calcareniti a grana fine, che poggiano in trasgressione sulle precedenti. Queste presentano delle caratteristiche variabili: a nord dell'area di progetto sono ben cementate e di colore biancastro, altrove risultano poco cementate di colore nocciola, mentre in altre zone sono ben cementate e aventi colore giallo-rossastro. In genere non sono stratificate, ma in alcuni punti risultano costituite da piccoli strati decimetrici pian paralleli.

Il contenuto fossilifero è rappresentato da Ostracodi, Gasteropodi e Foraminiferi.

Questa unità presenta generalmente uno spessore di 2 metri, fatta eccezione per alcune aree in cui raggiunge i 7-8 metri. Sulla base dei rapporti stratigrafici con le unità sottostanti, le calcareniti a grana fine sono attribuibili al Pleistocene medio-superiore (post-Siciliano).

Depositi di calcareniti e calciruditi dure poggiano in trasgressione sia sulle calcareniti fini che sul "carparo"; tali depositi prendono il nome di Calcareniti a Strombi e si presentano in due varietà: una di colore rosato, e l'altra di colore grigiastro con una stratificazione in cui gli straterelli hanno uno spessore che va da qualche millimetro a pochi centimetri.

Tali depositi affiorano in maniera più o meno costante lungo la costa settentrionale di Gallipoli, e presentano un alto contenuto in fossili, tra cui il *Glycymeris sp.*, e lo *Strombus Bubonius*. Quest'ultimo esemplare ha permesso di attribuire le calcareniti a Strombi al Tirreniano.

2.2.3 Depositi dunari antichi e recenti

Si tratta di depositi eolici che poggiano in trasgressione sulle unità sottostanti e si distribuiscono in tre ordini dall'entroterra verso la costa. Sono costituiti prevalentemente da calcareniti a grana media ben cementate e generalmente clinostratificate o a laminazione incrociata, caratterizzate dalla presenza fossilifera di Gasteropodi polmonati.

Il primo ordine si trova a quote non superiori ai 28 metri; il secondo si distribuisce tra i 10 e i 15 m, mentre il terzo ordine, il più recente, si colloca nei pressi della linea di costa e ha delle quote di 5 ÷ 7 metri s.l.m..

Tali depositi dunari si collocano, alla base, su un livello di terra rossa che testimonia il contatto trasgressivo con le unità sottostanti.

2.2.4 Depositi di spiaggia e dune attuali

Tali depositi affiorano lungo la costa a nord e a sud di Gallipoli. Sono costituiti da sabbie calcaree sciolte di colore biancastro che poggiano sulle dune più antiche, le quali superficialmente risultano spianate da fenomeni erosivi.

In tali depositi si sono generate delle depressioni morfologiche impaludate causate dall'affioramento della falda freatica. All'interno di queste si è verificata la sedimentazione di depositi lagunari o palustri, costituiti da sabbie limose e limi sabbioso-argillosi, i cui colore brunastro è dovuto alla presenza di abbondante materia organica. Lo spessore di tali limi palustri può variare da qualche cm ad alcuni metri.

2.3 Vincolistica geologica gravante sul sito

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

Il PAI della Puglia, approvato con la deliberazione n°39 del 30/11/2005, è finalizzato al miglioramento delle condizioni di regime idraulico e della stabilità geomorfologica 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 il 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.

Le finalità sono realizzate, dall'Autorità di Bacino della Puglia e dalle altre Amministrazioni competenti, mediante:

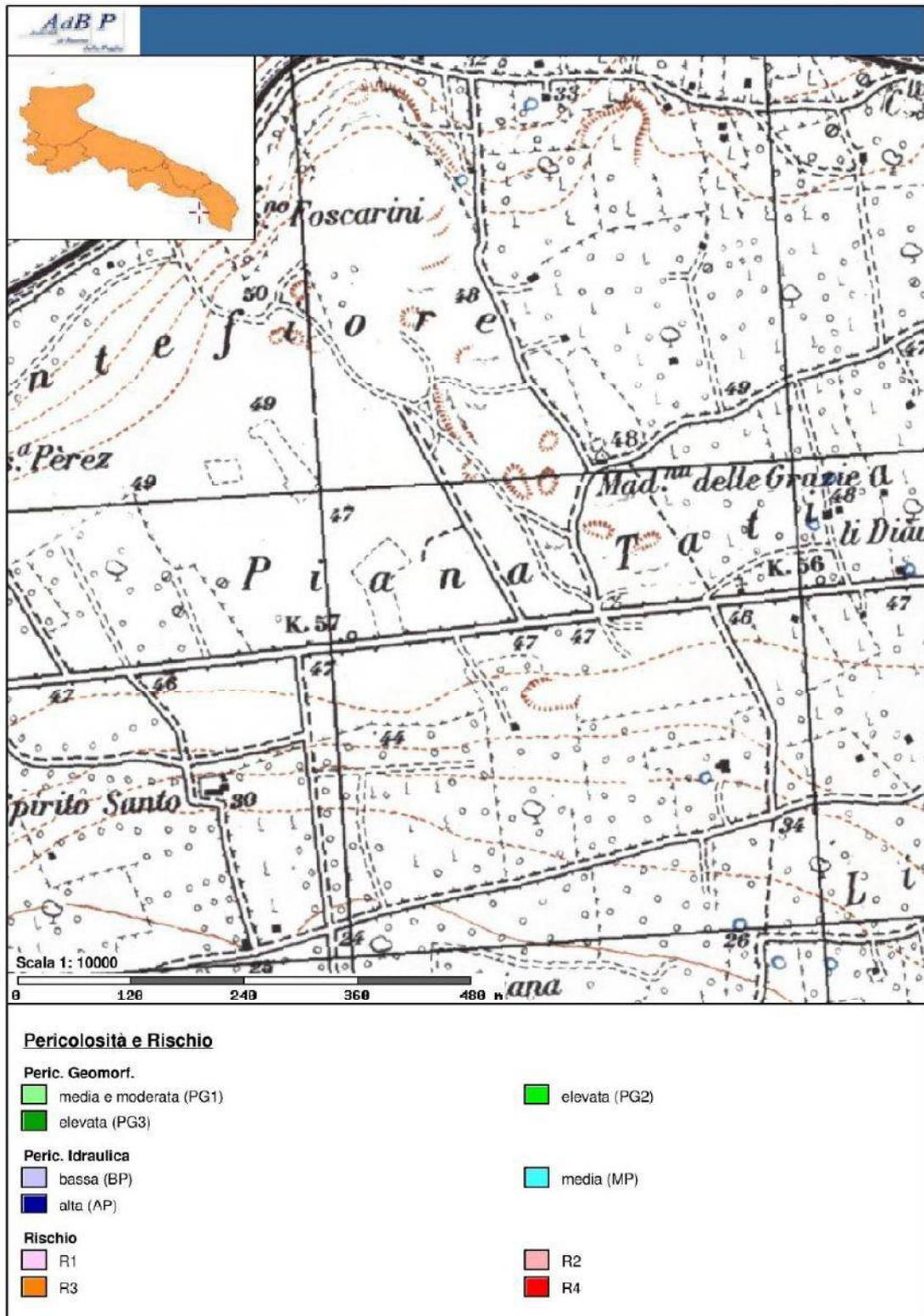
- a) la definizione del quadro della pericolosità idrogeologica in relazione ai fenomeni di esondazione e di dissesto dei versanti;
- b) la definizione degli interventi per la disciplina, il controllo, la salvaguardia, la regolarizzazione dei corsi d'acqua e la sistemazione dei versanti e delle aree instabili a protezione degli abitati e delle infrastrutture, indirizzando l'uso di modalità di intervento che privilegino la valorizzazione ed il recupero delle caratteristiche naturali del territorio;
- c) l'individuazione, la salvaguardia e la valorizzazione delle aree di pertinenza fluviale;
- d) la manutenzione, il completamento e l'integrazione dei sistemi di protezione esistenti;
- e) la definizione degli interventi per la protezione e la regolazione dei corsi d'acqua;
- f) la definizione di nuovi sistemi di protezione e difesa idrogeologica, ad integrazione di quelli esistenti, con funzioni di controllo dell'evoluzione dei fenomeni di dissesto e di esondazione, in relazione al livello di riduzione del rischio da conseguire.

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.):

In Fig. 1 è riportato lo stralcio della Cartografia regionale dell'AdB dalla cui verifica si può affermare che l'area in esame non interessa né aree a pericolosità idraulica né aree a pericolosità geomorfologica.

Fig. 1 - Carta della pericolosità idraulica e geomorfologica dell'area in esame

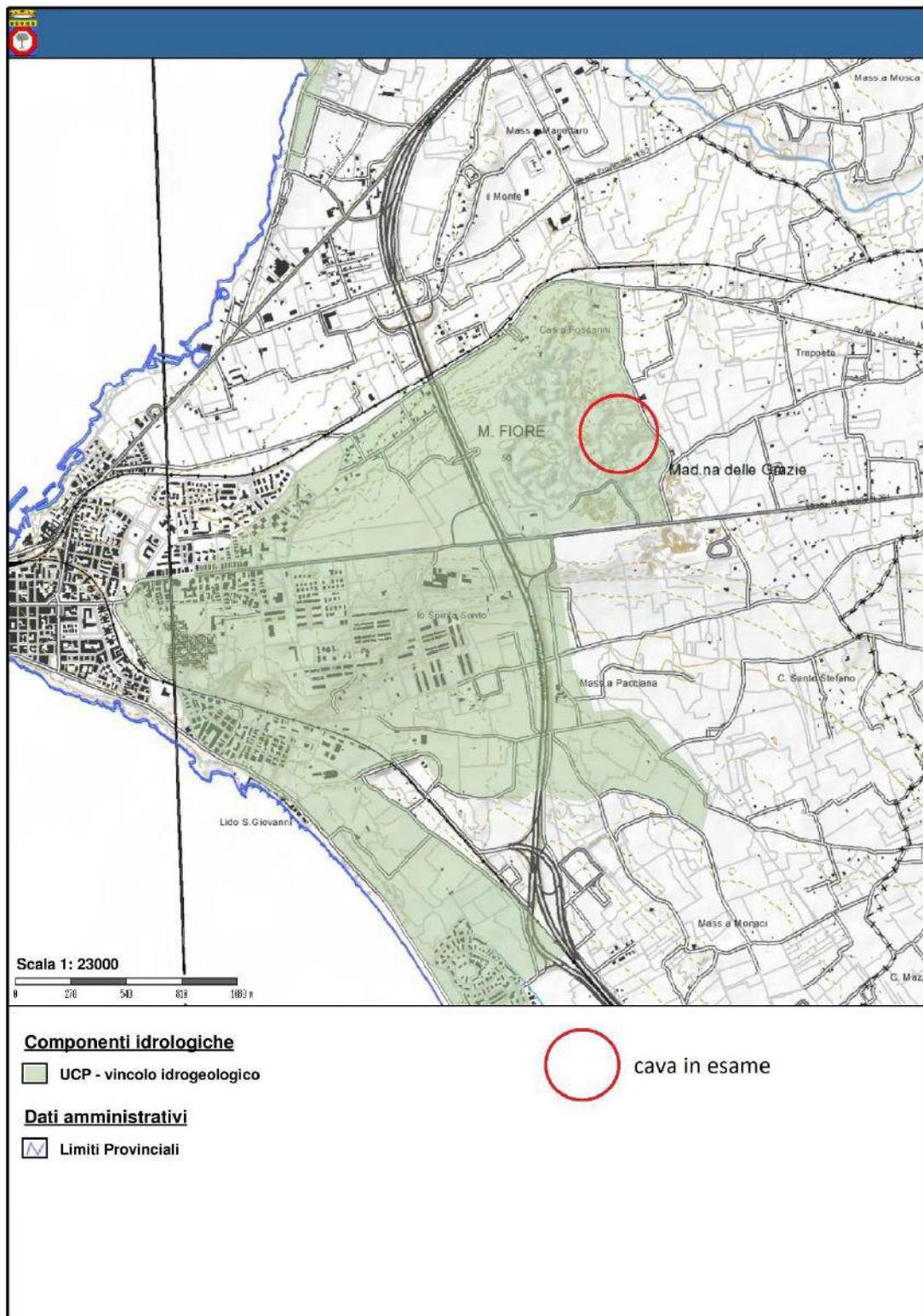


2.3.2 Vincolo idrogeologico

I vincoli idrogeologici sono mezzi di tutela del territorio che determinano 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. La disciplina che regola l'utilizzo delle zone destinate a vincolo idrogeologico è contenuta all'interno del P.D. 3267/1923.

Dall'analisi della Fig. 2, che riporta uno stralcio dalla versione informatica del PPTR, si evince che *l'area in esame è sottoposta a vincolo idrogeologico, pertanto sarà necessario ottenere il Nulla-osta da parte del Settore Foreste della Regione Puglia.*

Fig. 2 - Mappa dei vincoli idrogeologici nel comune di Gallipoli



2.3.3 Piano di Tutela delle Acque (PTA)

Con Deliberazione del Consiglio Regionale n. 230 del 20/10/2009 la Regione Puglia ha approvato il Piano di Tutela delle Acque ai sensi dell'articolo 121 del Decreto legislativo n. 152/2006.

Il piano ha individuato, sulla base di specifici studi sui caratteri del sistema territorio-acque sotterranee, alcuni comparti fisico-geografici da sottoporre a particolare tutela, in virtù della loro valenza idrogeologica.

L'Allegato 11 individua le zone di protezione della risorsa idrica sotterranea che sono rappresentate da aree di ricarica, emergenze naturali della falda e aree di riserva. In particolare è stata definita una zonizzazione territoriale, codificando le zone A, B, C e D. A tutela di ciascuna di tali aree, le cui perimetrazioni sono esplicitate all'interno della delibera di adozione, sono individuate specifiche misure di protezione.

- Le **Zone di Protezione Speciale Idrogeologica di Tipo "A"** sono individuate sugli alti strutturali centro-occidentali del Gargano, su gran parte della fascia murgiana nord-occidentale e centro-orientale: sono aree di prevalente ricarica della falda, inglobano una marcata ridondanza di sistemi carsici complessi, hanno un bilancio idrogeologico positivo, sono a bassa antropizzazione e l'uso del suolo non risulta intensivo.
- Le **Zone di Protezione Speciale Idrogeologica di Tipo "B"** presentano condizioni di bilancio per lo più positive ma, a differenza delle zone A, si è in presenza di una, sia pur modesta, pressione antropica ascrivibile allo sviluppo delle attività agricole, produttive, nonché infrastrutturali. In particolare, esse sono di due tipi:
 - **aree B1:** ubicate a sud e S-SE dell'abitato di Bari, sono caratterizzate da condizioni quali/quantitative sostanzialmente buone e quindi sono meritevoli di interventi di controllo e gestione corretta degli equilibri della risorsa;
 - **aree B2:** ubicata appena a nord dell'abitato di Maglie, è stata definita e delimitata in base alle emergenze morfologiche ed alle condizioni geostrutturali (aree di prevalente ricarica). Nella propaggine settentrionale dell'area B2 è ubicato il centro di prelievo da

pozzi ad uso potabile più importante del Salento (Corigliano d'Otranto), a cura AQP.

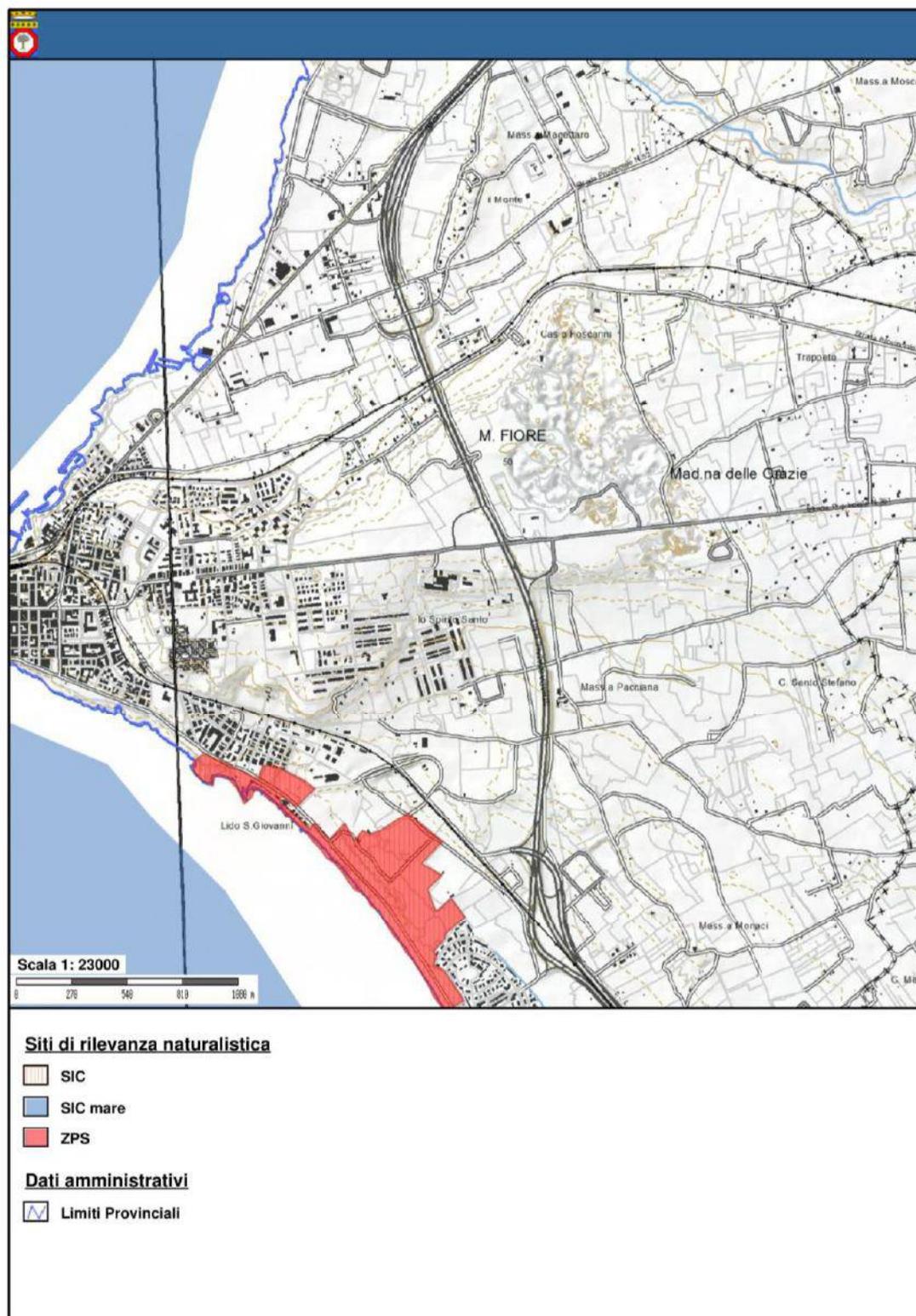
In tali aree sono vietati:

- *la realizzazione di opere che comportino la modificazione del regime naturale delle acque (infiltrazione e deflusso), fatte salve le opere necessarie alla difesa del suolo e alla sicurezza delle popolazioni;*
 - *lo spandimento di fanghi e compost;*
 - *il cambiamenti dell'uso del suolo;*
 - *l'utilizzo di fitofarmaci e pesticidi per le colture in atto;*
 - *l'apertura e l'esercizio di nuove discariche per rifiuti solidi urbani non inserite nel Piano Regionale dei Rifiuti.*
- **Le Zone di Protezione Speciale Idrogeologica di Tipo "C"** sono individuate una a S-SO dell'allineamento Corato-Ruvo e l'altra a N-NO dell'abitato di Botrugno: sono aree a prevalente ricarica collegate ad acquiferi strategici in quanto risorsa per l'approvvigionamento idropotabile in caso di programmazione di interventi in emergenza.
 - **Le Zone di Protezione Speciale Idrogeologica di Tipo "D"** sono 3, di cui due nel Salento sud-occidentale e una coincidente con la Foresta umbra (Gargano). Le due zone del Salento son poste in corrispondenza di bacini di ricarica di campi pozzi del comparto idropotabile. La zona del Gargano ha finalità meramente di preservare la "potenziale" risorsa, per altro in area Parco del Gargano (zona Foresta Umbra), che ne consente il mantenimento dello scarso livello di antropizzazione.

Infine, è necessario ricordare che sono soggette a vincolo di protezione assoluta le aree occupanti una fascia di 500 m a destra e a sinistra del tracciato del Canale Principale dell'AQP a partire dall'impianto di Lamagenzana (Castel del Monte) fino alle aree prossime all'abitato di Altamura.

Il sito in esame non ricade in alcuna area di protezione (Fig. 3).

Fig. 3. ZPS nei pressi dell'area in esame.



2.4 Point Load Test

All'interno della cava in esame sono stati prelevati dei conci di "carparo" dai quali sono stati successivamente ricavati dei campioni di forma irregolare.

Tali campioni sono stati sottoposti ad una prova a carico puntuale (o Point Load Test) che ha permesso di ricavare i valori degli indici di qualità (I_r e R_c). Dal valore di $I_{r(50)}$ è stato possibile ricavare la resistenza a compressione monoassiale R_c .

La prova è consistita nel posizionare il campione tra le due punte coniche dello strumento, e applicare un carico assiale mediante l'azione di un martinetto idraulico. Prima dell'esecuzione della prova, su ciascun provino sono state realizzate due superfici piane e parallele tra loro e al piano di sedimentazione, tali da consentire un'applicazione del carico perpendicolare al piano stesso.

Durante ogni prova sono stati registrati il valore della *distanza D* iniziale tra le due punte e il valore del *carico a rottura P*, che servono per calcolare l'indice I_r ottenuto dalla formula $I_r = P/D^2$. In questo modo è stato possibile ottenere il valore di resistenza a compressione monoassiale delle calcareniti ascritte alla formazione delle Calcareniti del Salento, per mezzo della formula: $R_c = I_{r(50)} * 23$, corrispondente a valori non superiori a 74 kg/cm^2 , permettendo di classificare la formazione come roccia a *resistenza molto bassa* (Tabella 2.1).

Tabella 2.1

<i>Descrizione</i>	<i>R_c (kg/cm²)</i>	<i>I_r(Kg/cm²)</i>
MOLTO BASSA	< 250	< 11
BASSA	250-500	11-22
MEDIA	500-1000	22-44
ELEVATA	1000-2000	44-88

PROVE AL POINT LOAD (Lump test)

CAMPIONE (calcarenite varietà "carparo")	L (m)	D (cm)	P (kg)	$I_{r(50)}=P/D^2$ Kg/cm ²
C1	-20,0	8,0	194,7	3,04
C2	-20,0	8,0	175,3	2,74
C3	-20,0	8,0	205,9	3,2

L = profondità dal p.c.

D = distanza tra le due punte

P = pressione applicata con un martinetto idraulico

$$R_c = I_{r(50)} \times 23 \quad R_c (C1) = 70 \text{ kg/cm}^2; R_c (C2) = 63 \text{ kg/cm}^2; R_c (C3) = 74 \text{ kg/cm}^2$$

2.5 Classificazione sismica

La Fig. 4 riporta le intensità sismiche massime registrate in Puglia in epoca storica. Ovviamente in un'analisi di pericolosità sismica di un territorio può essere fuorviante basarsi solo sui massimi storici di scuotimento senza prendere in considerazione la ricorrenza temporale degli eventi: è possibile, infatti, che la probabilità di un danno sismico in una certa area e durante un certo arco di tempo sia associato a sorgenti sismiche che generano frequenti eventi di magnitudo moderata, piuttosto che a sorgenti che hanno prodotto un singolo evento noto di elevata magnitudo, rimanendo poi quiescenti per tempi millenari (Del Gaudio V., 2006).

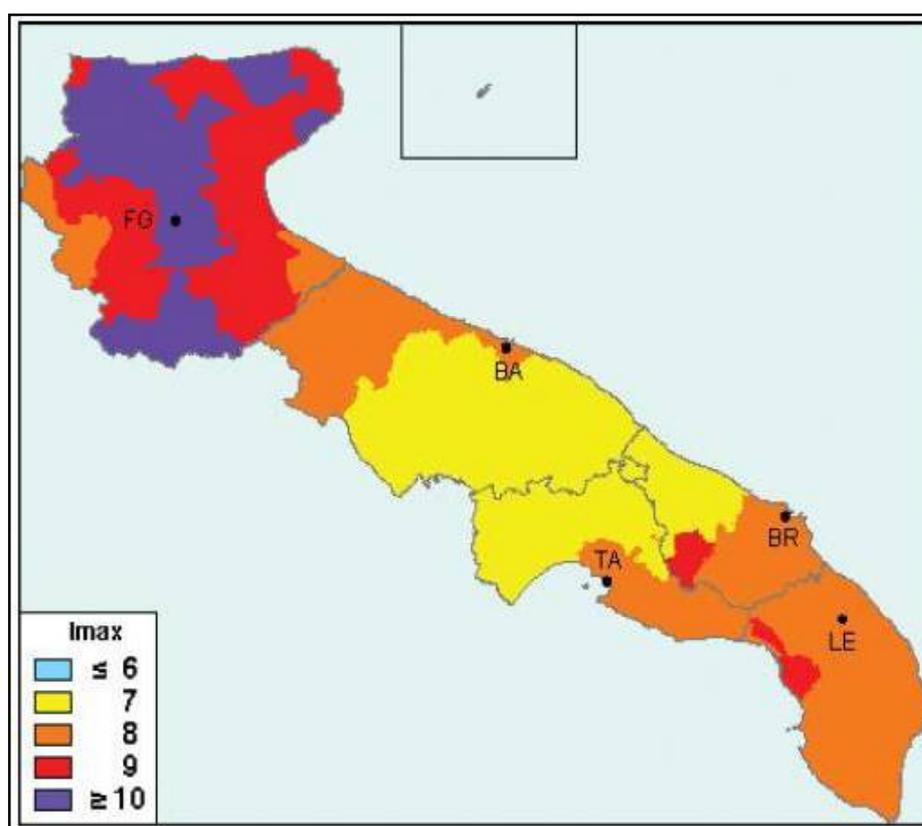


Fig. 4 - Carta delle massime intensità osservate in Puglia in epoca storica (da GNDT – ING – SSN, 1996)

E' stata quindi redatta la *Carta di pericolosità sismica* dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) nel 2004 (Gruppo di Lavoro, 2004), che l'*OPCM n. 3519 dell'11 maggio 2006* ha adottato come elaborato di riferimento per la zonazione sismica del territorio,

riporta i valori di accelerazione massima del suolo (PGA – “Peak Ground Acceleration”) misurata in frazioni di g (accelerazione di gravità) che hanno appunto una probabilità del 90% di non essere superati in 50 anni (conformemente alle norme contenute nell’Eurocodice 8). La Fig. 5 riporta uno stralcio della Carta della pericolosità sismica riferito al territorio salentino: l’area interessata dall’intervento di progetto risulta classificata come zona a bassa pericolosità sismica, espressa in termini di accelerazione massima del suolo di $0,05 \div 0,075$ g, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.

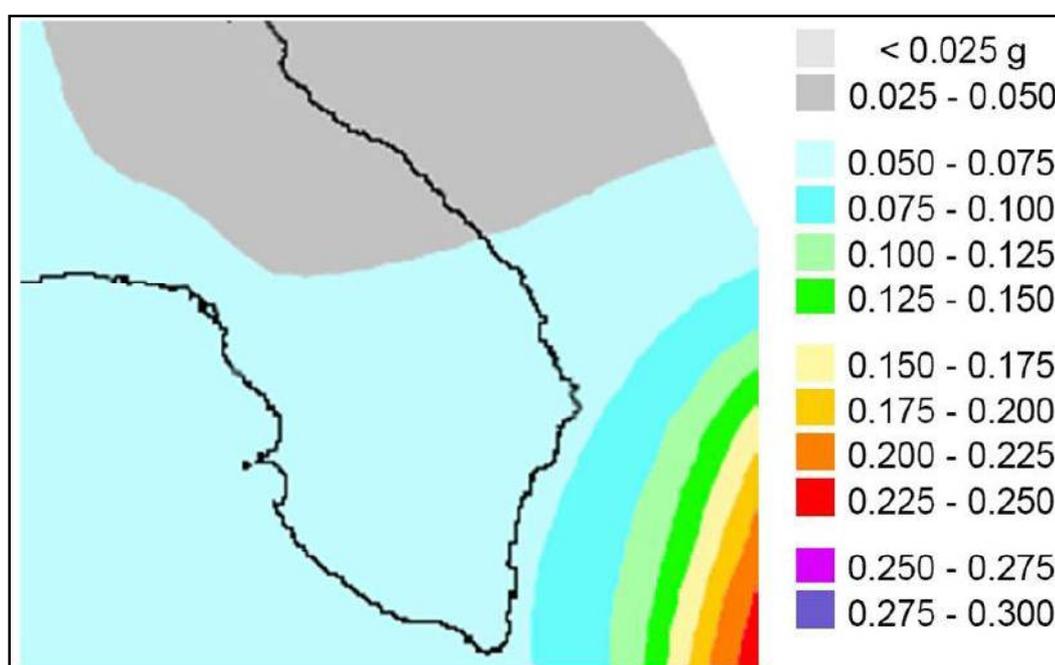


Fig. 5 - Stralcio dalla Mappa di Pericolosità Sismica del Territorio Nazionale allegata all’O.P.C.M. n. 3519/2006

A seguito dell’OPCM n. 3274 del 20.03.2003 il territorio nazionale è stato suddiviso in n° 4 zone sismiche, ciascuna caratterizzata da un diverso valore del parametro a_g (accelerazione orizzontale massima attesa sul suolo di categoria A), Fig. 6. I valori convenzionali di a_g (espressi come frazione dell’accelerazione di gravità g) attribuiti a ciascuna zona sismica, sono riferiti (conformemente all’Eurocodice 8) ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (corrispondenti ad un periodo di ritorno di 475 anni) ed assumono i valori riportati in Tabella 2.2.

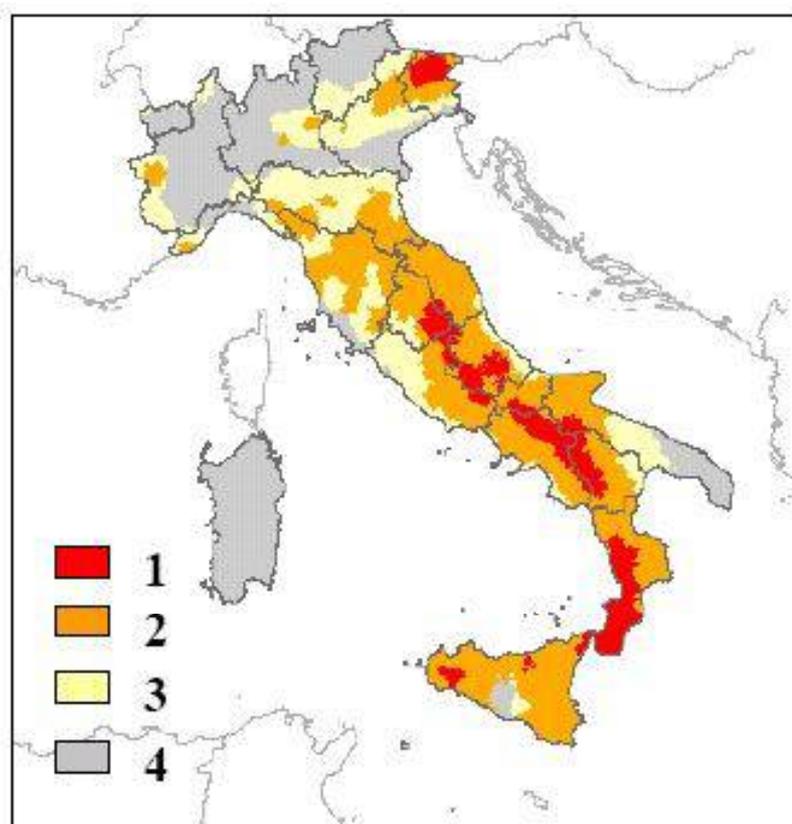


Fig. 6 - Stralcio dalla Mappa di Pericolosità Sismica del Territorio Nazionale allegata all'O.P.C.M. n. 3519/2006.

Tabella 2.2 - Zone sismiche, valori di a_g e pericolosità

Zona	Valore di a_g	Grado di pericolosità
1	0,35g	E' la zona più pericolosa dove possono verificarsi forti terremoti.
2	0,25g	Nei comuni inseriti in questa zona possono verificarsi terremoti abbastanza forti.
3	0,15g	I comuni interessati in questa zona possono essere soggetti a scuotimenti modesti.
4	0,05g	E' la meno pericolosa. Nei comuni inseriti in questa zona le possibilità di danni sismici sono basse.

Il territorio comunale di Gallipoli rientra in zona sismica 4 ovvero la meno pericolosa, con basse possibilità di danni sismici.

3. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E STABILITÀ DELLE SCARPATE

3.1 Caratteri generali

La stabilità delle scarpate in roccia dipende prettamente dalle proprietà intrinseche dei materiali lapidei, da fenomeni di alterazione e degradazione e dalle caratteristiche strutturali della roccia. A tal proposito, molto importante risulta la presenza di piani di discontinuità, come faglie, giunti o superfici di strato; caratteristiche come il numero, la densità, la spaziatura, il materiale di riempimento della discontinuità possono influire sulla stabilità della scarpata.

L'ammasso roccioso, a causa della presenza di superfici di stratificazione e della formazione di giunti di fratturazione, può essere suddiviso in elementi volumetrici di varie forme e dimensioni. L'orientazione delle pareti di scavo e i rapporti giaciture dei piani di discontinuità possono portare all'isolamento di blocchi e quindi all'instabilità delle pareti, originando fenomeni di "crollo", "ribaltamento" e "scivolamento".

I fenomeni di crollo coinvolgono elementi di dimensioni variabili che raggiungono l'instabilità e scorrono verso il basso molto velocemente. I frammenti di roccia possono muoversi lungo la scarpata in caduta libera, rotolando, o attraverso un movimento di salti e rimbalzi (Fig. 7).

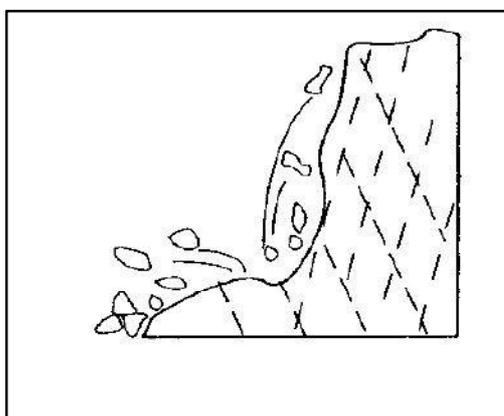


Fig. 7 - Crollo (Freitas & Watters)

Nel fenomeno del ribaltamento i blocchi vengono assoggettati a un momento ribaltante che induce un incremento di pressioni sul bordo esterno della massa interessata e porta all'innescio del movimento gravitativo. Le cause sono riconducibili alla presenza di sistemi di fratture sub-

verticali e quindi parallele alla parete, in particolare nei punti in cui la roccia risulta alterata o le cui fessure risultano riempite di materiale fine (Fig. 8).

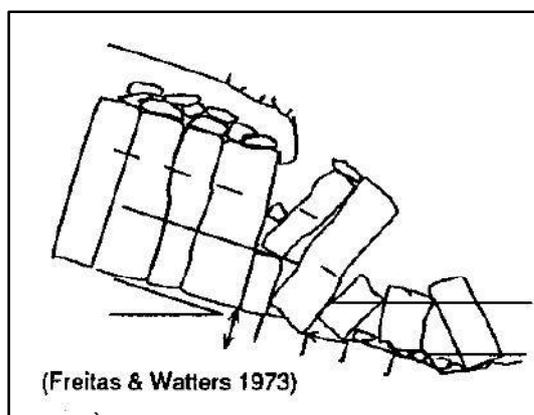


Fig. 8 - Ribaltamento

I movimenti di scivolamento consistono in uno spostamento quasi lineare su una o più superfici. Gli ammassi rocciosi possono essere interessati da scivolamento di tipo traslazionale, che si sviluppa generalmente lungo discontinuità strutturali (faglie, giunti, ecc.) o lungo superfici litostratigrafiche. In questo caso occorre considerare la giacitura dei piani di stratificazione: gli strati orientati a “reggipoggio” o sub orizzontali favoriscono una situazione in cui la scarpata è in uno stato di stabilità; invece nella disposizione a “franapoggio”, in cui gli strati o le discontinuità immergono nella stessa direzione di inclinazione del fronte di scavo, si verifica l’instabilità in presenza di strati con pendenza $\geq 20^\circ$ (Fig. 9).

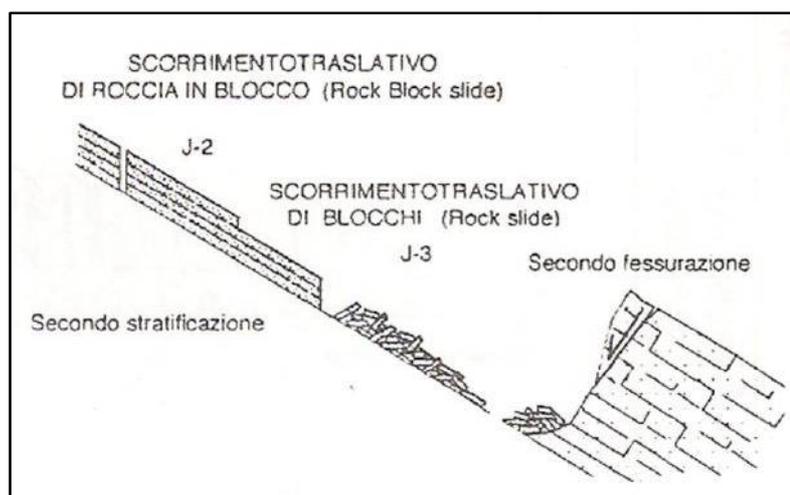


Fig. 9 - Scorrimento traslativo o scivolamento

3.2 Stabilità delle scarpate

Nell'area in esame il litotipo affiorante è la formazione delle Calcareniti del Salento (Pleistocene). Si tratta di calcareniti ben cementate, grossolane, porose, di colore giallastro, denominate localmente "carparo".

- Peso specifico reale = 2,70 g/cm³
- Peso di volume $\gamma = 1,33 \div 1,79$ g/cm³
- Coefficiente di imbibizione = 11 ÷ 29 %
- Coefficiente di porosità = 0,36 ÷ 0,50
- Resistenza a compressione = 46 ÷ 79 kg/cm²

Considerando un valore di resistenza a compressione monoassiale molto basso rispetto al range di valori indicato (pari a 46 kg/cm²), è possibile calcolare il legame tra coesione ed attrito:

$$c' = \sigma' / 2 [1 / \text{tg}(45^\circ + \emptyset / 2)] \quad (1)$$

Si assume un valore di $\emptyset = 35^\circ$ e si ottiene un valore di coesione apparente pari a: $c' = 12$ kg/cm². Nel calcolo di stabilità delle scarpate è importante considerare anche le discontinuità strutturali come fratture o piani di strato. La presenza di questi aspetti della roccia influenza la non corrispondenza tra i valori di coesione apparente c' , calcolati mediante prove a compressione monoassiale sui campioni di roccia, e i valori di coesione effettiva c_r , relativi all'ammasso roccioso. Nei risultati di prove di laboratorio è infatti possibile osservare che la coesione presenta un valore di picco molto più elevato di quello residuo che agisce sulle discontinuità come i piani di rottura.

Il rapporto tra coesione effettiva e apparente, secondo *Manev e Avramova-Tacheva* (1970), è legato al numero di discontinuità per metro lineare (i) della relazione:

$$c_r / c' = 0,114 e^{-0,48(i-2)} + 0,02 \quad (2)$$

Sostituendo nella (2) il precedente valore di c' ed assumendo un numero approssimativo di discontinuità per metro lineare $i=1$ (roccia massiva stratificata e non fratturata), si ricava la coesione effettiva c_r che un valore superiore a 2,45 kg/cm².

Secondo la teoria di Terzaghi (1943) è possibile calcolare l'altezza critica relativa ad un terreno omogeneo, dotato di coesione e attrito. Secondo la teoria di Rankine lo sforzo massimo viene prodotto lungo una superficie inclinata di angolo pari a $45^\circ + \phi/2$, passante per il piede della parete di scavo. Quindi il calcolo dell'altezza critica sarà dato da:

$$h_c = 4c'/\gamma' \times \tan(45^\circ + \phi/2)$$

in cui:

$$\gamma' = 1,7 \text{ t/mc}$$

$$c' = c_r = 24,5 \text{ t/mq}$$

$$\phi = 35^\circ \text{ (angolo di attrito lungo i giunti)}$$

Sostituendo si ottiene il valore di $h_c = 111 \text{ m}$.

L'altezza critica ottenuta rientra ampiamente nella condizione di stabilità delle scarpate in roccia calcarenitica ("carparo") dell'area in esame, le quali presentano un'altezza massima dell'ordine di 21 metri. Tali pareti presentano buone caratteristiche geotecniche e un buon grado di compattezza che riducono i rischi di instabilità; inoltre la presenza di giaciture monoclinali che non danno origine a particolari configurazioni (tipo franapoggio) favoriscono la stabilità.

Tabella 3.1 – Stabilità della scarpata verticale in roccia. Calcolo del valore di coesione residua (Manev e Avramova-Tacheva, 1970)

Peso di volume (γ)	0,0017	(kg/cm ³)
Resistenza a compressione (σ_r)	46	(kg/cm ²)
Angolo di attrito in roccia (φ')	35	(°)
$\text{tg}(45^\circ + \varphi/2)$	1,92	
Coesione apparente (c')	12	(kg/cm ²)
N° di discontinuità per ml (i)	1	
Angolo di attrito lungo i giunti (φ_m)	35	(°)
$\text{tg}(45^\circ + \varphi_m/2)$	1,92	
Coesione residua (c_r)	2,45	(kg/cm ²)

Tabella 3.2 – Stabilità della scarpata verticale in roccia calcarenitica: calcolo dell'altezza critica secondo Terzaghi (1943)

Peso di volume (γ)	0,0017	(kg/cm ³)
Resistenza a compressione (σ_r)	46	(kg/cm ²)
Angolo di attrito in roccia (φ')	35	(°)
$\text{tg}(45^\circ + \varphi/2)$	1,92	
Coesione apparente (c')	12	(kg/cm ²)
N° di discontinuità per ml (i)	1	
Angolo di attrito lungo i giunti (φ_m)	35	(°)
$\text{tg}(45^\circ + \varphi_m/2)$	1,92	
Coesione residua (c_r)	2,45	(kg/cm ²)
Altezza critica (H_c)	111	(m)

4. CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA DEL SITO

4.1 Idrografia superficiale

Nell'area in esame, in relazione all'assetto morfologico-strutturale e alla caratterizzazione litologica delle formazioni affioranti, si riscontra la totale assenza di un reticolo idrografico che sia interconnesso alla presenza di un deflusso superficiale significativo (Fig. 10: Estratto Carta Idrogeomorfologica dell'AdB Puglia e Tav.11).

4.2 Acque sotterranee

Nell'area in esame è possibile distinguere due differenti falde acquifere sotterranee:

- la falda superficiale, che si colloca alla base dei depositi ascritti alla formazione pleistocenica delle Calcareniti del Salento, sostenuta alla base dai depositi limoso-argillosi;
- la falda profonda, che circola nei depositi carbonatici del Cretaceo (Calcari di Melissano).

4.2.1 Falda superficiale

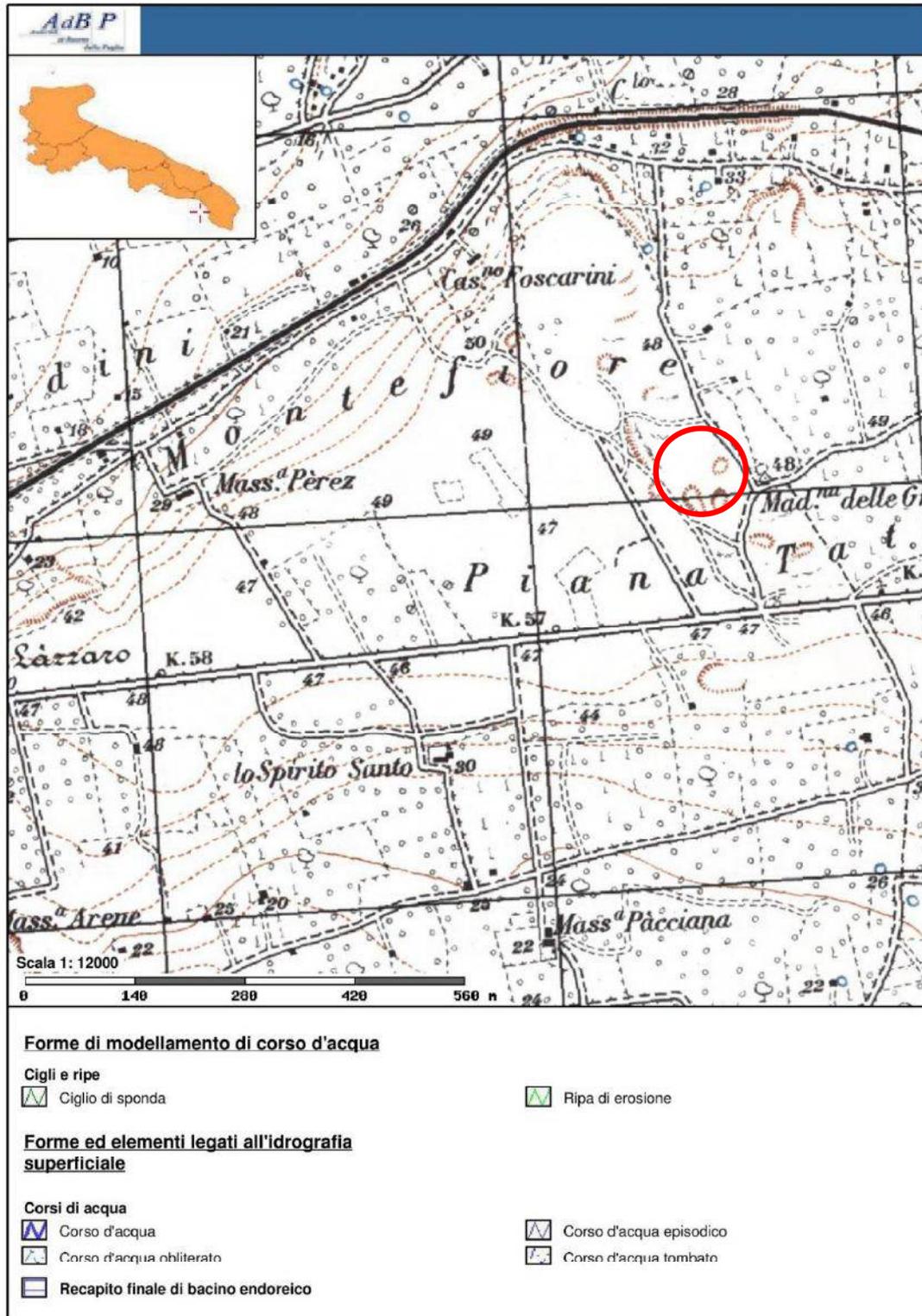
Tale falda è sostenuta dalle argille pleistoceniche e interessa la base dei depositi calcarenitici affioranti nel comune di Gallipoli.

L'alimentazione della falda è riconducibile essenzialmente alle precipitazioni meteoriche, ed è situata nell'entroterra, nei pressi di Alezio, dove in particolare si verifica un'alimentazione di tipo artificiale a causa dell'irrigazione dei terreni con l'acqua estratta da pozzi attestati nella falda profonda.

Nella zona di Alezio l'acquifero presenta uno spessore di circa 10 metri che si riduce man mano che si avvicina alla linea di costa.

Il livello statico della falda dipende dalle precipitazioni meteoriche: durante le stagioni autunno e inverno (le più piovose) il livello freatico subisce un innalzamento di 2÷3 metri nelle zone a monte e di circa 0,5 metri nei pressi della costa.

Fig. 10 – Estratto Carta Idrogeomorfologica dell'AdB Puglia





Sorgenti

Canali lagunari

Forme Carsiche

Doline

Grotte naturali

Orlo di depressione carsica

Voragini

Cartografia di base

Il deflusso della falda è di tipo radiale divergente, e presenta due principali assi di scorrimento in direzione NW e SW. La falda quindi defluisce in direzione del mare e porta alla formazione di sorgenti nei pressi della costa. Tali sorgenti sono prevalentemente localizzate nel tratto di costa a nord di Gallipoli, lungo il contatto stratigrafico tra i terreni calcarenitici e le argille. Le portate relative ai periodi in cui si verifica la massima piovosità sono di circa $0,10 \div 0,20$ l/s per ogni sorgente. In altre aree la presenza di sorgenti si rileva a pochissima distanza dalla riva e corrisponde alla presenza di acqua più fredda.

In Tav. 11 è riportato l'andamento delle isofreatiche relative alla falda superficiale. Nell'area in esame, la cava di progetto è attraversata dall'isofreatica dell'ordine di +20 metri s.l.m., pertanto la falda superficiale si trova ad una profondità di circa -27 metri rispetto all'attuale p.c..

4.2.2 Falda profonda

La falda profonda o "carsica" circola nei depositi carbonatici del Cretaceo ed è caratterizzata da acque aventi delle buone caratteristiche qualitative tanto da costituire una importante risorsa idrica che contribuisce al fabbisogno idrico per uso potabile, irriguo o industriale.

Tale falda è sostenuta alla base dall'acqua marina di invasione continentale: le acque dolci della falda, più leggere, galleggiano sulle acque salate dando origine ad una situazione di equilibrio. L'andamento del carico idraulico, nelle zone più interne della Penisola Salentina, presenta un valore pari a +3 m sul livello del mare. Tale valore tende a diminuire mostrando un leggero deflusso verso le zone costiere. Una teorica sezione trasversale della Penisola Salentina individua il deposito complessivo delle acque della falda profonda in una forma assimilabile ad una enorme lente biconvessa. L'interfaccia si ritrova alla sua base ad una profondità rispetto al livello medio del mare che aumenta andando dalla costa verso l'interno. È possibile calcolare la sua posizione e modellarne il profilo attraverso la formula di Gyben – Herzberg: $H = [p_r / (p_m - p_r)] * h$, dove H rappresenta la profondità dell'interfaccia.

Il contatto tra l'acqua dolce e quella salata non è delimitato da una superficie netta, ma avviene gradualmente con il passaggio attraverso una zona di spessore variabile chiamata "zona di diffusione" (Fig. 11). Nell'attraversare questa zona, e man mano che si procede verso il basso, si passa da acque con contenuto salino di 4 g/l ad acque con salinità di 42 g/l.

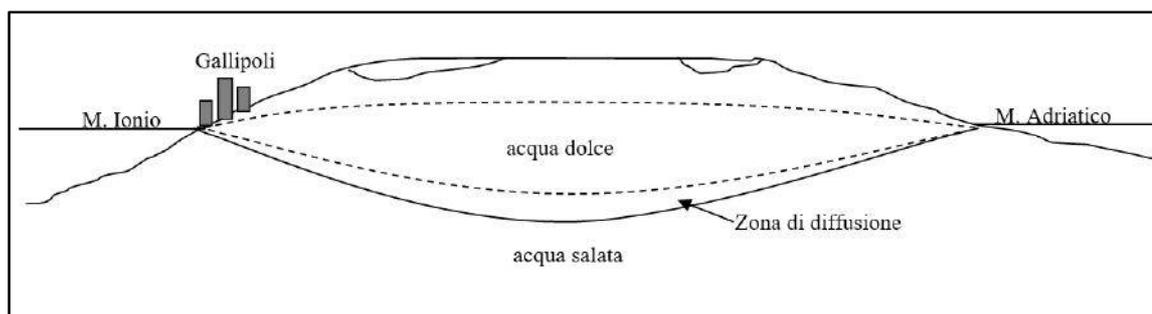


Fig. 11 - Sezione idrogeologica dell'acquifero salentino.

L'equilibrio che intercorre tra acqua salata e acqua dolce può mutare a causa di eccessivi emungimenti delle acque di falda o a causa di un uso incontrollato o errato della falda stessa.

L'andamento della superficie piezometrica della falda profonda nell'area in esame è stato ricostruito sulla base dei dati desunti dal PTA (Piano di Tutela delle Acque) della Regione Puglia (Fig. 12). Pertanto si è potuto risalire al valore del livello piezometrico nell'area di estrazione che si colloca intorno a 1,0 metro s.l.m.; la falda, quindi, una volta intercettata, risale e il suo livello si colloca a una profondità dell'ordine di -46 metri dal piano campagna.

Tenendo conto che i carichi idraulici corrispondono a circa 1,0 metro sul l.m.m., si può dedurre che la falda profonda, nell'area considerata, presenti uno spessore di acque dolci dell'ordine di 20 metri circa.

Considerato che l'acquifero carbonatico mesozoico risulta collocato molto in profondità rispetto al livello del mare, la falda profonda, sotto pressione a causa delle argille pleistoceniche, risulta contaminata dalle acque marine di invasione continentale.



Fig. 12 – Carta delle isopieze (PTA)

5. CONCLUSIONI: RAPPORTI STRATIGRAFICI E SUCCESSIONE DEGLI ACQUIFERI

Sulla base dei dati ottenuti dal rilevamento geologico superficiale e dagli studi idrogeologici riguardanti l'intorno dell'area in esame è stata elaborata la *sezione idrogeologica* (Tav. 12), che rappresenta graficamente la ricostruzione geologica e idrogeologica dell'area di progetto. Pertanto è possibile concludere affermando che:

- nell'area in esame il piano campagna si colloca a +47 metri s.l.m. e il litotipo affiorante è costituito da calcareniti e calcilutiti organogene ben cementate, di colore giallo-marzocchino, caratterizzate dalla presenza fossilifera di Artica Islandica in frammenti. Tali calcareniti, denominate localmente "carparo", sono ascritte alla formazione delle *Calcareniti del Salento* (Post-Siciliano);
- a partire da una profondità di circa 35÷40 metri si individua la presenza di argille limoso-sabbiose di colore dal grigio-azzurro al verdastro, al grigio chiaro, al giallino (*Argille Subappennine* - Pleistocene inferiore);
- a circa -85÷90 metri dal p.c. si rinviene una successione di calcareniti organogene di colore biancastro o grigio chiaro, a granulometria medio-grossolana e variamente cementate, con basso grado di stratificazione e molto porose appartenenti alla formazione delle *Calcareniti del Salento* (Pleistocene inferiore);

Relativamente agli acquiferi presenti nell'area in esame si afferma che:

- è presente un primo livello di acquifero rappresentato dalla falda superficiale che circola a pelo libero nelle calcareniti pleistoceniche della formazione delle Calcareniti del Salento, ed è sostenuta alla base dalle argille limoso-sabbiose (Argille subappennine). Il livello freatico si colloca intorno a +20 metri sul livello del mare, pertanto nell'area in esame tale falda si rinviene ad una profondità dell'ordine di 27 metri dal piano campagna. Quindi il franco di sicurezza anidro, tra il fondo della cava in esame (+26 m s.l.m.) e la superficie freatica è di 6 metri;
- il secondo livello di acquifero è rappresentato dalla falda profonda o "carsica" che circola nei depositi carbonatici del Cretaceo ed è sostenuta alla base dall'acqua marina

di invasione continentale. Nell'area di interesse essa scorre in pressione a causa delle argille pleistoceniche, in quanto tale acquifero è dislocato ben al di sotto del livello del mare. Il livello piezometrico si stabilizza a quote attorno a + 1 metro s.l.m., corrispondenti a una profondità di 46 metri circa dall'attuale p.c..

Cavallino, ottobre 2018

dott. geologo Alessandra Miglietta

