



COMUNE DI BISCEGLIE

Provincia di B.A.T.



PROGETTO DI RIGENERAZIONE URBANA EX ART. 6 L.R. 21/2008

Finalizzato al completamento dell'area sud facente parte
del PIRP, individuata tra la ferrovia Bologna-Lecce, viale
Cadorna e via Terlizzi

Foglio di mappa n° 11

Relazione geologica e pericolosità sismica di base

PROGETTISTA

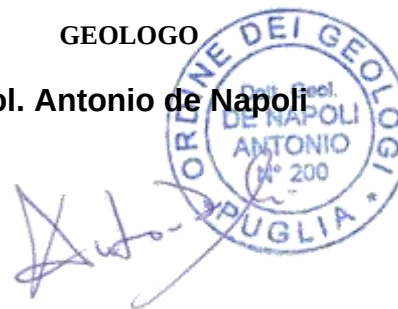
Ing. Pietro Consiglio

Arch. Giuseppe De Cillis

Ing. Mauro Pedone

GEOLOGO

geol. Antonio de Napoli



COMMITTENTI

CONSORZIO URBANISTICO EX PIRP

Terlizzi, gennaio 2026

INDICE

	Pag.
♦ 1. Introduzione	2
♦ 2. Rischi geomorfologici	5
2.1 – P.A.I.	8
2.2 – PTA	14
2.3 – Parchi e aree protette	15
♦ 3. Morfologia e Geologia	16
3.1 – Caratteri generali	16
3.2 – Caratteri locali	18
♦ 4. Inquadramento Idrogeologico	23
♦ 5. Sondaggio meccanico	24
♦ 6. Indagine geofisica	27
♦ 7. Sismicità e parametri sismici	35
♦ 8. Pericolosità sismica dell'area	43
♦ 9. Parametri geotecnici	48
♦ 10. Scavi e sbancamenti	54
♦ 11. Rischio gas Radon	55
♦ 12. Conclusioni	61

1. INTRODUZIONE

La seguente relazione ha come oggetto lo studio geologico di un'area sita nel comune di Bisceglie (BT), tra la ferrovia Bologna-Lecce, viale Cadorna e via Terlizzi, foglio di mappa 11, per la variante urbanistica ai sensi della **L.R. 21/2008 finalizzato al completamento dell'area sud facente parte del PIRP.**

I terreni sono individuati in catasto al foglio 11, particelle 284, 285, 839, 210, 261, 262, 283, 526, 527, 285, 260, 263, 487, 488 parte, 280 parte, 404 parte, 1218 parte, 257, 671 parte, 211 e 525, 276, 836 e 11146 oltre ad una parte di viabilità pubblica; mentre il completamento della maglia 58 sarà eseguito acquisendo e sistemando la quota parte dei suoli individuati in catasto al fg. 11 p.lla 671 e 284 facenti parti della predetta maglia n. 58.



Fig. 1 – Planimetria generale su base catastale

2. RISCHI GEOMORFOLOGICI

Lo studio geomorfologico è stato eseguito secondo la seguente metodologia:

- rilevamento geomorfologico dell'area;
- analisi carta idrogeomorfologica (AdB Puglia);
- cartografia PAI (AdB Puglia);
- Piano Coste (SIT Puglia);
- consultazione delle cartografia *catasto grotte* (SIT Puglia);
- WebGIS Federazione Speleologica Pugliese;
- Elenco grotte (FSP).

Lo studio eseguito ha permesso di **escludere la presenza di grotte, inghiottitoi, cavità naturali o antropiche, doline e voragini nell'area oggetto di studio.**



 Area di progetto

Fig. 4 – Stralcio Carta catasto grotte e cavità artificiali (FSP)

Grotte e CA

 Grotte

 Cavità' artificiali

Grotte e CA (AGGIORNATO, LENTO)

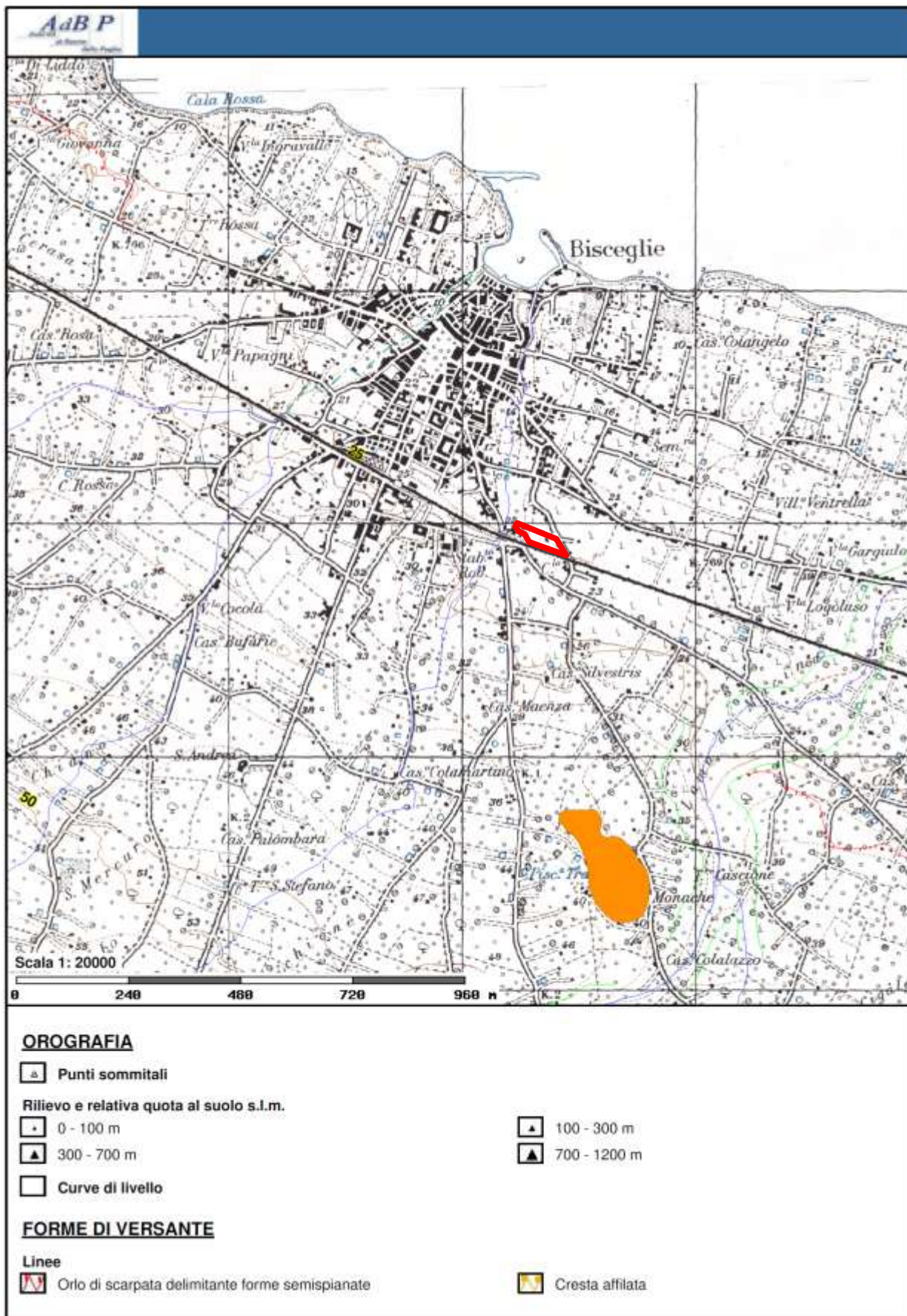
 Grotte

 Cavità' artificiali

Grotte e CA INCOMPLETE

 Grotte

 Cavità' artificiali



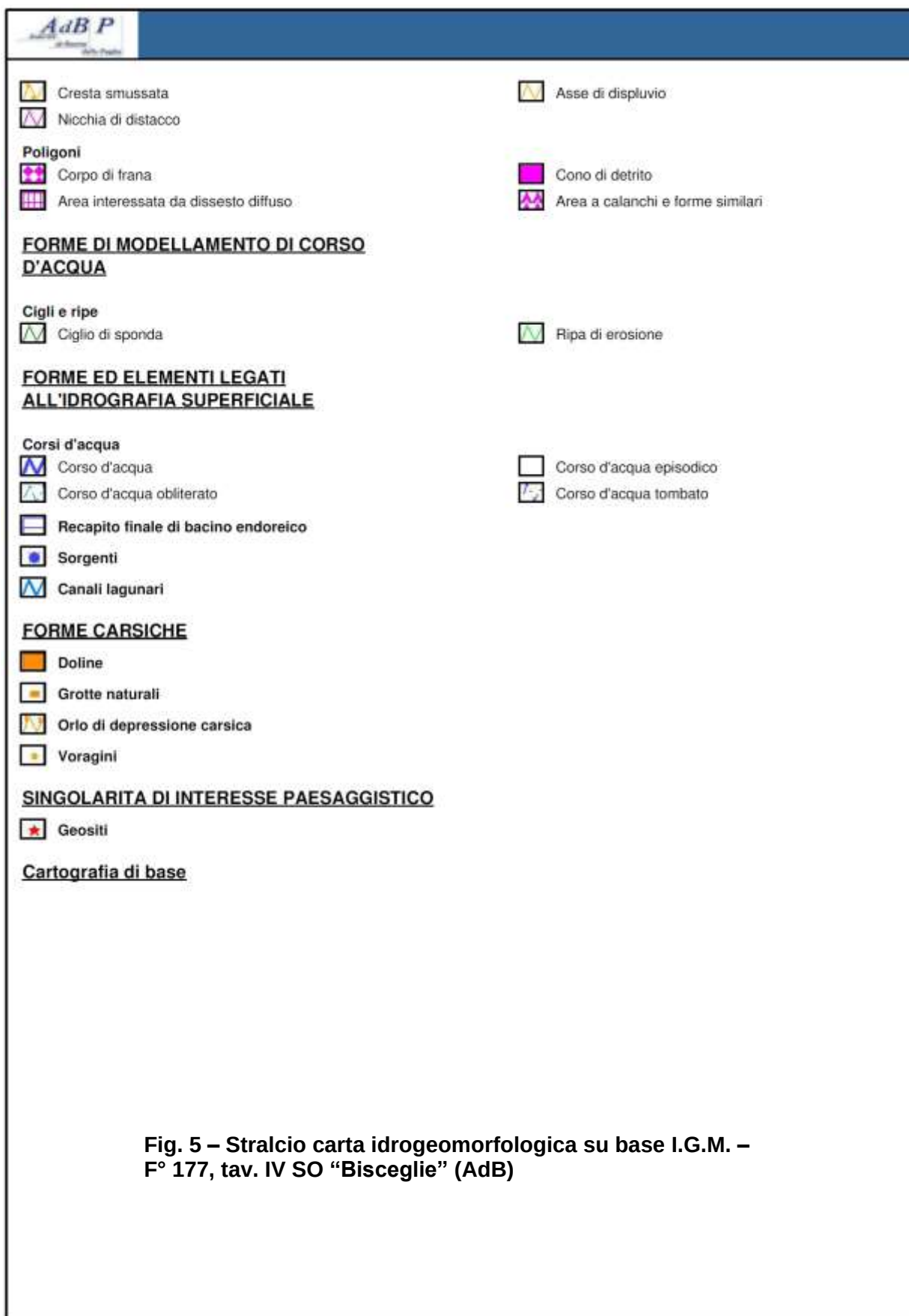


Fig. 5 – Stralcio carta idrogeomorfologica su base I.G.M. – F° 177, tav. IV SO “Bisceglie” (AdB)

2.1 PAI

Il PAI, adottato con Delibera Istituzionale n°25 del 15/12/2004 ed approvato con Delibera Istituzionale n°39 del 30/11/2005, è finalizzato al miglioramento delle condizioni di regime idraulico e della stabilità dei versanti, 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.

Dal punto di vista normativo, è necessario tener conto delle seguenti prescrizioni:

- Norme Tecniche di Attuazione del Piano di Bacino (PAI) del 30 novembre 2005;
- Determina sezione urbanistica 00032 del 20.06.2017 “Moduli unificati e standardizzati”;
- Legge Regionale n° 19 del 19 luglio 2013 “Norme in materia di riordino degli organismi collegiali operanti a livello tecnico-amministrativo e consultivo e di semplificazione dei procedimenti amministrativi”.

Lo studio eseguito e l'analisi della “Carta Idrogeomorfologica” e della “Carta di Rischio e della Pericolosità Idraulica e Geomorfologica”, ha geomorfologica.

L'area di progetto è interessata da Alta Pericolosità Idraulica solo in una piccola porzione ubicata nell'angolo occidentale. In questa zona non saranno eseguiti modifiche morfologiche e l'area sarà mantenuta a verde o come strada.



Pericolosità e Rischio

Peric. Geomorf.

media e moderata (PG1)

elevata (PG3)

elevata (PG2)

Peric. Idraulica AP

Peric. Idraulica MP

Peric. Idraulica BP

Cartografia di base

Fig. 6 – Stralcio cartografia P.A.I.



PAI Approvato - Pericolosità inondazione

- AP: aree ad Alta Pericolosità idraulica
- MP: aree a Media Pericolosità Idraulica
- BP: aree a Bassa Pericolosità Idraulica

Fig. 7 – Stralcio cartografia P.A.I. (Portale Comune Bisceglie)



Compatibilità idraulica

Riguardo la normativa di riferimento, dato che la superficie di progetto ricade in zona di Alta pericolosità idraulica, l'intervento deve rientrare tra quelli consentiti dalle NTA del PAI.

Nello specifico, l'intervento rispecchia quanto previsto ai punti "h" e "i" del comma 1:

- le opere in progetto non sono qualificabili come "volume edilizio", ma si tratta di volumi tecnici;
- la loro realizzazione non comporta pericolo per ambiente e persone;
- non aumenta il livello di pericolosità nelle aree adiacenti, dato che non verranno eseguite modifiche all'attuale assetto topografico e morfologico.

ARTICOLO 7 Interventi consentiti nelle aree ad alta pericolosità idraulica (A.P.)

1. Nelle aree ad alta probabilità di inondazione, oltre agli interventi di cui ai precedenti artt. 5 e 6 e con le modalità ivi previste, sono esclusivamente consentiti:
 - a) interventi di sistemazione idraulica approvati dall'autorità idraulica competente, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla compatibilità degli interventi stessi con il PAI;
 - b) interventi di adeguamento e ristrutturazione della viabilità e della rete dei servizi pubblici e privati esistenti, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale;
 - c) interventi necessari per la manutenzione di opere pubbliche o di interesse pubblico;
 - d) interventi di ampliamento e di ristrutturazione delle infrastrutture a rete pubbliche o di interesse pubblico esistenti, comprensive dei relativi manufatti di servizio, riferite a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture a rete pubbliche o di interesse pubblico, comprensive dei relativi manufatti di servizio, parimenti essenziali e non diversamente localizzabili, purché risultino coerenti con gli obiettivi del presente Piano e con la pianificazione degli interventi di mitigazione. Il progetto preliminare di nuovi interventi infrastrutturali, che deve contenere tutti gli elementi atti a dimostrare il possesso delle caratteristiche sopra indicate anche nelle diverse soluzioni presentate, è sottoposto al parere vincolante dell'Autorità di Bacino;
 - e) interventi sugli edifici esistenti, finalizzati a ridurre la vulnerabilità e a migliorare la tutela della pubblica incolumità;

- f) interventi di demolizione senza ricostruzione, interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e s.m.i., a condizione che non concorrano ad incrementare il carico urbanistico;
- g) adeguamenti necessari alla messa a norma delle strutture, degli edifici e degli impianti relativamente a quanto previsto in materia igienico - sanitaria, sismica, di sicurezza ed igiene sul lavoro, di superamento delle barriere architettoniche nonché gli interventi di riparazione di edifici danneggiati da eventi bellici e sismici;
- h) ampliamenti volumetrici degli edifici esistenti esclusivamente finalizzati alla realizzazione di servizi igienici o ad adeguamenti igienico-sanitari, volumi tecnici, autorimesse pertinenziali, rialzamento del sottotetto al fine di renderlo abitabile o funzionale per gli edifici produttivi senza che si costituiscano nuove unità immobiliari, nonché manufatti che non siano qualificabili quali volumi edilizi, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità nelle aree adiacenti;
- i) realizzazione, a condizione che non aumentino il livello di pericolosità, di recinzioni, pertinenze, manufatti precari, interventi di sistemazione ambientale senza la creazione di volumetrie e/o superfici impermeabili, annessi agricoli purché indispensabili alla conduzione del fondo e con destinazione agricola vincolata;
- j) interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti alla lett. d) dell'art. 3 del D.P.R. n.380/2001 e s.m.i., a condizione che non aumentino il livello di pericolosità nelle aree adiacenti;
- k) ulteriori tipologie di intervento a condizione che venga garantita la preventiva o contestuale realizzazione delle opere di messa in sicurezza idraulica per eventi con tempo di ritorno di 200 anni, previo parere favorevole dell'autorità idraulica competente e dell'Autorità di Bacino sulla coerenza degli interventi di messa in sicurezza anche per ciò che concerne le aree adiacenti e comunque secondo quanto previsto agli artt. 5, 24, 25 e 26 in materia di aggiornamento dal PAI. In caso di contestualità, nei provvedimenti autorizzativi ovvero in atti unilaterali d'obbligo, ovvero in appositi accordi laddove le Amministrazioni competenti lo ritengano necessario, dovranno essere indicate le prescrizioni necessarie (procedure di adempimento, tempi, modalità, ecc.) nonché le condizioni che possano pregiudicare l'abitabilità o l'agibilità. Nelle more del completamento delle opere di mitigazione, dovrà essere comunque garantito il non aggravio della pericolosità in altre aree.

Il comma 3 dell'art. 4 delle NTA del PAI prevede le seguenti disposizioni per la realizzazione di nuovi interventi da realizzarsi nelle aree a pericolosità idraulica:

3. Nelle aree a pericolosità idraulica, tutte le nuove attività e i nuovi interventi devono essere tali da:
- a) migliorare o comunque non peggiorare le condizioni di funzionalità idraulica;
 - b) non costituire in nessun caso un fattore di aumento della pericolosità idraulica né localmente, né nei territori a valle o a monte, producendo significativi ostacoli al normale libero deflusso delle acque ovvero causando una riduzione significativa della capacità di invaso delle aree interessate;
 - c) non costituire un elemento pregiudizievole all'attenuazione o all'eliminazione delle specifiche cause di rischio esistenti;
 - d) non pregiudicare le sistemazioni idrauliche definitive né la realizzazione degli interventi previsti dalla pianificazione di bacino o dagli strumenti di programmazione provvisoria e urgente;
- e) garantire condizioni adeguate di sicurezza durante la permanenza di cantieri mobili, in modo che i lavori si svolgano senza creare, neppure temporaneamente, un ostacolo significativo al regolare deflusso delle acque;
- f) limitare l'impermeabilizzazione superficiale del suolo impiegando tipologie costruttive e materiali tali da controllare la ritenzione temporanea delle acque anche attraverso adeguate reti di regimazione e di drenaggio;
- g) rispondere a criteri di basso impatto ambientale facendo ricorso, laddove possibile, all'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica.

Detto intervento risponde alle suddette disposizioni perché:

- non saranno eseguite opere fuori terra e sarà mantenuto l'attuale assetto topografico;
- non costituisce elemento pregiudizievole per le cause di rischio e non ostacola eventuali futuri interventi di mitigazione;
- i lavori saranno eseguiti in un periodo in cui non sono previste precipitazioni, entro un raggio non inferiore a 100 Km.

ELEMENTO	PRESENZA
forme di modellamento di corso d'acqua	Parziale
idrografia superficiale	Parziale
rischio idraulico	Parziale
bacini idrici (laghi, lagune, paludi, ecc.)	Assente
forme carsiche (doline, inghiottitoi, grotte, ecc)	Assente

2.2 PTA

Con DCR 20 ottobre 2009 n. 230 è stato approvato il “*Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia*” che riporta come vigenti le “Prime norme di salvaguardia”, adottate con deliberazione della Giunta regionale n. 883 del 19/06/2007, fino all’adozione dei regolamenti di attuazione. Con delibera di Giunta Regionale n. 1333 del 16.07.2019 è stata adottata la proposta di aggiornamento 2015-2021.

Le “Prime Misure di Salvaguardia” riportano:

- Misure di Tutela quali-quantitativa dei corpi idrici sotterranei:
 - Aree interessate da contaminazione salina;
 - Aree di tutela quali-quantitativa.
- Misure di salvaguardia per le zone di protezione speciale idrogeologica:
 - Tipo A;
 - Tipo B;
 - Tipo C.
- Misure integrative (tracciato canale principale dell'AQP).

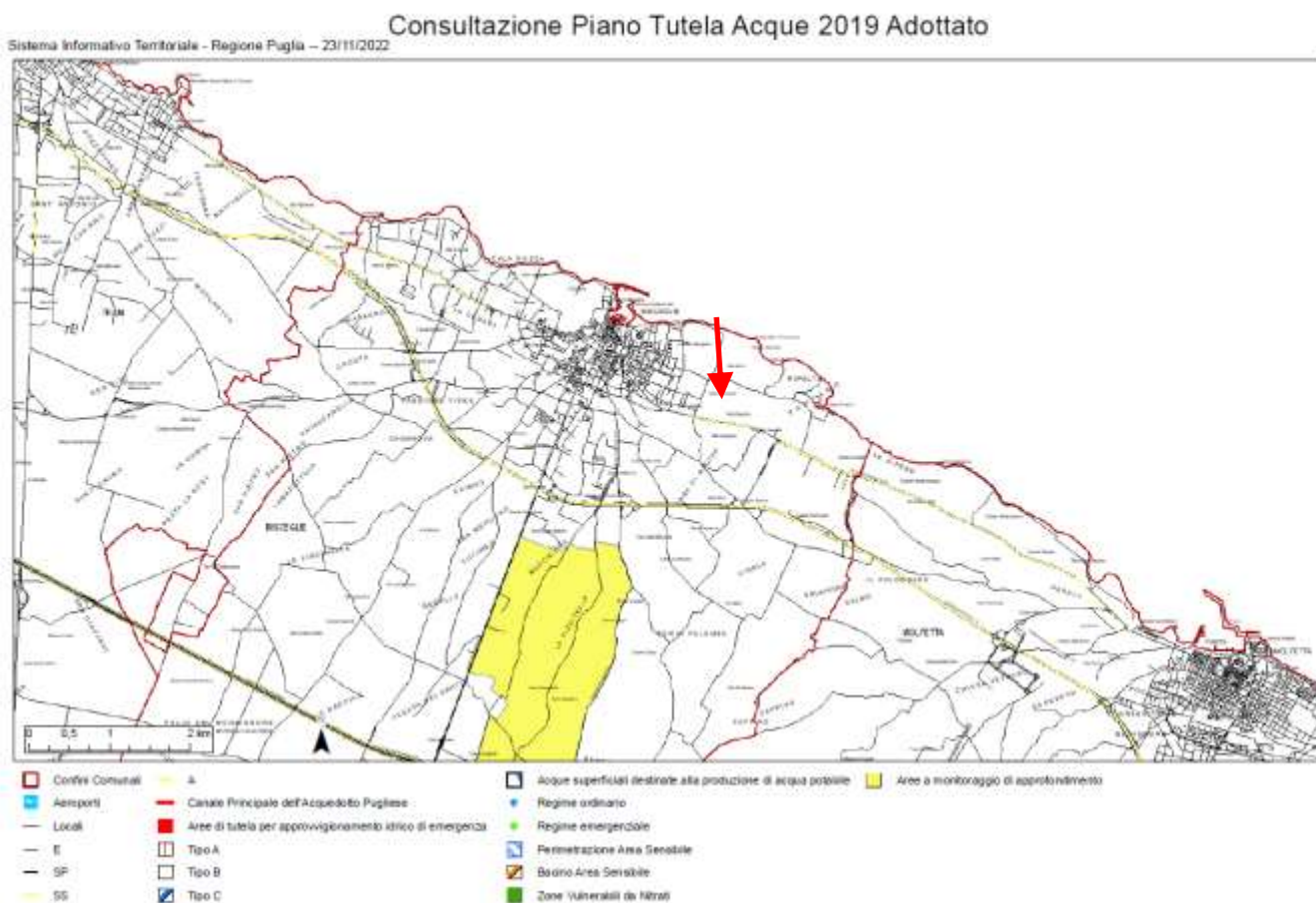


Fig. 8 – Zone di protezione speciale idrogeologica (SIT Puglia)

Dal momento che il foglio 11 del comune di Bisceglie non rientra nè tra le zone di protezione speciale idrogeologica nè tra quelle sottoposte alle misure integrative, **è possibile affermare che l'area in oggetto, non è soggetta alle prescrizioni di cui il Piano di Tutela Acque.**

2.3 Parchi e Aree Protette - ulivi monumentali

La LR 4.6.2007, n. 14 tutela e valorizza gli ulivi monumentali della Puglia. Dalla consultazione della cartografia e dell'elenco, riportati sul portale ambientale della Regione Puglia, si evince che nell'area non sono presenti alberi vincolati.

Infine, anche dal sopralluogo effettuato è stato possibile riscontrare **l'assenza di qualunque albero di ulivo monumentale e/o essenze protette.**

Per quanto riguarda le aree protette, il manufatto in oggetto non rientra tra le aree I.B.A., SIC, ZPS o altre aree protette.

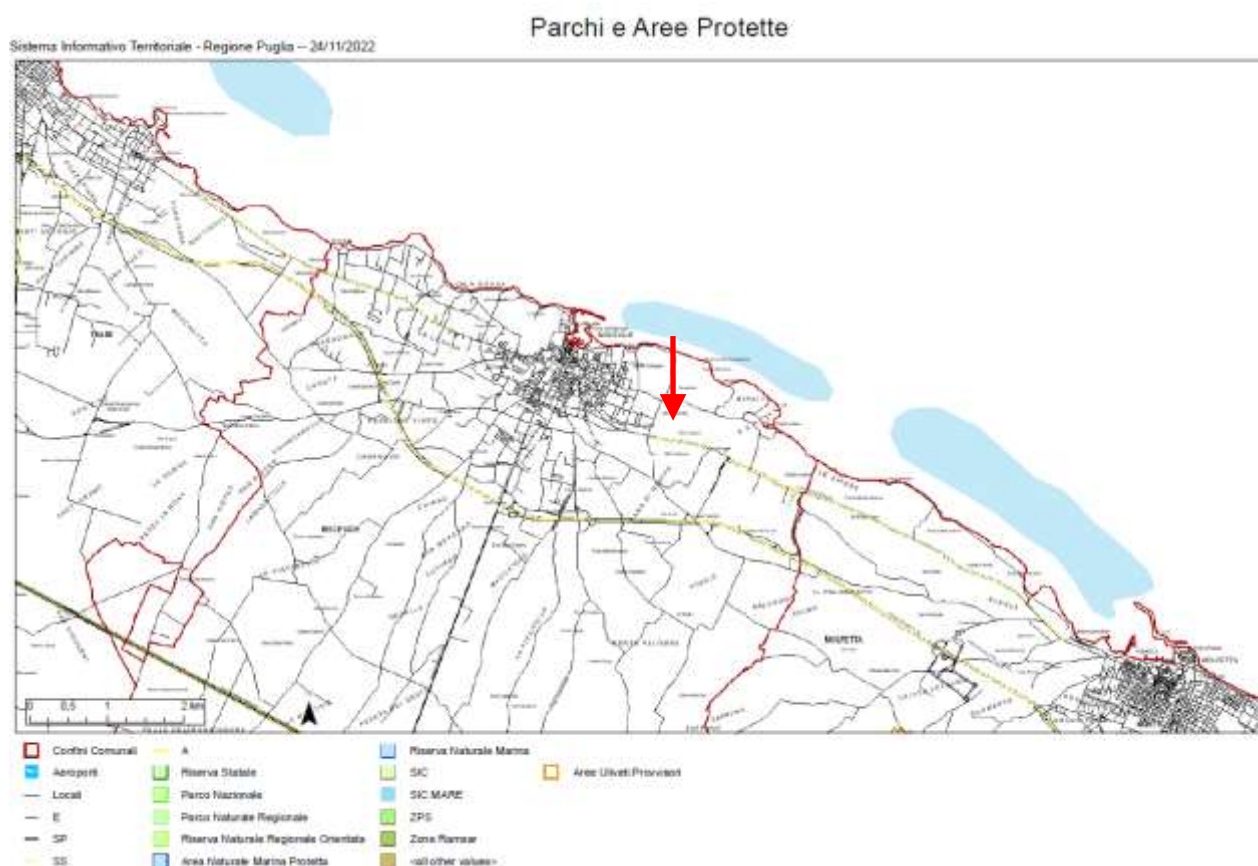


Fig. 9 – Stralcio cartografia SIC-ZPS – Aree protette, ulivi monumentali (SIT Puglia)

3. MORFOLOGIA E GEOLOGIA

Geograficamente l'area, compresa nella **Tav. IV SO "Bisceglie"** del **F° 177**, fa parte della regione costiera pugliese, i cui caratteri morfologici richiamano il motivo più importante dell'area murgiana, dato da una serie di ripiani posti a quote via via più basse verso l'Adriatico.

Si tratta di terrazzi marini allungati quasi parallelamente alla costa e leggermente inclinati a Nord; questi si raccordano tramite piccole scarpate sagomate dall'azione del mare e rappresentanti antiche linee di costa.

Topograficamente si presenta pianeggiante con dolce declivio verso nord-est ed in essa non esistono, dal punto di vista geomorfologico, problemi di stabilità.

Si segnala comunque la presenza, ad est e a sud del sito di interesse, di aree debolmente depresse, disposte a macchia di leopardo, corrispondenti a superfici di colmamento di vecchie cave, delle quali a tratti risultano ben visibili i fronti di avanzamento.

Dette cave utilizzate in tempi storici per il prelievo della calcarenite ("tufo") quale materiale naturale da costruzione, risultano profonde una decina di metri e risultano colmate con detriti calcarenitici di scarto sino a $2 \div 3$ metri a partire dal piano campagna.

Ad ovest dell'area, inoltre, è presente una incisione riportata nella Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia con il termine di "Corso d'acqua oblitterato" e meglio conosciuta in loco col nome di "Lama di Levante". Detta incisione, come detto nel paragrafo riguardante il PAI, interessa solo una piccola parte dell'area di progetto, dove non sono previste costruzioni.

3.1 Caratteri generali

Dal punto di vista litologico la zona comprendente la città di Bisceglie e il suo "hinterland" è caratterizzata da una potente serie carbonatica di età cretacea (Calcarea di Bari), costituita da calcari bioclastici, micritici e dolomitici e da zolle isolate di depositi pleistocenici trasgressivi.

La successione stratigrafica, iniziando dal termine più antico, comprende:

- **Calcarea di Bari (Cretaceo);**
- **Calcarenite di Gravina o Tufi delle Murge (Pleistocene);**
- **Depositi alluvionali (Olocene, Pleistocene sup.).**

Il "**Calcarea di Bari**" rappresenta il basamento rigido della zona ed è costituito da una serie sedimentaria prevalentemente calcarea caratterizzata, in questa zona, da dolomie e da calcari dolomitici grigi ai

quali s'intercalano, più o meno frequentemente, calcari bianchi micritici o bioclastici a grana fine. Le dolomie ed i calcari si presentano in strati o in banchi, ripetutamente laminati, con diffuse cariatature da dissoluzione. Il fenomeno carsico è ovunque presente e si sviluppa con intensità diversa in superficie ed in profondità. Le cavità presentano forma e dimensioni varie; le più comuni sono interstrato e da frattura, spesso sono parzialmente o interamente riempite da terra rossa rideposta o depositi di varia natura. La fratturazione dell'ammasso roccioso risulta nel complesso elevata, con molteplici direzioni delle discontinuità primarie. L'assetto strutturale della serie calcarea è in generale a monoclinale, con leggere inclinazioni verso l'attuale linea di costa. A tratti è possibile notare un diverso assetto geometrico della successione carbonatica imputabile ad episodi compressivi o di trazione. Lo spessore totale di questa formazione supera i 3000 m.

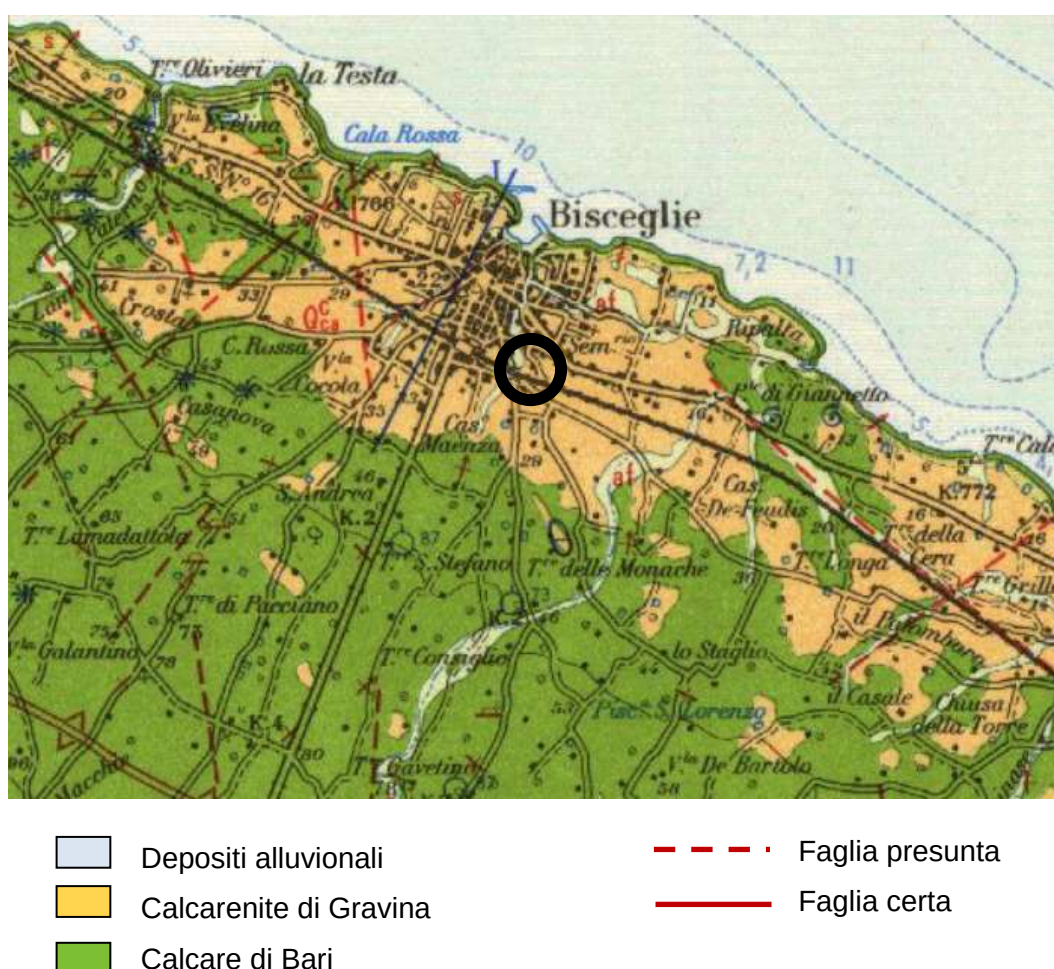


Fig. 10 – Stralcio del Foglio 177 “Bari” della Carta Geologica d’Italia

La "**Calcarenite di Gravina**" è la litofacies che individua l'inizio della sedimentazione marina nell'Avanfossa Sudappenninica, pertanto il suo spessore si rastrema addentrandosi nelle zone di piattaforma. In questa zona affiora con spessori di 7-8 metri ed in generale si tratta di

calcareniti carbonatiche di colore giallastro, a grana e resistenza variabile, a giacitura suborizzontale con una netta stratificazione incrociata con strati a sviluppo tabulare la cui orientazione e pendenza confermano che l'accumulo dei depositi è dovuto al moto ondoso. Frequenti sono i fossili marini interi ed in frammenti; stratigraficamente sono trasgressivi e discordanti sul "Calcere di Bari". In questa zona affiora al di sotto dei depositi alluvionali.

I "**Depositi Alluvionali**" sono presenti a più di 600 m dall'area in oggetto in corrispondenza del letto di un impluvio. Sono costituiti da terreni limosi con una quantità di pezzame e ciottoli calcarei variabile da zona a zona, in generale sempre inferiore al 30%. Si tratta di depositi terrosi e ciottolosi derivanti dal disfacimento dei terreni rocciosi esistenti a monte. Nei più importanti solchi erosivi del territorio, disposti tutti secondo SSW-NNE, si osservano sabbie ocracee, argille rossastre e blocchi del substrato mesozoico con strutture da dissoluzione carsica. Gli spessori massimi possono raggiungere i 3 m.

3.2 Caratteri locali

La zona di indagine è ubicata a sudest del centro dell'abitato di Bisceglie ed è delimitata ad ovest da via Cadorna, ad est da via Terlizzi, a nord da un complesso scolastico ed a sud dalla linea ferroviaria.

Dal punto di vista morfologico il terreno è compreso nel penultimo terrazzo verso mare, dista dalla linea di costa 1,2 Km circa presenta un andamento topografico leggermente inclinato verso mare, le quote variano da 22 m nella zona occidentale a 20 m nella porzione orientale.

La differenza di quota è dovuto al fatto che la zona orientale coincide con una antica cava di "tufo" parzialmente ricolmata con materiale di scarto, derivanti dall'attività di taglio ed estrazione dei blocchi calcarenitici destinati all'edilizia.

Evidenze della presenza della cava sono visibili in corrispondenza del confine lungo via Terlizzi e del rudere ubicato a sud del piazzale presente, dove è ancora riconoscibile il fronte di taglio della calcarenite.



Fig. 11 – Tipologia di riporto presente nella ex cava (maglia 167)



Via Terlizzi



rudere

Fig. 12 – Fronti di scavo della ex cava

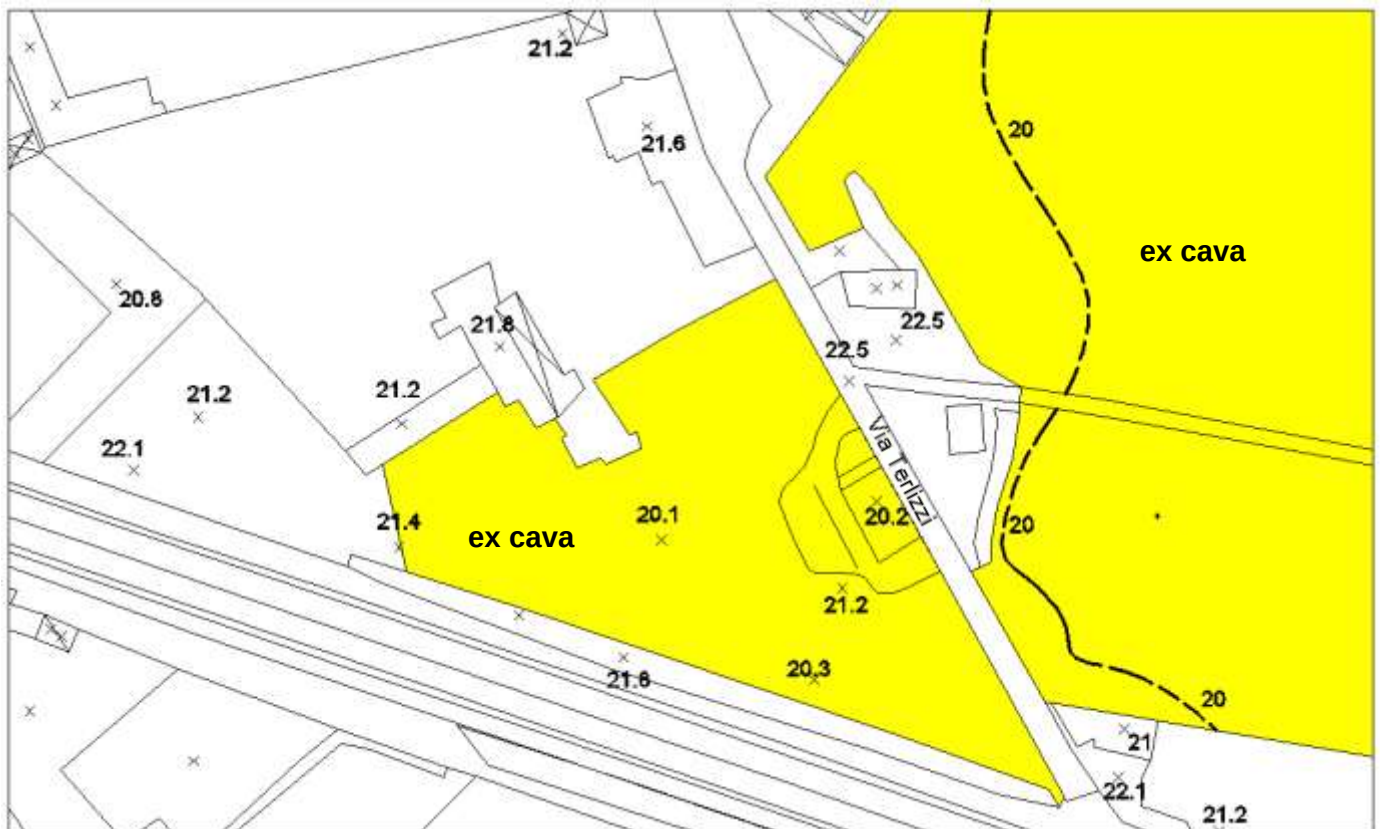


Fig. 13 – Zona interessata dalla ex cava

Inoltre, l'analisi litostratigrafica, condotta in corrispondenza di saggi meccanici e geofisici eseguiti nell'area di indagine e nei lotti circostanti, hanno permesso di verificare la sequenza stratigrafica dell'area di sedime.

Si tratta di calcareniti e a luoghi bioclastiti biancastre o giallastre, di ambiente litorale o di piattaforma carbonatica poco profonda. L'età è ascrivibile al Pleistocene. Detti terreni risultano scarsamente coerenti e generalmente privi di stratificazione ed a giacitura massiccia. La formazione appare in più punti riccamente fossilifera; si riconoscono in essa due livelli a macrofossili di cui, quello in prossimità della base, risulta in prevalenza ad Ostereidi.

A luoghi si rinvencono sottili orizzonti limoso-argillosi e sabbie calcaree di colore variabile dal giallo scuro all'avana, mediamente addensate.

Le “Calcareniti organogene” più o meno cementate risultano caratterizzate da una permeabilità di tipo primario per porosità (“permeabilità in piccolo”), associata nelle facies più competenti ad una permeabilità secondaria per carsismo o, meno frequentemente, per fratturazione. Alla formazione pleistocenica in esame è associata una permeabilità la cui entità dipende dalla percentuale di materiale fine presente e dal grado di cementazione. Si attribuisce pertanto un grado corrispondente a “media e bassa permeabilità”.

L'eventuale saturazione può provocare uno scadimento dei parametri geomeccanici generali con la conseguente diminuzione della capacità portante.

Detta formazione risulta trasgressiva, con leggera discordanza angolare, sul sottostante calcare cretacico “Calcare di Bari” che costituisce il basamento rigido della zona.

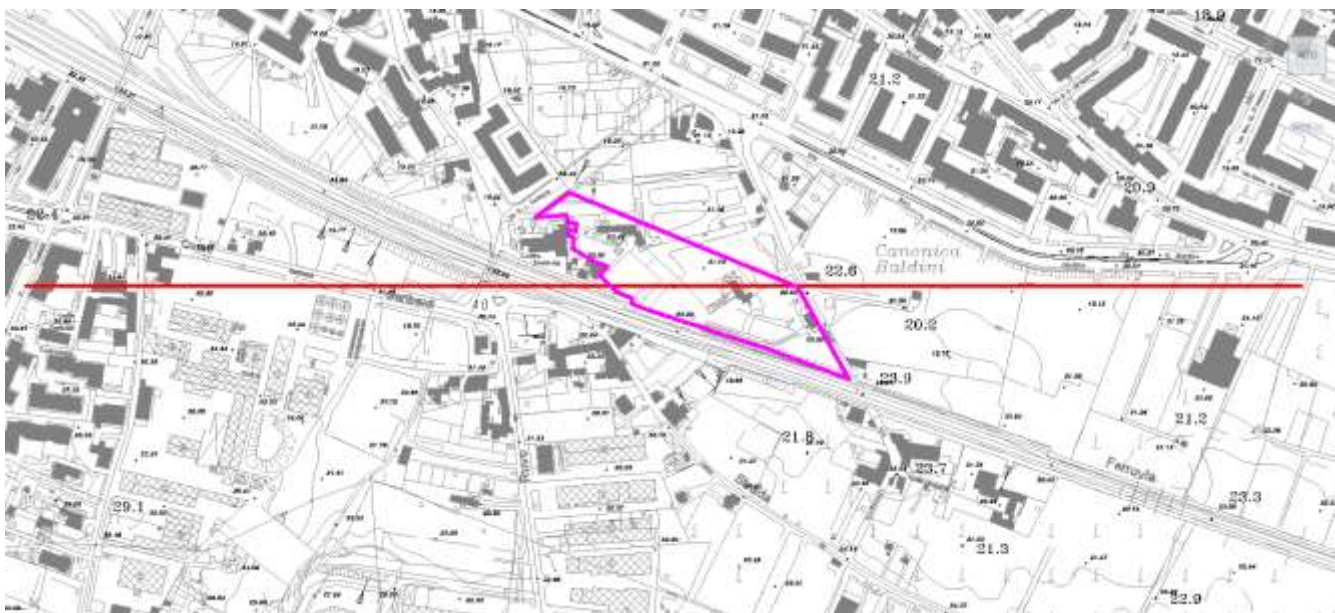


Fig. 14 – Stralcio fotogrammetrico con indicazione della sezione geologica

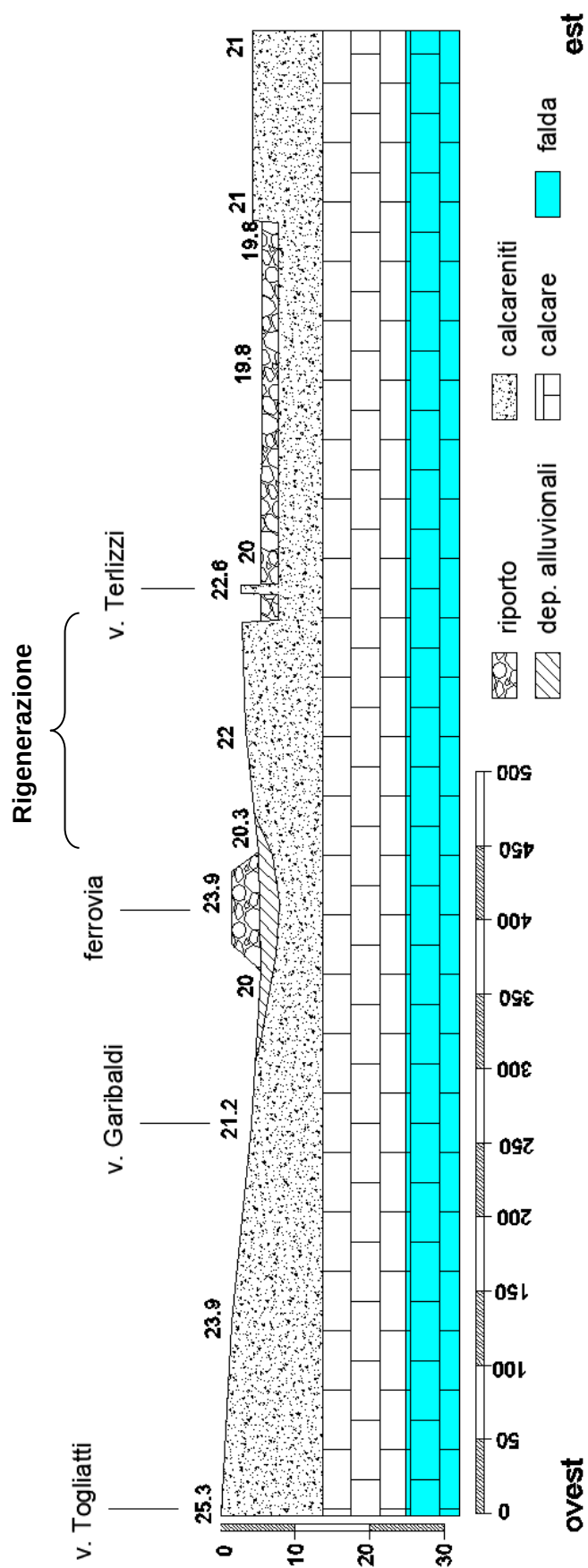


Fig. 15 – Sezione geologica



● sondaggio → sismica - - - - - affioramento

Fig. 16 – Ubicazione indagini geognostiche



Fig. 17 – Affioramento calcareniti lungo la ferrovia

Come evidenziato dai saggi sia meccanici che geofisici e dal fronte in affioramento lungo via Terlizzi, la zona è caratterizzata da una copertura calcarenitica spessa circa 10-11 m passante a roccia calcarea. La zona di passaggio tra i due litotipi può essere costituita da roccia alterata mista a terra rossa.

La porzione occidentale si trova in corrispondenza di una antica cava di "tufo"

In fase di progettazione della Scuola Materna su via Cadorna è stata realizzata, dal dott.geol. R. Pansini, una perforazione a carotaggio continuo sino a 30 m di profondità.

4. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Nell'entroterra in esame è presente una falda idrica che per tipologia, ubicazione e geometria, è parte della falda idrica profonda pugliese; detta "falda carsica" ha l'acquifero costituito da litotipi calcareo-dolomitici e le sue principali caratteristiche idrodinamiche derivano in gran parte dal grado di fessurazione, di evoluzione del fenomeno carsico e dalla distribuzione e tipologia delle forme epigee ed ipogee in seno al substrato carbonatico.

Da qui le numerose depressioni lineari (lame) ed areali (doline, puli, piscine e pozzi) occupate raramente da acque, ma la cui intima organizzazione di superficie riflette sicuramente i sistemi di discontinuità presenti (faglie). Nelle Murge nordoccidentali la circolazione di fondo della falda avviene in pressione e si esplica a grandi profondità (200-400 m sotto il livello mare), con carichi e gradienti idraulici spesso molto elevati (7-8%). Dalle colonne di perforazione si evince che quando la falda è confinata in prossimità di taluni livelli asfittici impermeabili, circola al di sotto del livello medio marino con valori di carico idraulico differenti da pozzo a pozzo e, una volta intercettata, risale, stabilizzandosi intorno a quote variabili da m +14 a m +30 s.l.m..

Poiché la media annuale delle precipitazioni atmosferiche in questo settore è di circa 600 mm e che più del 50% di pioggia si disperde per infiltrazione nel sottosuolo e per evapotraspirazione, la presenza di acque di ruscellamento è abbastanza scarsa in superficie, ed è localizzata solamente in coincidenza con i solchi di incisione torrentizia detti "lame".

La *falda profonda* si trova quindi ad una quota quasi coincidente con quella marina, ovvero a circa 20 m dal pc ed è composta da acque salmastre con *contenuto salino* superiore a 2 g/l.

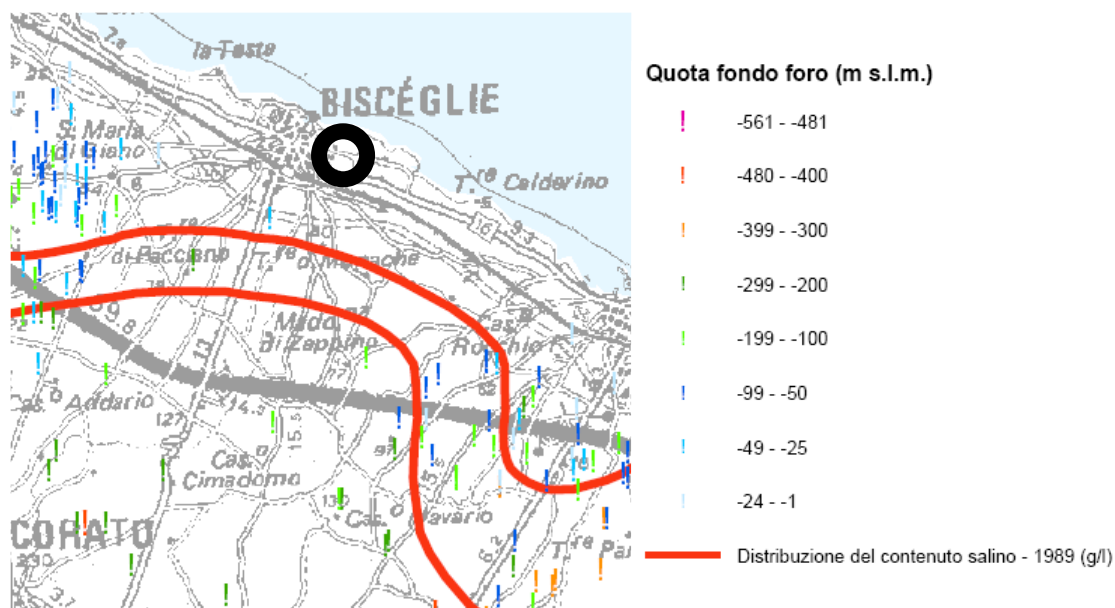


Fig. 18 – Quote di attestazione dei pozzi e contenuto salino (da PTA)

5. SONDAGGIO MECCANICO

Il sondaggio ha raggiunto la profondità di 30 ml a partire dal p.c..

- da 0.00 m a – 0.75 m: asfalto + terreno vegetale + riporto;
- da – 0.75 m a – 3.00 m: calcarenite di colore avana con frammenti di gusci di fossili;
- da – 3.00 m a – 3.50 m: sabbia debolmente limosa giallastra;
- da – 3.50 m a – 9.60 m: calcarenite di colore grigiastro;
- da – 9.60 m a –10.00 m: argilla rossastra plastica;
- da –10.00 m a –11.60 m: calcarenite di colore ocra;
- da –11.60 m a –13.00 m: “terra rossa”;
- da –13.00 m a –15.60 m: sabbia limoso argillosa, giallastra, con noduli cementati e resti di fossili;
- da –15.60 m a –18.00 m: frammenti calcarei in matrice di “terra rossa”;
- da –18.00 m a –19.00 m: calcare compatto di colore nocciola;
- da –19.00 m a –19.50 m: calcare fratturato;
- da -19.50 m a -20.00 m : vuoto;
- da -20.00 m a -22.00 m : calcare fratturato;
- da -22.00 m a -26.00 m : calcare molto fratturato;
- da -26.00 m a -26.35 m : argilla verdastra con frammenti calcarei;
- da -26.35 m a -30,00 m : calcare molto fratturato.

0.00-5.00



5.00-10.00



10.00-15.00



15.00-20.00



20.00-25.00



25.00-30.00



Fig. 19 – Campioni estratti

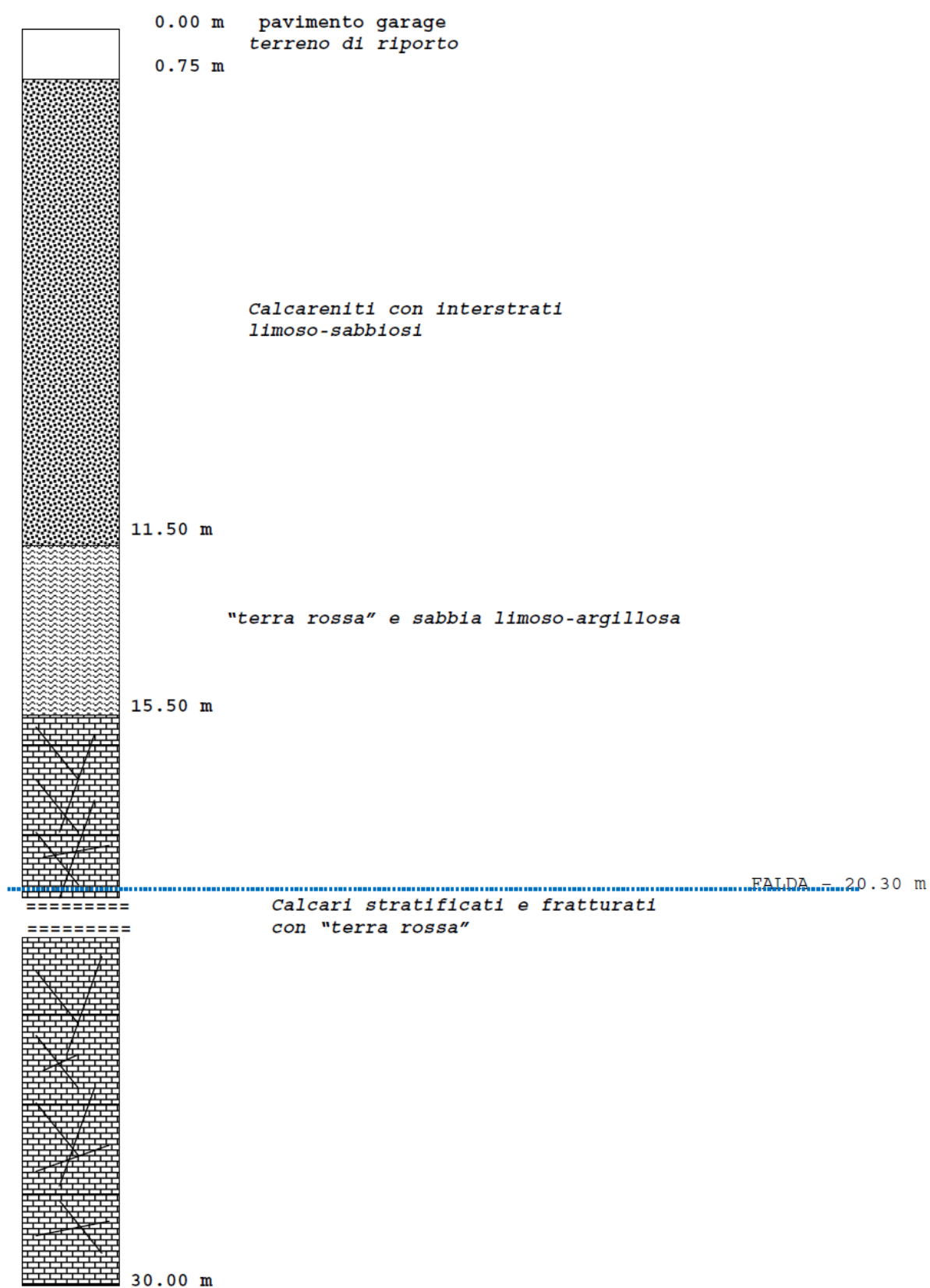


Fig. 20 – Stratigrafia

6.INDAGINE GEOFISICA

Sismica a rifrazione

Cenni metodologici

Il metodo consiste nella rilevazione delle velocità delle onde sismiche, generate da una massa battente, attraverso un'interfaccia tra due mezzi con diverse caratteristiche elastiche. I valori di velocità delle onde sismiche, misurati in sito per ciascun volume di sottosuolo differenziato, unitamente alla "facies litologica" interpretata, hanno consentito di determinare una serie di parametri elasto-meccanici di riferimento.

Questi risultano derivati da correlazioni sperimentali, per tipologia litologica, tra parametri geomeccanici e parametri elastici. I parametri derivati risultano verificati nel complesso struttura/terreno cui si riferiscono e risultano associati ad un volume significativo di suolo che, puntualmente, può presentare caratteri differenti dai valori proposti.

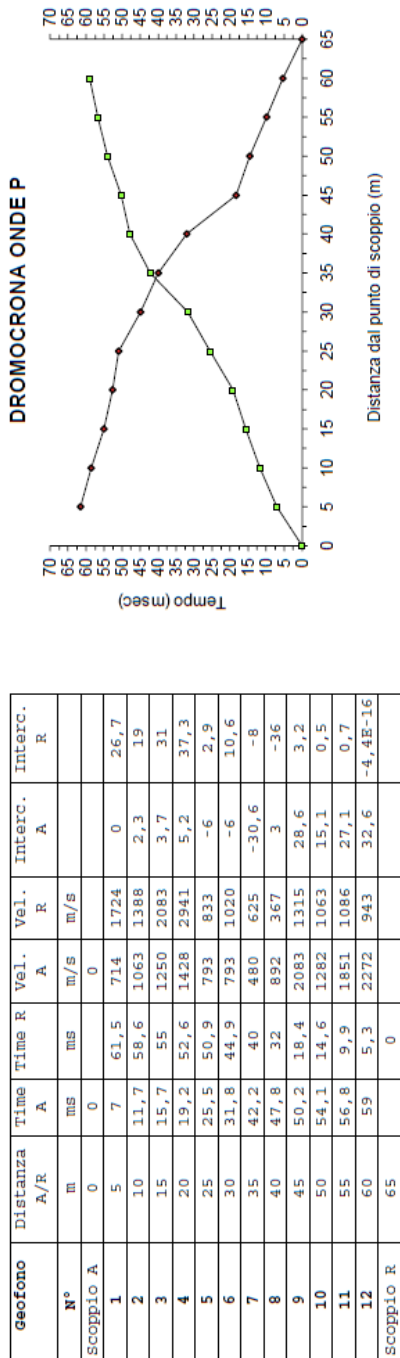
Modalità esecutive

Nel caso in oggetto, sono stati realizzati n° 2 stendimenti:

- il primo realizzato dal dott.geol. R. Pansini, in corrispondenza della Scuola Materna di via Cadorna, di lunghezza pari a 65 metri, lungo i quale sono stati disposti alternativamente e collegati in serie 12 geofoni con frequenza di 10 Hz e distanza intergeofonica di 5 m. Sono stati realizzati 2 shots, mediante l'utilizzo di una massa battente del peso di 8 kg in corrispondenza degli estremi dello stendimento.
- il secondo in corrispondenza del piazzale prossimo a via Terlizzi, di lunghezza pari a 36 metri, lungo i quale sono stati disposti alternativamente e collegati in serie 23 geofoni con frequenza di 4.5 Hz e distanza intergeofonica di 1.50 m. Sono stati realizzati 3 shots, mediante l'utilizzo di una massa battente del peso di 10 kg in corrispondenza degli estremi e del centro dello stendimento.

COMMITTENTE: Dott. Pansini Raffaele
LOCALITA': BISCEGLIE
PROFILO SISMICO N°: Sr1

Offset (m): 5
Distanza intergeofonica (m): 5
Lunghezza stendimento (m): 65



A

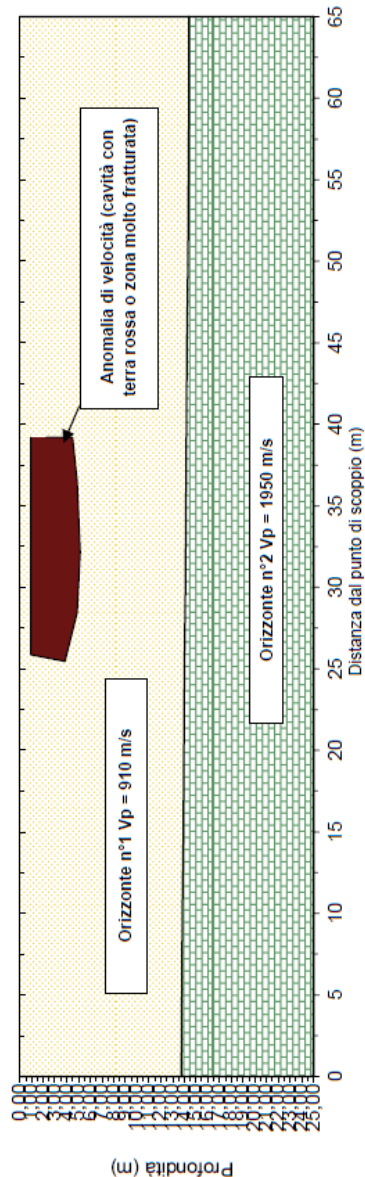


Fig. 21 – Base 1 - Dromocrona e interpretazione stratigrafica

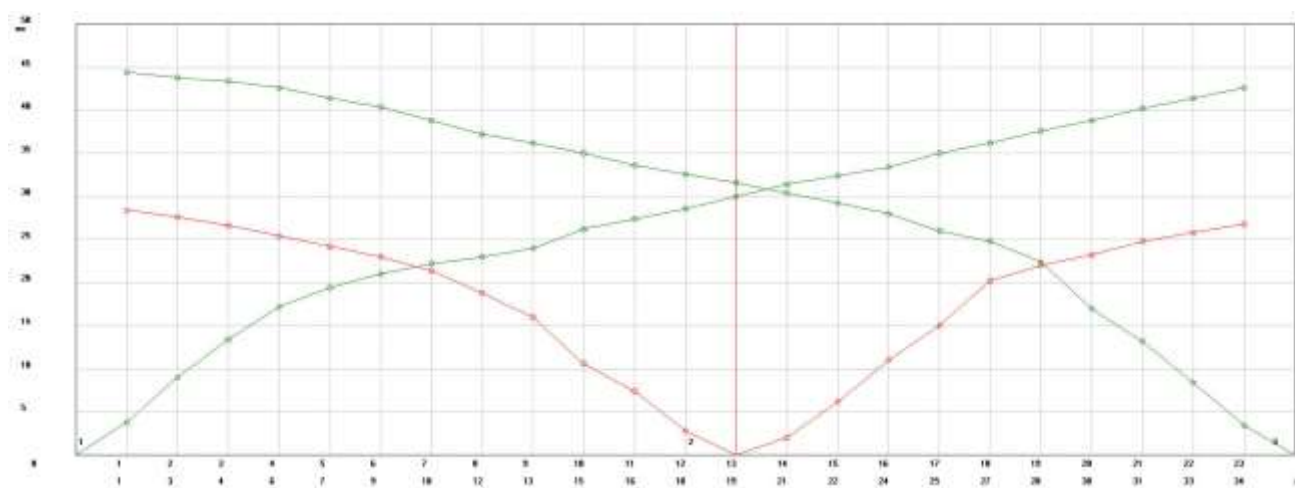
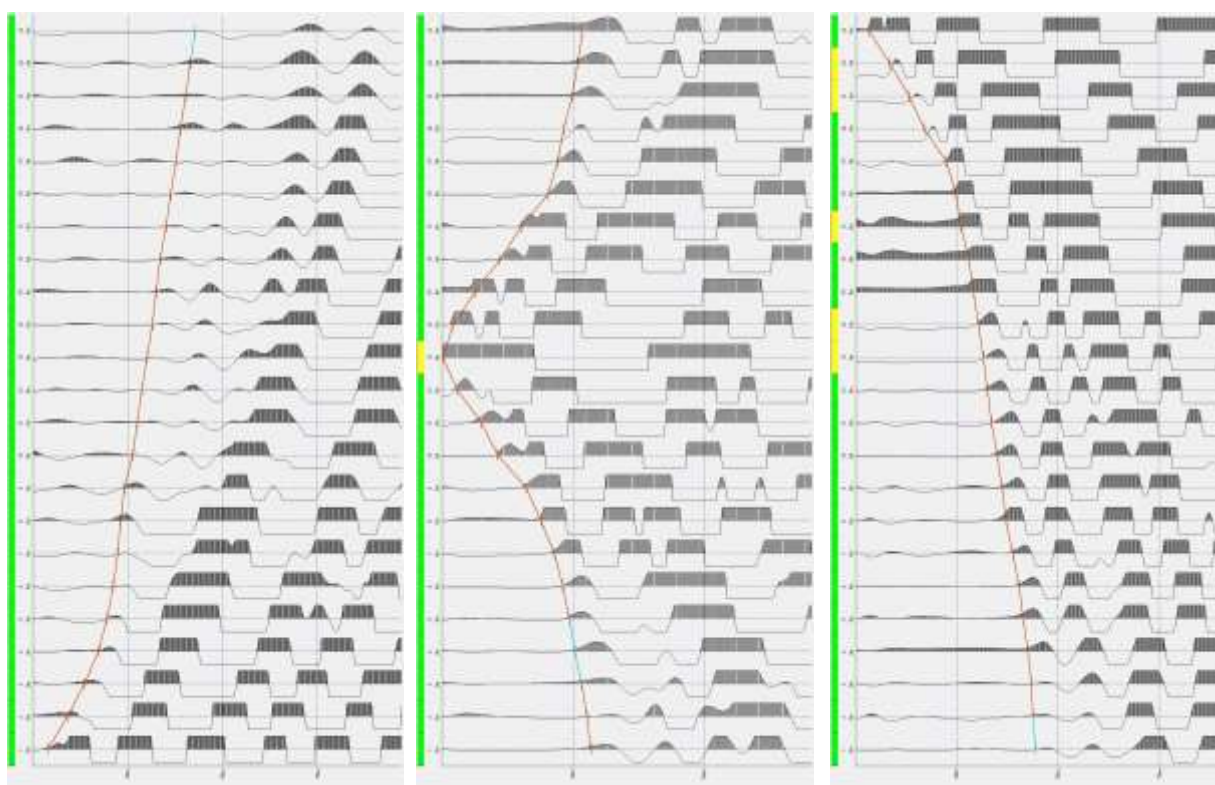


Fig. 22 – Base 2 – Sismogrammi e dromocrona

Sismica “MASW” – “ReMi”

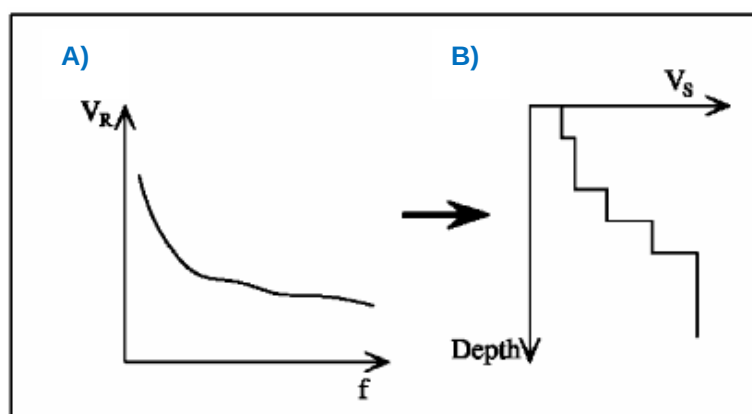
Cenni metodologici

I metodi “ReMi” e “MASW” sono una tecnica d’indagine non invasiva (non è necessario eseguire perforazioni o scavi e ciò limita i costi), che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidezza della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde.



La proprietà fondamentale delle onde superficiali di Rayleigh, sulla quale si basa l’analisi per la determinazione delle V_s , è costituita dal fenomeno della dispersione che si manifesta in mezzi stratificati. Pertanto, analizzando la curva di dispersione, ossia la variazione della velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della lunghezza d’onda (o della frequenza, che è inversamente proporzionale alla lunghezza d’onda), è possibile determinare la variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità tramite processo di inversione.



A) Velocità delle onde di Rayleigh in funzione della frequenza; **B)** profilo di velocità delle onde di taglio in funzione della profondità (a destra) ricavato tramite processo d’inversione.

La metodologia per la realizzazione di una indagine sismica MASW prevede 3 passi fondamentali:

1. calcolo della velocità di fase (o curva di dispersione) apparente sperimentale;
2. calcolo della velocità di fase apparente numerica;
3. individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , modificando opportunamente lo spessore h , le velocità delle onde di taglio V_s e di compressione V_p (o in maniera alternativa alle velocità V_p è possibile assegnare il coefficiente di Poisson), la densità di massa degli strati che costituiscono il modello del suolo, fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale e la velocità di fase (o curva di dispersione) numerica corrispondente al modello di suolo assegnato.

Il modello di suolo e quindi il profilo di velocità delle onde di taglio verticali possono essere individuati con procedura manuale o con procedura automatica o con una combinazione delle due. Generalmente si assegnano il numero di strati del modello, il coefficiente di Poisson, la densità di massa e si variano lo spessore h e la velocità V_s degli strati.

Nella procedura manuale l'utente assegna per tentativi diversi valori delle velocità V_s e degli spessori h , cercando di avvicinare la curva di dispersione numerica alla curva di dispersione sperimentale. Nella procedura automatica, invece, la ricerca del profilo di velocità ottimale è affidata ad un algoritmo di ricerca globale o locale che cerca di minimizzare l'errore tra la curva sperimentale e la curva numerica. In genere quando l'errore relativo, tra curva sperimentale e curva numerica è compresa tra il 5% e il 10% si ha un soddisfacente accordo tra le due curve e il profilo di velocità delle onde di taglio V_s e quindi il tipo di suolo sismico conseguente rappresentano una soluzione valida da un punto di vista ingegneristico.

Modalità esecutive

Nel caso in oggetto, sono stati realizzati n° 2 stendimenti:

- il primo realizzato dal dott.geol. R. Pansini, in corrispondenza della Scuola Materna di via Cadorna, di lunghezza pari a 65 metri, lungo i quale sono stati disposti alternativamente e collegati in serie 12 geofoni con frequenza di 10 Hz e distanza intergeofonica di 5 m.
- il secondo in corrispondenza del piazzale prossimo a via Terlizzi, di lunghezza pari a 34.50 metri, lungo i quale sono stati disposti alternativamente e collegati in serie 23 geofoni con frequenza di 4.5 Hz e distanza intergeofonica di 1.50 m. Sono stati realizzati 2 shots, mediante l'utilizzo di una massa battente del peso di 10 kg in corrispondenza degli estremi dello stendimento.

Shear-Wave Velocity Profile from SeisOpt ReMi Software

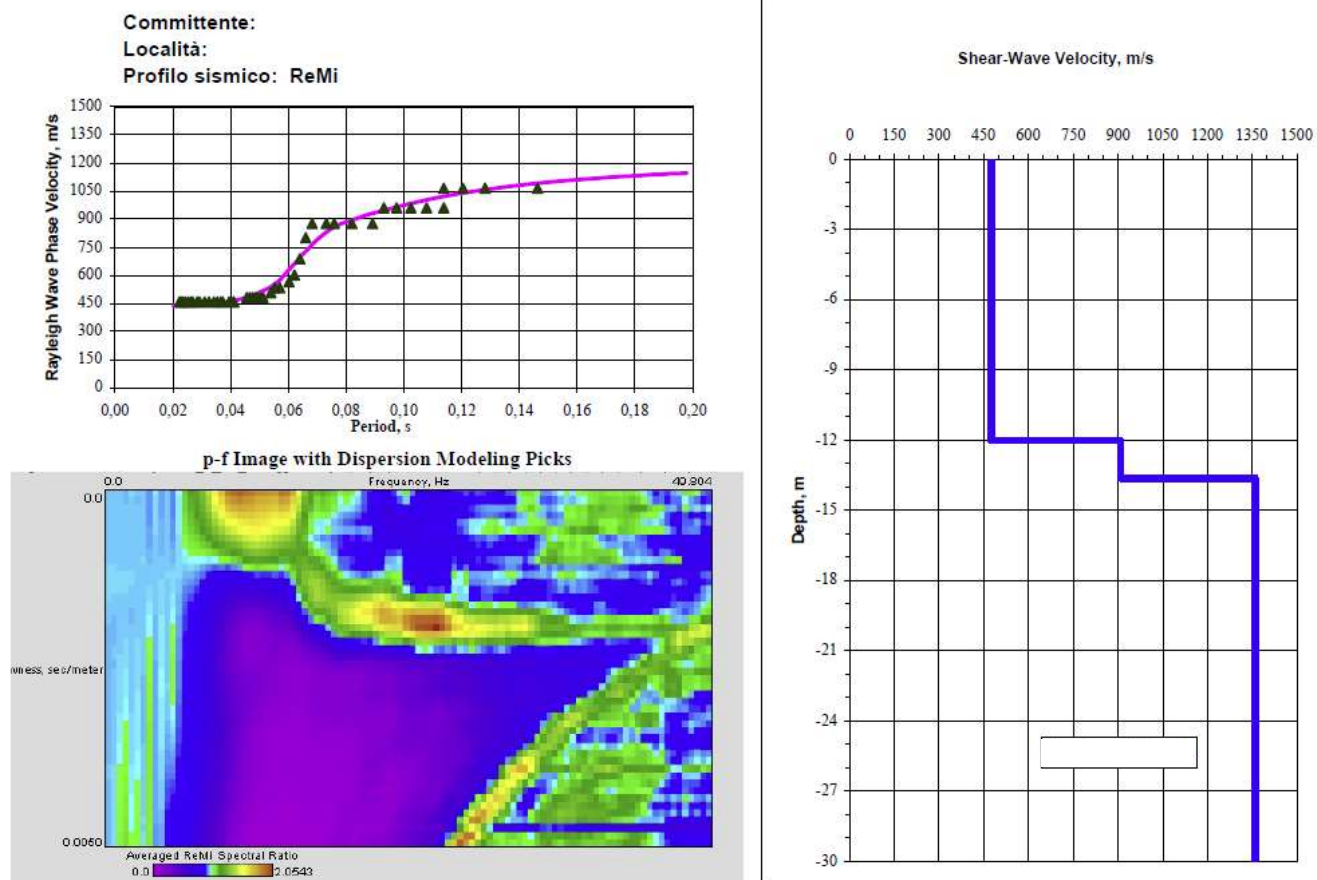


Fig. 23 – Base 1 - ReMi: Sismogramma e sismostrato (V_s)

Base 1			
strato	profondità (m)	spessore (m)	V_s (m/s)
1	12.00	12.00	460
2	15.00	3.00	900
3	-	-	1350
4			
5			
6			
profondità scavo		0.00	m
$V_{s_{eq}}$		460	m/s
categoria sottosuolo			B

Base 2			
strato	profondità (m)	spessore (m)	V_s (m/s)
1	1.90	1.90	180
2	4.60	2.70	350
3	11.10	6.50	423
4	15.10	4.00	430
5	16.20	1.10	1176
6	-	-	1499
profondità scavo		4.60	m
$V_{s_{eq}}$		426	m/s
categoria sottosuolo			B

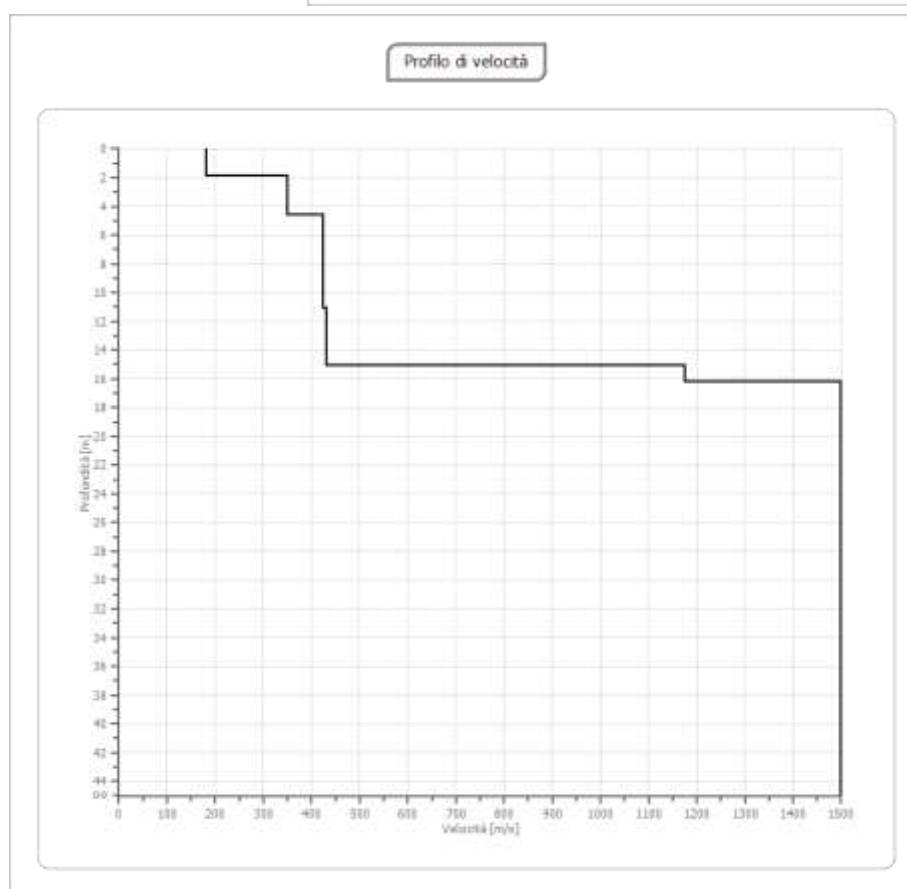
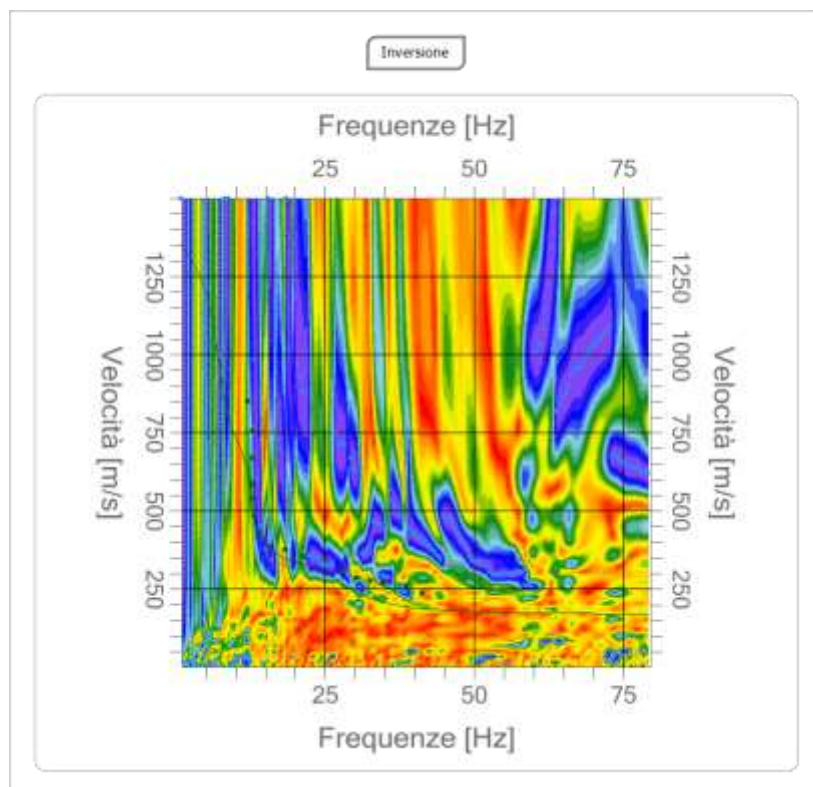
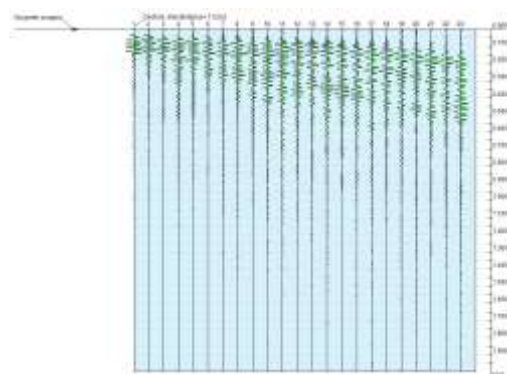
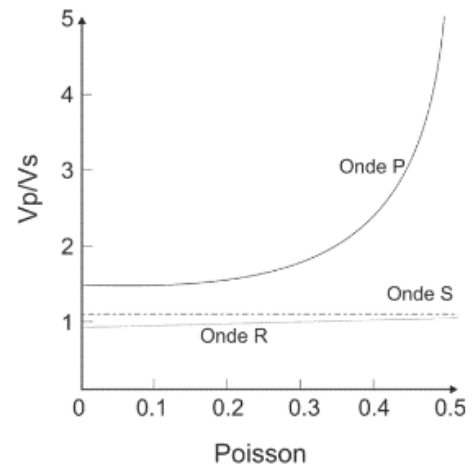


Fig. 24 – Base 2 - MASW: Sismogramma, spettro e sismostrato (Vs)

Parametri geofisici

- μ Coeff. Poisson

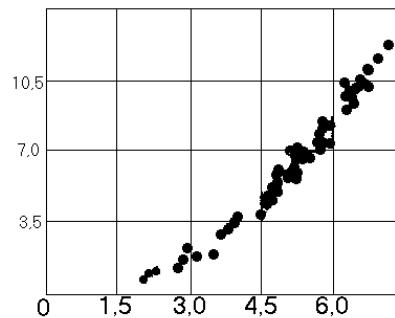
$$\mu = \frac{0,5\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 1}{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2}$$



- **Ed** (modulo di Young dinamico)

Brown e Robertshaw

$$E = \gamma V_s^2 \frac{3V_p^2 - 4V_s^2}{V_p^2 - V_s^2}$$



- γ (densità geofisica del terreno)

Nate-Drake

$$\gamma_{din} = 0,51 \cdot V_p^{0,19}$$

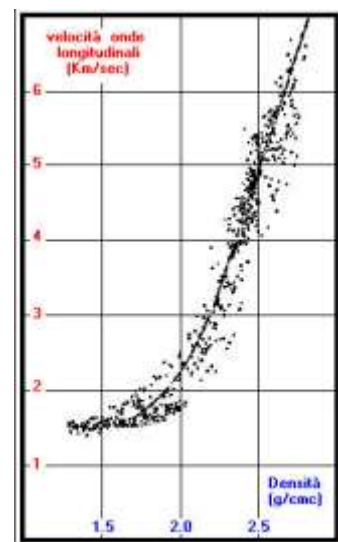
- λ Coeff. Lamè $\lambda = \gamma(V_p^2 - 2V_s^2)$

- Rapporto velocità sismiche V_R $V_R = \frac{V_p}{V_s}$

- **G** (modulo di taglio) - Ohta & Goto

$$G = \gamma V_s^2$$

- **K** Coeff. Bulk $K = \gamma(V_p^2 - \frac{4}{3}V_s^2)$



Una volta misurati i valori delle velocità sismiche sono stati ricavati i valori caratteristici dei singoli litotipi utilizzando la "t" di Student ad n-1 gradi di libertà ed ipotizzando che la media del campione coincida con la media della popolazione, usando la seguente relazione:

$$x_k = \bar{x} \pm t_{n-1}^{0.95} \left(\frac{s}{\sqrt{n-1}} \right)$$

Valori caratteristici dei parametri sismici					
Parametri sismici		copertura	I orizzonte	II orizzonte	III orizzonte
spessore	m	2.00	2.25	8.50	>20
profondità	m	2.00	4.25	12.75	>20
velocità onde P	m/s	360	814	1225	2354
velocità onde S	m/s	164	355	588	1211
rapporto velocità V_R	m/s	2.20	2.29	2.08	1.94
modulo di Poisson μ	-	0.37	0.38	0.35	0.32
densità geofisica γ	g/cm ³	1.56	1.82	1.97	2.23
mod. dinamico taglio G	MPa	17	230	682	3270
mod. dinamico Young E_d	MPa	46	636	1841	8632
coeff. Bulk K	MPa	255	900	2045	7993
coeff. Lamè λ	MPa	119	746	1591	5813

7. SISMICITÀ E PARAMETRI SISMICI

SISMOLOGIA

In generale il quadro sismotettonico di un territorio è caratterizzato da:

- grado di sismicità del territorio;
- grado di sismicità dei territori contigui.

Questa zona della Puglia è costituita da aree sismogenetiche (cioè i territori in cui sono state riconosciute strutture tettoniche attive) a “bassa energia” mentre i territori contigui (Capitanata, Gargano, Subappennino, Albania, Grecia) presentano aree ad “alta energia”. Nel complesso, il rischio sismico della provincia barese presenta un rischio “medio-alto” in

termini di sismicità risentita, cioè legata ad eventi sismici che hanno epicentro in altre aree.

Di seguito si riporta l'elenco delle osservazioni macrosismiche di terremoti di aree italiane al di sopra della soglia del "danno" dall'anno 1560 al 2006 (GNDT DOM4.1).

La colonna "effetti" riporta l'intensità (I_s) (scala Mercalli – MCS) con cui è stato avvertito il terremoto a Bisceglie e, nella colonna "in occasione del terremoto di:" il toponimo dell'area epicentrale, l'intensità (I_x) e la magnitudo (M_s) (scala Richter).

In seguito all'Ordinanza PCM 20 marzo 2003 n° 3274, l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia ha redatto la nuova mappa di pericolosità sismica di riferimento per l'individuazione delle zone sismiche.

La mappa finale è stata ottenuta dall'uso ponderale di tre gruppi di relazioni di attenuazione e due insiemi di intervalli di completezza.

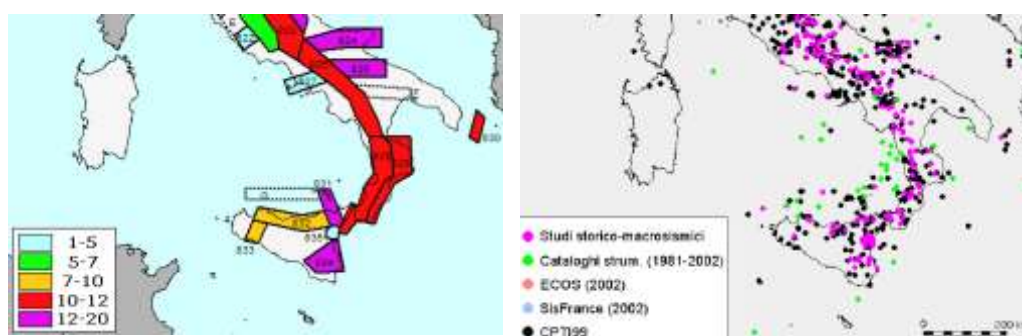
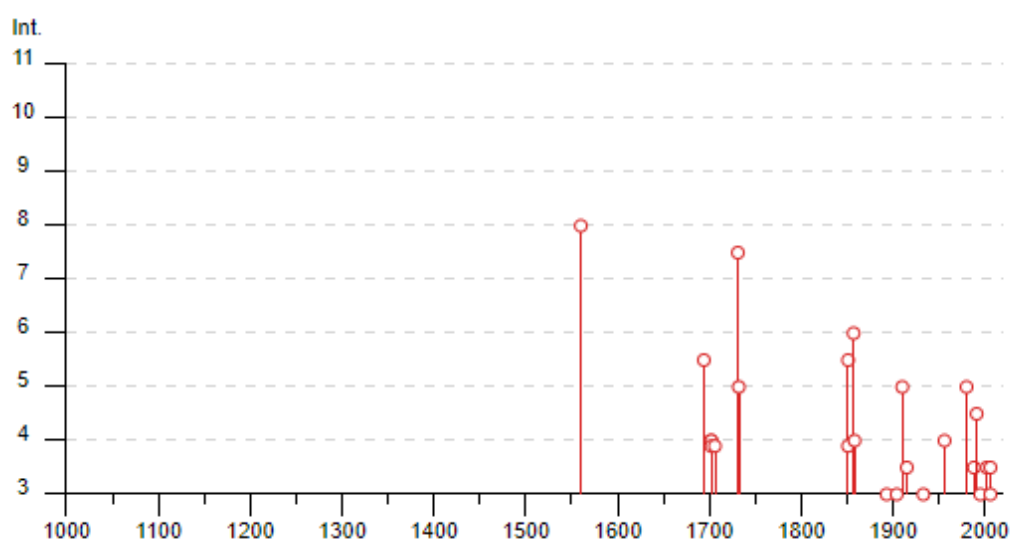


Fig. 25 – a) Classe di profondità (in Km) della zonazione sismogenetica ZS8; b) Distribuzione dei terremoti, secondo l'origine dei dati di base



Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
8	1560	05	11	04	40		Costa pugliese centrale	7	8	5.66
5-6	1694	09	08	11	40		Irpinia-Basilicata	251	10	6.73
4	1702	03	14	04	30		Sannio-Irpinia	4	6-7	4.86
4	1702	03	14	05			Sannio-Irpinia	37	10	6.56
F	1702	04	02	06	20		Sannio-Irpinia	4	6-7	4.86
F	1706	11	03	13			Maiella	99	10-11	6.84
7-8	1731	03	20	03			Tavoliere delle Puglie	49	9	6.33
5	1732	11	29	07	40		Irpinia	183	10-11	6.75
5-6	1851	08	14	13	20		Vulture	103	10	6.52
F	1851	08	14	14	40		Vulture	10	7-8	5.48
6	1857	12	16	21	15		Basilicata	340	11	7.12
4	1858	05	24	09	20		Tavoliere delle Puglie	13	4-5	4.35
2	1892	06	06				Isole Tremiti	68	6	4.88
3	1893	08	10	20	52		Gargano	69	8	5.39
3	1904	04	08	08	22		Gargano	27	6	4.75
5	1910	06	07	02	04		Irpinia-Basilicata	376	8	5.76
3-4	1915	01	13	06	52	4	Marsica	1041	11	7.08
3	1933	03	07	14	39		Irpinia	42	6	4.96
NF	1953	02	25	00	07	4	Vibonese	56	5-6	4.88
4	1956	09	22	03	19	3	Gargano	57	6	4.64
2	1963	02	13	12	45		Potentino	31	7	5.19
2	1966	07	06	04	24		Alta Murgia	46	4	4.26
5	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
3-4	1988	04	26	00	53	4	Adriatico centrale	78		5.36
4-5	1991	05	26	12	25	5	Potentino	597	7	5.08
3	1995	09	30	10	14	3	Gargano	145	6	5.15
3-4	2002	11	01	15	09	0	Molise	638	7	5.72
3-4	2006	05	29	02	20	0	Gargano	384		4.64
3	2006	12	10	11	03	4	Adriatico centrale	54		4.48

- **F** avvertito (felt); in genere si esclude che vi siano danni ($I < 6$)
- **NF** non avvertito (not felt); in caso di esplicita segnalazione in tal senso è equiparabile a $I=1$
- **NC** non classificato (not classified);

Fig. 26 – Storia sismica di Bisceglie limitatamente a valori di $I_s (x10) \geq 45$ (GNDT – DOM4.1)

La mappa presenta anche una fascia “marginale”, dove sono raggruppati quei territori che possono essere inseriti in una zona sismica o in quella contigua, nell’ambito del potere discrezionale che l’Ordinanza affida alle Regioni. La zonazione è stata recepita dalla Regione Puglia con delibera della Giunta Regionale n° 153 del 2.03.2004.

Le zone sismiche, distinte in 4 classi di accelerazione massima del suolo (a_{max}) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, sono state individuate in base al sistema dei codici europei (EC8). Il territorio di Molfetta rientra nelle aree a bassa sismicità $Z = 3$, classe III.

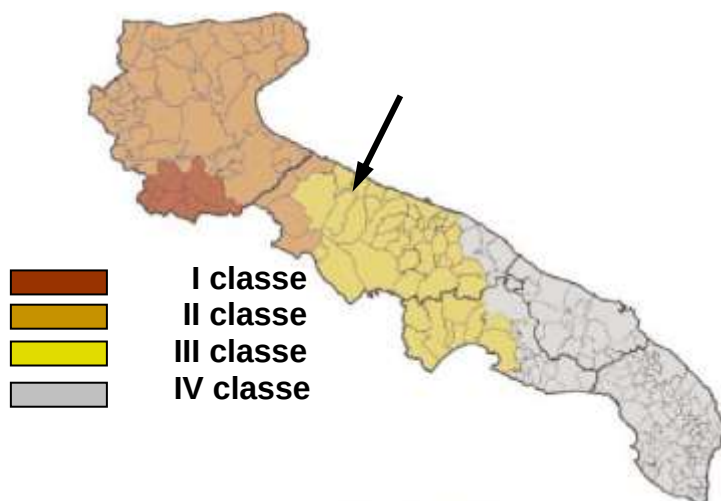


Fig. 27 – Zonazione sismica della Puglia (INGV)

- ZONA 1 – caratterizzata da valori di accelerazione orizzontale del suolo $0,25 < a_g \leq 0,35$ g (alta sismicità)
- ZONA 2 - caratterizzata da valori di accelerazione orizzontale del suolo $0,15 < a_g \leq 0,25$ g (media sismicità)
- ZONA 3 - caratterizzata da valori di accelerazione orizzontale del suolo $0,05 < a_g \leq 0,15$ g (bassa sismicità)
- ZONA 4 - caratterizzata da valori di accelerazione orizzontale del suolo $a_g \leq 0,05$ g (sismicità molto bassa)

SISMICITÀ DELL'AREA

Il territorio di Bisceglie è classificato nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/03 e s.m.i. tra i comuni con pericolosità sismica bassa, zona 3. Inoltre, l'accelerazione massima del suolo nel Comune di Molfetta risulta generalmente compresa tra $0,10 \leq a_g < 0,15$ g.

Il sistema della mappa interattiva di pericolosità sismica dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) consente di visualizzare ed interrogare mappe probabilistiche della pericolosità sismica del territorio nazionale che è espressa con diversi parametri dello scuotimento su una griglia regolare a passo 0.05° .

Le mappe riportano due parametri dello scuotimento: $a(g)$ (accelerazione orizzontale massima del suolo, come definita dall'OPCM 3519/2006, corrispondente a quella che in ambito internazionale viene chiamata PGA) e $Se(T)$ (Spettro di risposta Elastico in funzione del periodo T , in accelerazione); l'unità di misura è g (l'accelerazione di gravità) corrispondente a 9.8 m/s^2 . Per i soli valori di $a(g)$ è disponibile la relativa disaggregazione.

In particolare, mediante il sistema della mappa interattiva di pericolosità sismica dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), sono state elaborate quelle dell'area in oggetto, per poi giungere alla definizione della magnitudo.

Modello di pericolosità sismica

La mappa rappresenta il modello di pericolosità sismica per l'Italia e i diversi colori indicano il valore di scuotimento (PGA = Peak Ground Acceleration; accelerazione di picco del suolo, espressa in termini di g, l'accelerazione di gravità) atteso con una probabilità di eccedenza pari al 10% in 50 anni su suolo rigido (classe A, $V_{s30} > 800$ m/s) e pianeggiante.

Le coordinate selezionate individuano un nodo della griglia di calcolo identificato con l'ID 13581 (posto al centro della mappa). Per ogni nodo della griglia sono disponibili numerosi parametri che descrivono la pericolosità sismica, riferita a diversi periodi di ritorno e diverse accelerazioni spettrali.

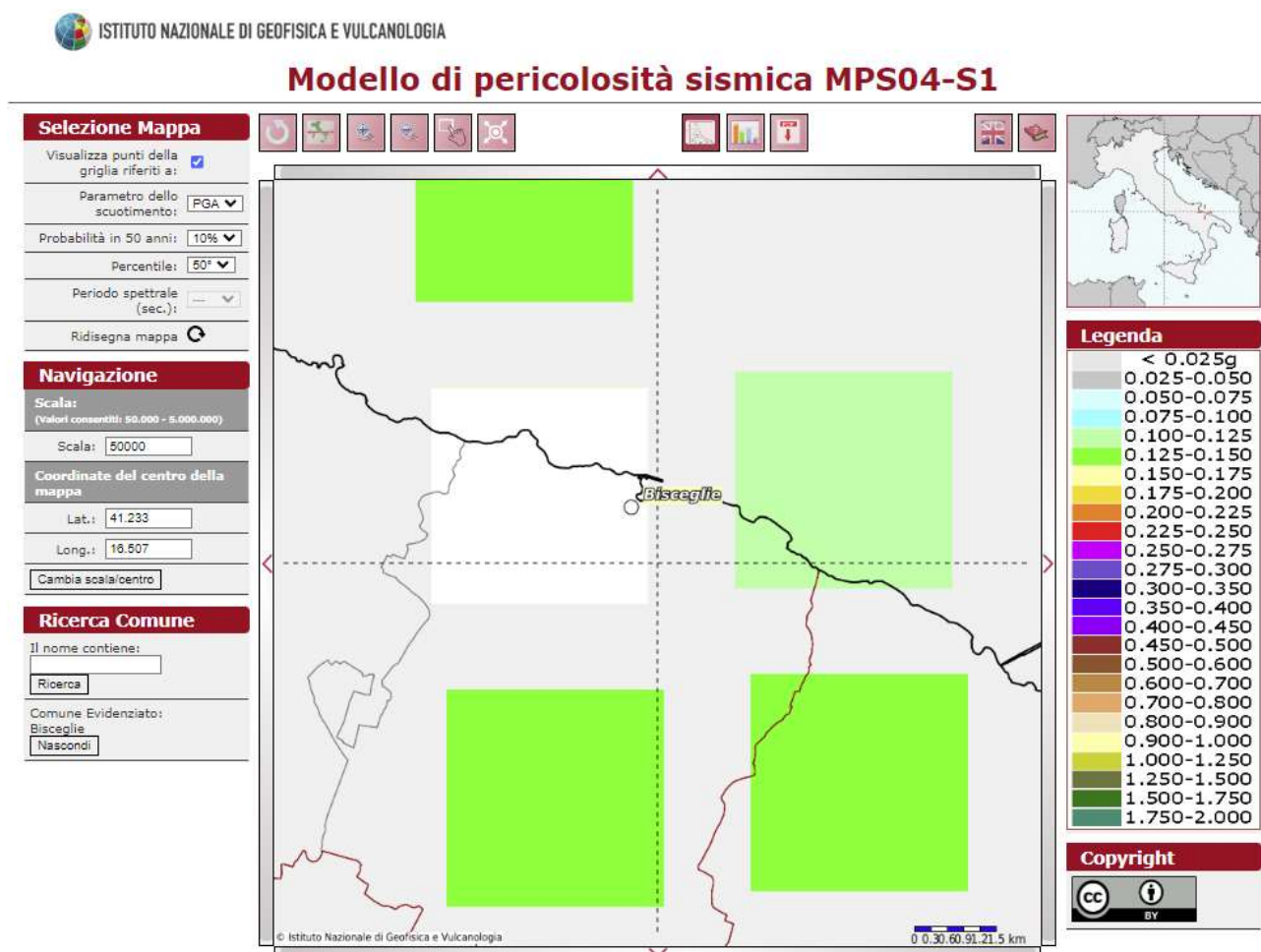
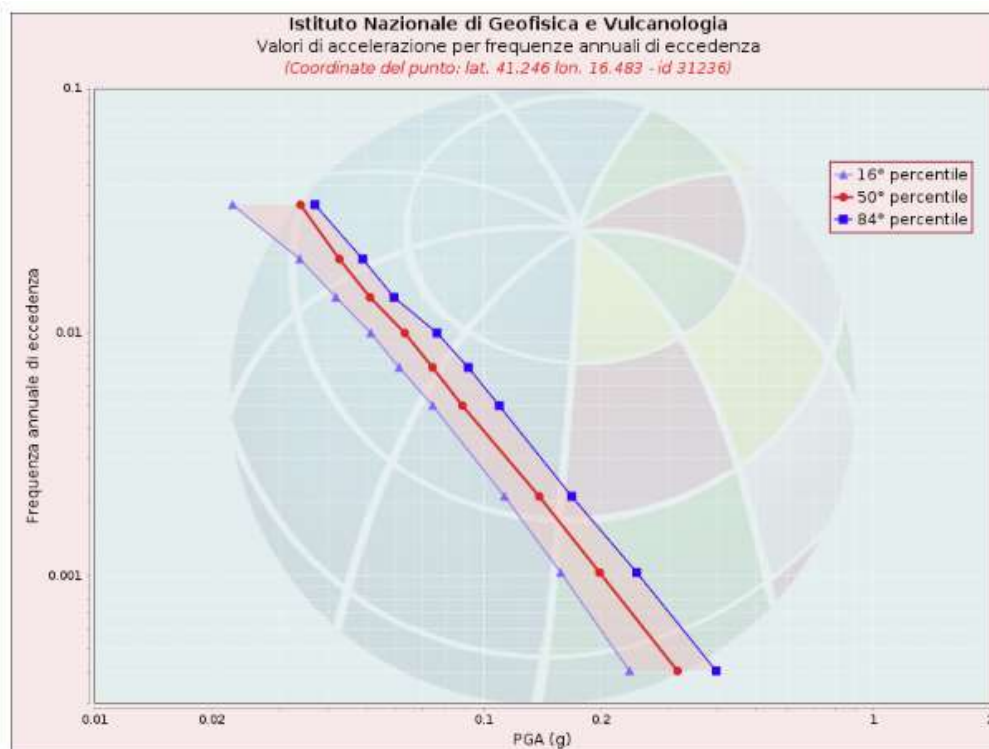


Fig. 28 – Pericolosità sismica (INGV)

Curva di pericolosità

La pericolosità è l'insieme dei valori di scuotimento (in questo caso per la PGA) per diverse frequenze annuali di eccedenza (valore inverso del periodo di ritorno). La tabella riporta i valori mostrati nel grafico, relativi al valore mediano (50mo percentile) ed incertezza, espressa attraverso il 16° e l'84° percentile.

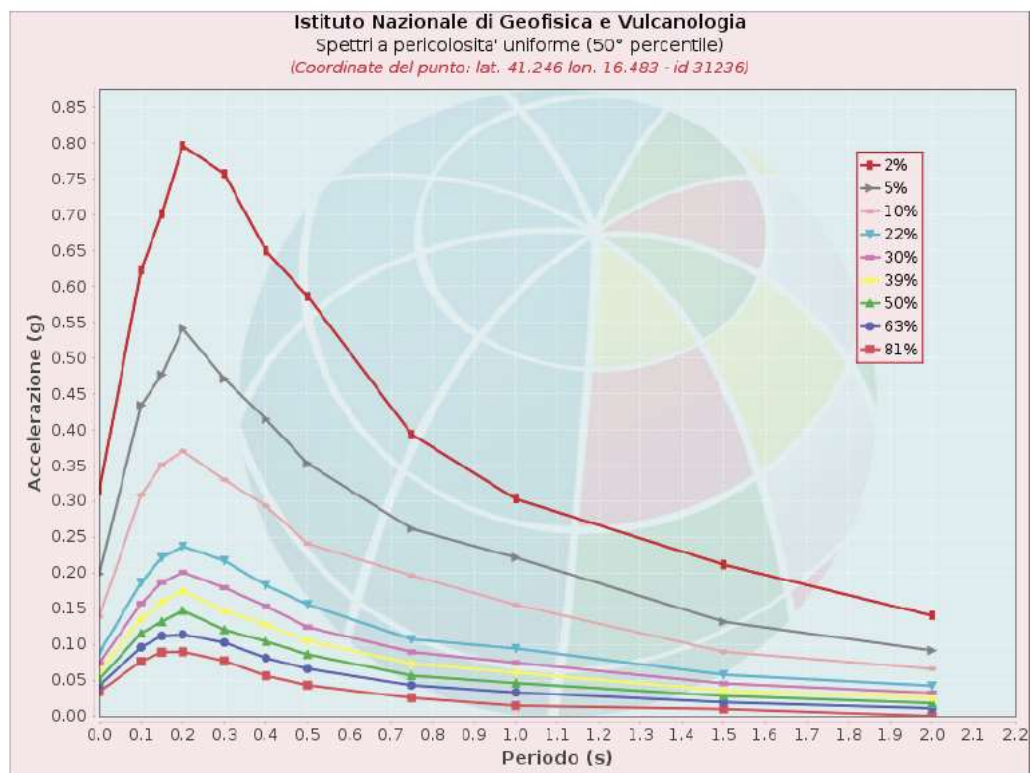


Valori di accelerazione per frequenze annuali di eccedenza (Coordinate del punto: lat. 41.246 lon. 16.483 - id 31236)			
Frequenza annuale di eccedenza	PGA (g)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.2371	0.3148	0.3959
0.0010	0.1578	0.1986	0.2475
0.0021	0.1132	0.1390	0.1684
0.0050	0.0741	0.0883	0.1098
0.0071	0.0607	0.0740	0.0914
0.0099	0.0513	0.0628	0.0760
0.0139	0.0418	0.0511	0.0589
0.0199	0.0338	0.0427	0.0490
0.0332	0.0227	0.0339	0.0369

Spettri a pericolosità uniforme

Gli spettri indicano i valori di scuotimento calcolati per 11 periodi spettrali, compresi tra 0 e 2 secondi. La PGA corrisponde al periodo pari a

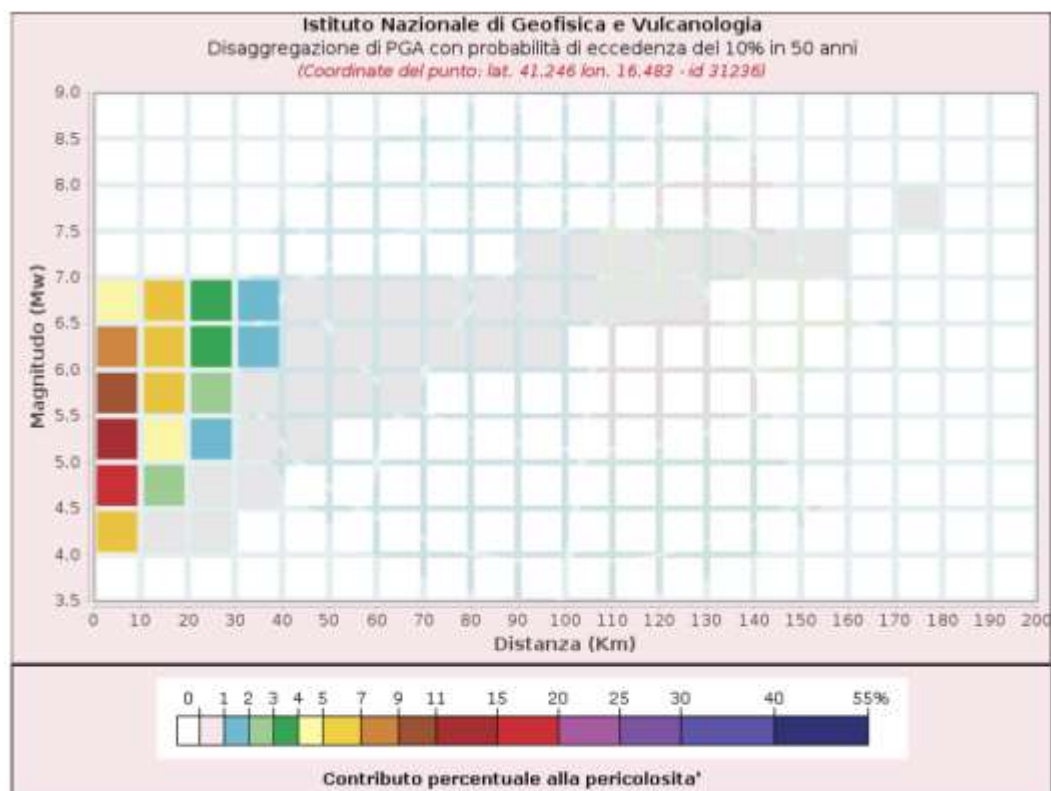
0 secondi. Il grafico è relativo alle stime mediane (50mo percentile) proposte dal modello di pericolosità. I diversi spettri nel grafico sono relativi a diverse probabilità di eccedenza (PoE) in 50 anni. La tabella riporta i valori mostrati nel grafico.



Spettri a pericolosità uniforme (50° percentile)											
PoE in 50 anni	Accelerazione (g)										
	Periodo (s)										
	0.0	0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0
2%	0.315	0.623	0.702	0.797	0.758	0.650	0.586	0.394	0.303	0.211	0.140
5%	0.199	0.434	0.477	0.542	0.471	0.415	0.353	0.261	0.221	0.132	0.091
10%	0.139	0.309	0.351	0.370	0.330	0.294	0.241	0.196	0.155	0.090	0.066
22%	0.088	0.186	0.221	0.237	0.217	0.182	0.156	0.107	0.094	0.057	0.042
30%	0.074	0.157	0.186	0.201	0.179	0.153	0.124	0.089	0.074	0.045	0.032
39%	0.063	0.136	0.159	0.175	0.146	0.127	0.105	0.073	0.060	0.035	0.025
50%	0.051	0.115	0.132	0.147	0.120	0.104	0.086	0.056	0.046	0.028	0.018
63%	0.043	0.096	0.112	0.114	0.102	0.081	0.066	0.043	0.033	0.019	0.011
81%	0.034	0.076	0.089	0.089	0.077	0.056	0.043	0.025	0.014	0.010	0.000

Grafico di disaggregazione

Il grafico rappresenta il contributo percentuale delle possibili coppie di valori di magnitudo-distanza epicentrale alla pericolosità del nodo, rappresentata in questo caso dal valore della PGA mediana, per una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni. La tabella riporta i valori mostrati nel grafico ed i valori medi di magnitudo, distanza ed epsilon.



Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

Distanza in Km	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	5.9500	15.2000	13.8000	10.8000	7.5000	4.7400	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.6490	2.7400	4.4100	5.6300	5.8500	5.0800	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0176	0.3200	1.0600	2.0700	3.0600	3.6000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0061	0.2060	0.6950	1.3400	1.9600	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0130	0.1970	0.5090	0.8660	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0418	0.2250	0.4600	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0029	0.0923	0.2540	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0284	0.1380	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0048	0.0662	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0603	0.0939	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0300	0.1100	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0073	0.0756	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0276	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0094	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0023	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi: magnitudo = 5.65 ; distanza = 12.2 ; epsilon = 0.284

8. PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

La valutazione dell'azione sismica del sito di costruzione è regolamentata dal paragrafo 3.2 delle NTC (DM 17.01.18).

Come riportato dalla suddetta normativa, la pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di cat. A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PV_R , nel periodo di riferimento V_R .

Ai fini della presente normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PV_R , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Categoria di sottosuolo

In assenza di un'analisi specifica sulla valutazione della risposta sismica locale, per definire l'azione sismica si può far riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II).

La classificazione della categoria di sottosuolo si effettua in base ai valori della velocità equivalente $V_{S,eq}$ di propagazione delle onde di taglio.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Per il calcolo del V_{seq} , è stata eseguita una indagine MASW lungo la base sismica S1. Tramite questa prova si misurano le velocità sismiche delle onde superficiali a diverse frequenze. La variazione di velocità a diverse frequenze (dispersione) è imputabile prevalentemente alla stratificazione delle velocità delle onde S i cui valori sono ricavabili da una procedura di inversione numerica.

La porzione orientale dell'area di indagine è coincidente con una antica cava parzialmente ricolmata con detriti sabbioso-calcarei derivanti dagli scarti della lavorazione. L'indagine sismica ha quindi fornito due sismogrammi diversi. Considerando come piano di appoggio delle fondazioni la formazione calcarenitica affiorante e/o sottostante allo spessore di riporto, il valore medio del V_{seq} è risultato variabile tra 426 e 460 m/sec. Pertanto il terreno di fondazione rientra nella categoria di suolo di fondazione "B", trattandosi di rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti caratterizzati da un valore di V_{seq} compreso tra 360 e 800 m/sec.

Base 1			
strato	profondità (m)	spessore (m)	Vs (m/s)
1	12.00	12.00	460
2	15.00	3.00	900
3	-	-	1350
4			
5			
6			
profondità scavo		0.00	m
V_{seq}		460	m/s
categoria sottosuolo			B

Base 2			
strato	profondità (m)	spessore (m)	Vs (m/s)
1	1.90	1.90	180
2	4.60	2.70	350
3	11.10	6.50	423
4	15.10	4.00	430
5	16.20	1.10	1176
6	-	-	1499
profondità scavo		4.60	m
V_{seq}		426	m/s
categoria sottosuolo			B

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}} = 426-460 \text{ m/s}$$

con:

h_i spessore dell'i-esimo strato;

$V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N numero di strati;

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da Vs non inferiore a 800 m/s

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>



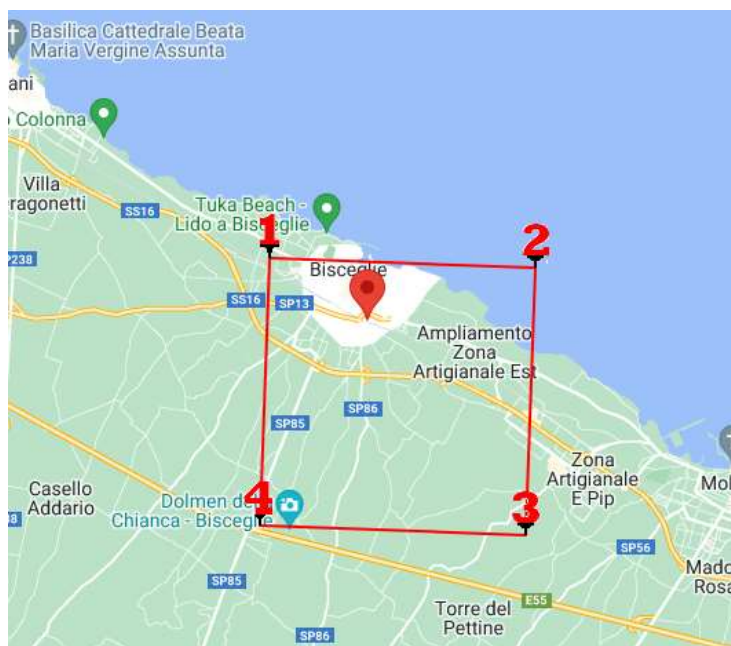


Fig. 29 – Coordinate topografiche

Condizioni topografiche

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tab. 3.2.III):

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Le suesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

Nel nostro caso la configurazione topografica superficiale è semplice e rientra nella categoria **T1**.

Parametri sismici

determinati con **GeoStru PS**

Le coordinate geografiche espresse in questo file sono in ED50

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

Sito in esame.

latitudine: 41,234176 [°]

longitudine: 16,507379 [°]

Classe d'uso: II. Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	31236	41,245660	16,482920	2411,0
Sito 2	31237	41,243890	16,549360	3672,7
Sito 3	31459	41,193920	16,547000	5569,6
Sito 4	31458	41,195690	16,480600	4830,2

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficiente cu: 1

	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,033	2,495	0,253
Danno (SLD)	63	50	0,042	2,518	0,294
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,133	2,493	0,379
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,190	2,484	0,380

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,200	1,450	1,000	0,008	0,004	0,392	0,200
SLD	1,200	1,410	1,000	0,010	0,005	0,490	0,200
SLV	1,200	1,340	1,000	0,038	0,019	1,570	0,240
SLC	1,200	1,330	1,000	0,055	0,027	2,232	0,240

9.PARAMETRI GEOTECNICI

I dati provenienti dal rilievo geomeccanico e geofisico sono stati elaborati secondo le teorie ed i modelli matematici che, a parere dello scrivente, meglio caratterizzano il substrato di fondazione, in relazione alle dirette esperienze compiute su terreni simili in aree appartenenti al medesimo bacino di formazione.

Teorie, classificazioni e modelli matematici:

- Il sistema **C.S.I.R.**, proposto da Bieniawski (89), ricava la classificazione geomeccanica dall'analisi di sei parametri che fanno riferimento alla resistenza meccanica, alla giacitura dei piani di stratificazione, alle condizioni dei giunti ed alla situazione idrica.
- Studi condotti da **Zezza** (75) hanno caratterizzato e classificato gli ammassi rocciosi carsificati pugliesi collegando i comportamenti dinamici con quelli statici attraverso misure di velocità, di RQD ed indicazioni strutturali.
- **Rzhevsky e Novik (71)** e **Broili (77)** hanno elaborato modelli matematici correlando il modulo di elasticità dinamico con la porosità, la resistenza a compressione ed il modulo elastico statico.

- Modulo statico:

$$\text{Rzhevsky e Novik (71)} \quad E_s = \frac{E_d - 0,97}{8,30}$$

$$\text{NAV FAC Manual} \quad E_s = 10E_d$$

$$\text{Denver} \quad E_s = 70 \cdot N_{spt}^{0.5}$$

$$\text{Schmertmann} \quad E_s = 12 \cdot N_{spt}$$

- Angolo d'attrito:

$$\text{C.S.I.R. (89)} \quad \varphi = 5 + 0,5 \cdot RMR$$

$$\text{Sen \& Sadagah (03)} \quad \varphi = 25 \left(1 + \frac{RMR}{100} \right)$$

$$\text{Meyerhof} \quad \varphi = 19.8 + [4.38 \ln(N)]$$

$$\text{De Mello} \quad \varphi = 19 - 0.38\sigma + 8.73 \log(N)$$

$$\text{Malcev} \quad \varphi = 20 - 5 \log(\sigma) + 3.73 \log(N)$$

- Coesione:

C.S.I.R. (89)

$$c = 0,005 \cdot RMR$$

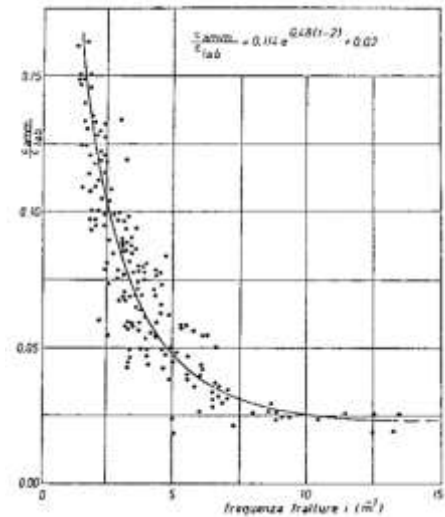
Sen & Sadagah (03)

$$c = 3,625 \cdot RMR$$

- u.c.s. (carico di rottura esp. libera):

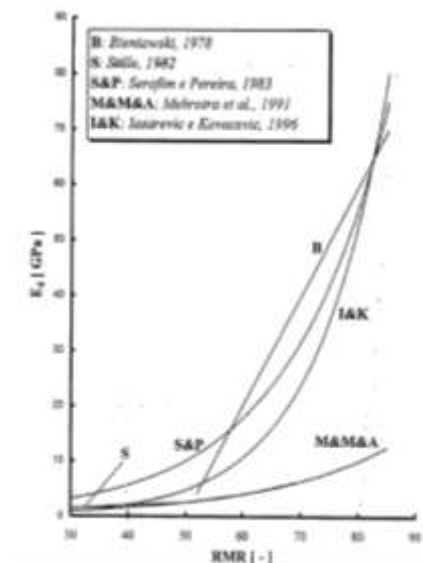
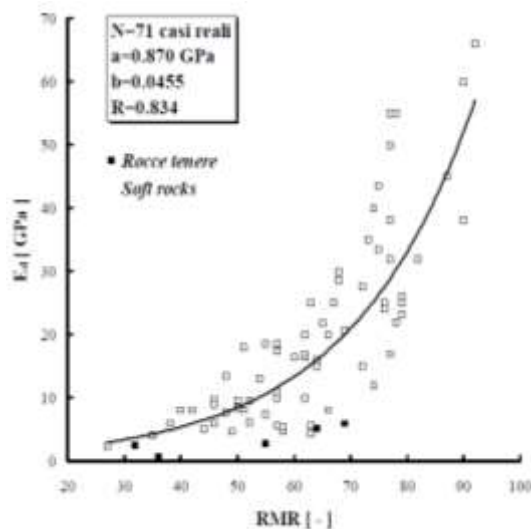
Manev ed Avramova-Tacheva (70)

$$\frac{C_{amm}}{C_{lab}} = 0,114 e^{0,48(i-2)} + 0,02$$



- Ed - RMR (indice strutturale):

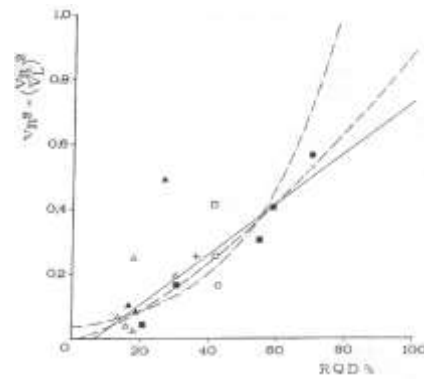
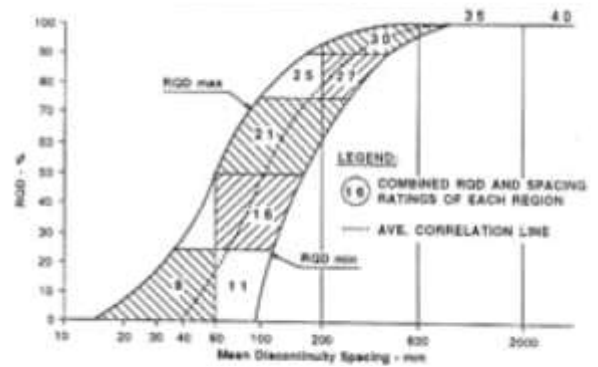
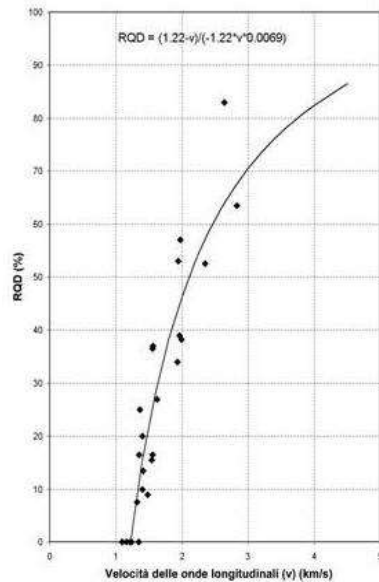
modelli di Serafim & Pereira (83),
Mehroira e altri (91), Jasarevic
& Kovacevic (96)



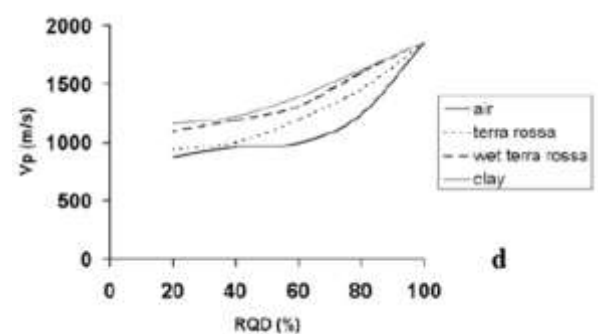
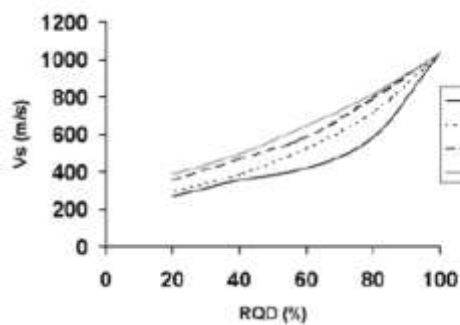
Berardi & Bellingeri (98)

- RQD (Rock Quality Designation)

Bieniawski



Budetta e a. (2001) - Zezza (75)

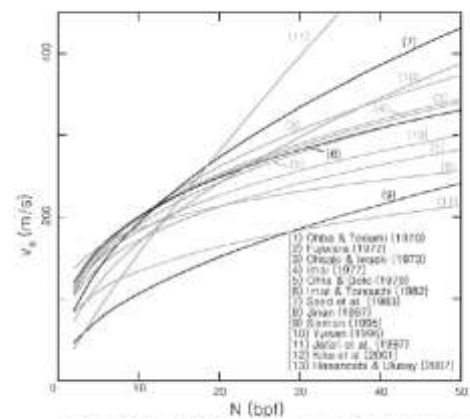


Leucci, De Giorgi (2004)

- Nspt (n° colpi penetrometro)

Maugeri-Carrubba (83)

$$V_s = 48N_{SPT}^{0.55}$$



- Coefficiente di Winkler o costante di sottofondo

Collegandosi alla teoria dell'elasticità, $w = qB \frac{1-\nu^2}{E} i$, il valore del coeff. Verticale è stimato in base ai modelli matematici proposti da diversi autori, tra cui:

$$K_s = \alpha \frac{E}{B} \quad \text{Kogler \& Scheidig} \quad K_s = \frac{E}{B(1-\nu^2)} \quad \text{Vesic}$$

$$K_s = \frac{1}{2,5} 40 \sqrt{w} q_a \quad \text{Bowles} \quad K_s = \varepsilon \frac{E}{(1-\mu^2) \sqrt{F}} \quad \text{Scheicher}$$

mentre per il coeff. Tangenziale si fa riferimento al modello proposto da: Barkan

$$K_o = \frac{\alpha}{\sqrt{L \cdot B}} \cdot \frac{E}{(1-\mu^2)}$$

Verifica di liquefazione dei terreni in condizioni sismiche

Nel caso in oggetto, non si è proceduto alla verifica di liquefazione, in quanto le caratteristiche del terreno di fondazione presentano le condizioni di non liquefazione, riportate nel paragrafo 7.11.3.4.2 “Esclusione della verifica a liquefazione” del D.M. 17-01-2018

Verifica di stabilità dei pendii

Il paragrafo 6.3 del D.M. 17-01-2018 prevede lo studio delle condizioni di stabilità dei pendii naturali e dello stato di progetto.

I dati riguardo alla morfologia, geologie ed idrogeologia dell'area in esame escludono possibili pericoli di instabilità.

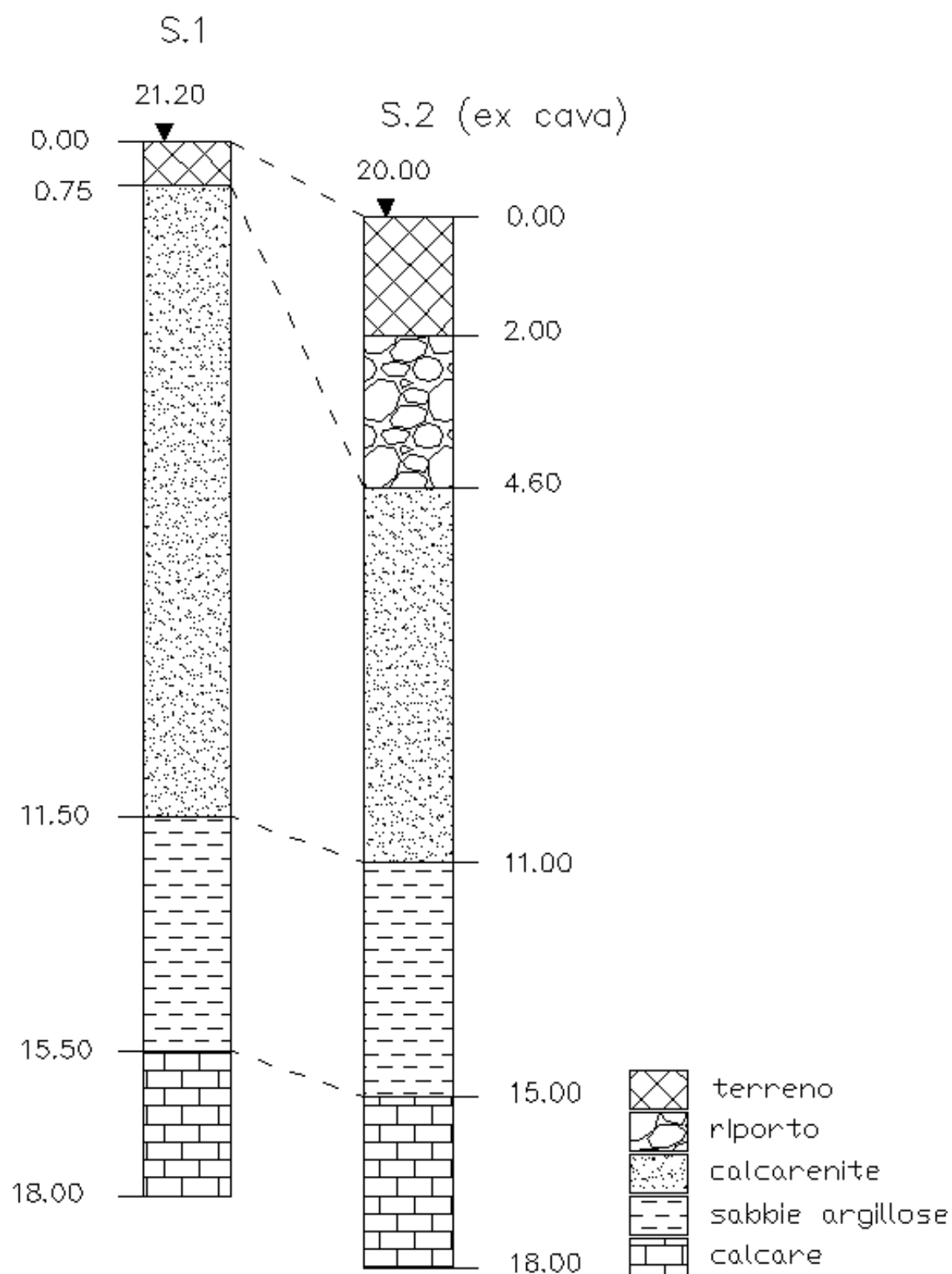


Fig. 30 – Stratigrafia

Valori caratteristici					
<i>Parametri elasto-meccanici</i>		copertura	I	II	III
litologia		terreno vegetale	riporto	calcareniti	calcare
compattezza		media	media	medio-alta	media
peso specifico γ	Kg/m ³	1561	1822	1969	2230
peso specifico sat γ_s	Kg/m ³	1639	1913	2068	2230
angolo di attrito ϕ	gradi	20	23	32	40
angolo di attrito slittamento	gradi	13	15	20	25
coesione drenata	Kg/cm ²	0	0.000	0.037	2.182
coesione ND cu	Kg/cm ²	0	0.00	0.26	2.18
mod. el. statico Young Es	Kg/cm ²	26	445	913	9131
modulo di Poisson μ		0.37	0.38	0.35	0.32
modulo di taglio statico Gs	Kg/cm ²	10	161	338	3459
coeff. di Lambe b	1/mc	0	0	0	0
mod. edometrico Edo	Kg/cm ²	46	843	1466	
Carico di rottura Qc	Kg/cm ²	2.51	6.64	12.46	30.72
grado sovraconsolidazione		1	1	1	1
adesione	Kg/cm ²	0.000	0.000	0.022	1.309
coeff. spinta a riposo K ₀		0.647	0.609	0.470	0.360
Nspt	n°	9	38	rifiuto	rifiuto
RQD	%	0	0	56	54
indice RMR		0			59
qualità C.S.I.R.		0			mediocre
discontinuità per metro	n°	0			4
giunti per mc Jv	1/mc	0			19
Winkler verticale Kv	Kg/cm ³	0	3.00	11.00	50.00
Winkler orizzontale Ko	Kg/cm ³	0	1.50	4.00	22.00

10.SCAVI E SBANCAMENTI

Normativa di riferimento:

- D.M. 17.01.2018
- D.Lgs. 09.04.2008 n. 81 coordinato con il D.Lgs 03-08-2009 n. 106
- D.M. LLPP 11.03.1988
- D.Lgs 17/2010
- UNI EN 13331-1 del 2004
- UNI EN 13331-2 del 2004
- UNI EN 14653-1 del 2005
- UNI EN 14653-2 del 2005

Per quanto attiene ai potenziali fenomeni di instabilità dei fronti di scavo, si pone in evidenza che è comunque sempre necessario il rispetto delle seguenti norme sulla sicurezza:

- D.Lgs 81/2008, art. 118: Nei lavori di splateamento o sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco devono avere una inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di m 1,50, è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete. Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, deve essere provveduto all'armatura o al consolidamento del terreno.
- D.Lgs 81/2008, art. 119: Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di m 1.50, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, alla applicazione delle necessarie armature di sostegno.
- D.Lgs 81/2008, art. 120: E' vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi. Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle necessarie puntellature.
- DM 17 01 18 “Aggiornamento delle Norme tecniche sulle costruzioni”, 6.8.6. (fronti di scavo): Per scavi trincea a fronte verticale di altezza superiore ai 2 m, nei quali sia prevista la permanenza di personale e per scavi che ricadano in prossimità di manufatti esistenti, deve essere prevista una struttura di sostegno delle pareti di scavo.

11. RISCHIO DA GAS RADON

Dal punto di vista normativo, è necessario tener conto delle seguenti prescrizioni:

- La Direttiva 2013/59/EURATOM del consiglio del 5 dicembre 2013 che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, e che abroga le direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom e 2003/122/Euratom;
- D. lgs. 230/95 e ss. mm. ii. "Attuazione delle direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 92/3/Euratom e 96/29/Euratom in materia di radiazioni ionizzanti";
- Legge Regionale 30/2016, modifica e integrata dalla L.R. 36/2017 "Norme in materia di riduzione dalle esposizioni alla radioattività naturale derivante dal gas 'radon' in ambiente chiuso".

Lo scopo dell'indagine è di accertare preliminarmente i livelli limite di concentrazione per le nuove costruzioni, ai sensi dell'art. 3 della L.R. 36/2016, modificato dall'art. 25 comma 1 della L.R. 36/2017.

Tipologia di suolo e sottosuolo

Il radon è un prodotto di decadimento radioattivo della catena dell'uranio, è un gas nobile prodotto dalla "disintegrazione radioattiva" del radio contenuto nelle rocce. Si osserva infatti che in natura sono presenti alcuni atomi chiamati instabili per la loro proprietà di trasformarsi senza influssi esterni in altri atomi, cambiando in questo modo la loro identità e trasformandosi in altri elementi chimici.

Nel caso particolare la disintegrazione naturale dell'uranio dà luogo, tramite una serie di prodotti intermedi, al radio e successivamente al radon. A differenza dei suoi precursori nella catena radioattiva, che permangono nella crosta terrestre, il gas radon ha la possibilità di muoversi tra i pori dei materiali solidi, di essere trasportato in superficie e di raggiungere l'atmosfera.

La principale fonte di questo gas è il terreno, ma altre fonti possono essere anche materiali da costruzione, specie se di origine vulcanica, e l'acqua. La trasmissione del radon, il cosiddetto pericolo radon-indoor, avviene mediante pavimentazioni e pareti a contatto con il suolo e non adeguatamente isolate da fratture e fessure, tubature e canalizzazioni non ben sigillate (che andrebbero quindi sempre ben controllate se si vive in una zona più a rischio).

Nel caso in oggetto, il sottosuolo è caratterizzato da 12 m circa di sabbie limose calcarenitiche e dal basamento calcareo (rocce sedimentarie), a media fratturazione, con probabile presenza di piccole/modeste sacche di terra rossa. Notoriamente le rocce predisposte maggiormente al rilascio di gas radon sono costituite da rocce di origine vulcanica e metamorfica, come graniti, pozzolane, tufi (di origine vulcanica) e lave, dove è più probabile l'alta concentrazione in primis di uranio, radio e torio.

In termini di monitoraggio, l'Italia ha aderito al progetto di creazione di un database per la preparazione di un "atalante europeo sulle radiazioni naturali che comprende informazioni sulla concentrazione di radon negli edifici", chiamato *progetto ATLAS*.



Fig. 2 – Mappa della concentrazione del gas radon nei luoghi indoor in Puglia

Come evidente, le concentrazioni maggiori sono state riscontrate in Salento. Tuttavia ciò dipende anche dal numero di monitoraggi effettuati, infatti nella Puglia centrale non sono presenti dati di monitoraggio e pertanto non si hanno informazioni sulla concentrazione.

Anche l'ARPA Puglia a partire dal 2004 ha elaborato una cartografia risultante dai dati di concentrazione del radon, elaborati nell'ambito delle campagne di misure.

Da tale mappa è stato estrapolato il dato rappresentativo del comune di Bisceglie.

I risultati ottenuti mostrano una concentrazione annuale di gas radon di 161 Bq/m^3 , valore ampiamente inferiore al limite di concentrazione di 500 Bq/m^3 , come da D.Lgs. 241/2000.

La regione Puglia ha ulteriormente abbassato questo limite a 300 Bq/m^3 , come da comma 2 dell'art. 3 “livelli limite di concentrazione per le nuove costruzioni”, della l.r. 30/2016 (comma 1 l.r. 36/2017).

Anche in considerazione di questo nuovo limite, i dati monitorati nelle immediate vicinanze dell'area in oggetto risultano inferiori a 300 Bq/m^3 .

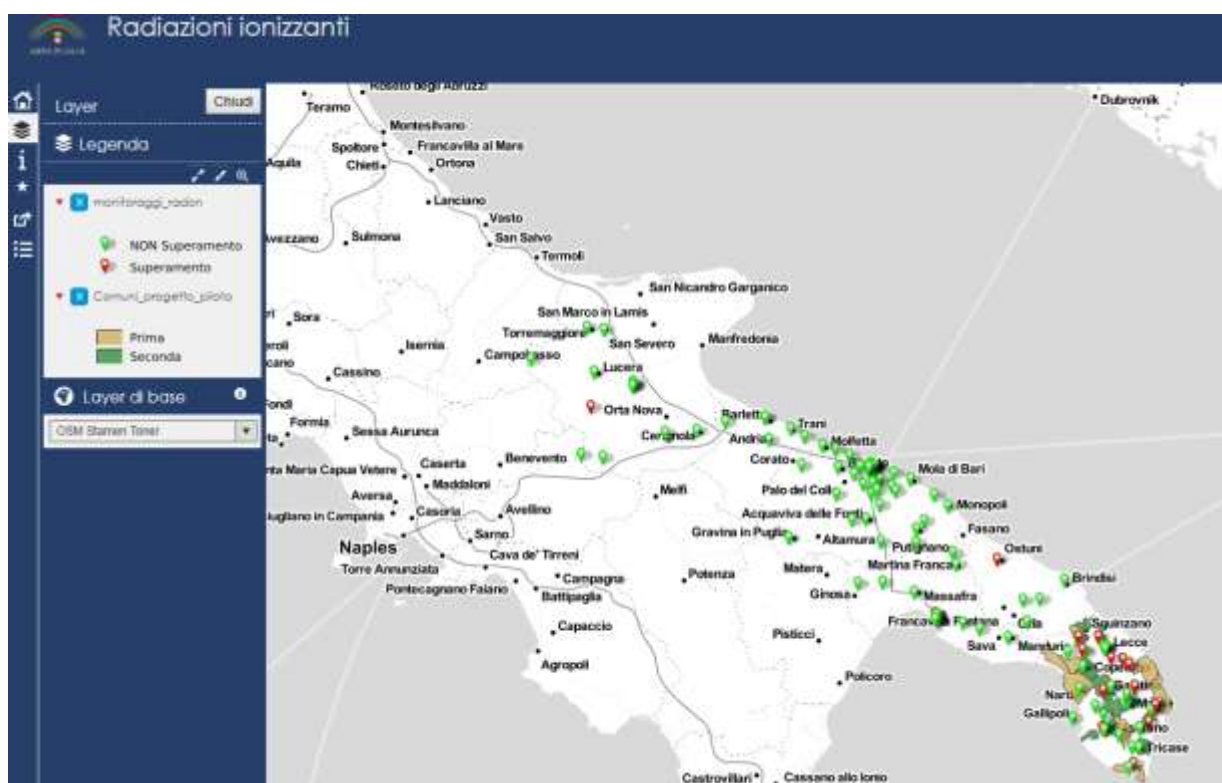


Fig. 3 – Mappa delle radiazioni ionizzanti dell'ARPA Puglia, con i rosso le zone di superamento del limite 300 Bq/m^3

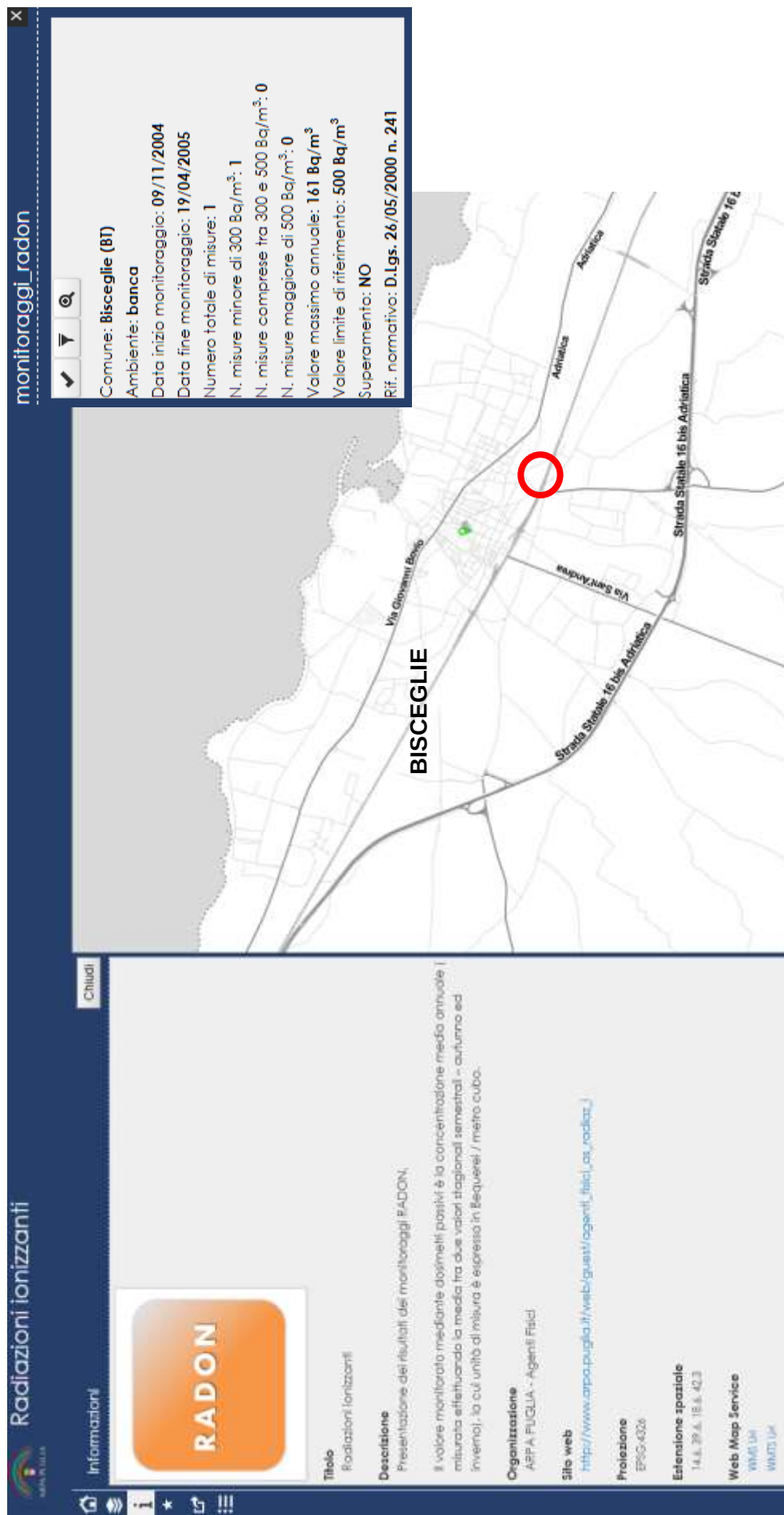


Fig. 4 – Dati concentrazione nel comune di Bisceglie

Soluzioni per ridurre l'accumulo di radon

La migliore prevenzione dal radon ha inizio dalla progettazione adeguata, con particolare attenzione riguardo alla disposizione e destinazione dei locali, alla scelta dei materiali da costruzione impermeabili al radon, alla pianificazione dei passaggi delle condotte dal terreno, all'isolamento termico ed al sistema d'aerazione.

Le tecniche preventive possono essere di tipo attivo o passivo. Tra le tecniche di tipo passivo, possono essere suggerite:

- ventilazione naturale attraverso vespaio: tecnica ormai diffusa anche per ridurre problemi di umidità dei locali interrati. È possibile mediante l'introduzione di tubi forati all'interno del vespaio per tutta l'impronta del fabbricato, collegati a due sfiati, a nord e sud in modo da generare l'effetto Venturi tra i due punti. Spesso utilizzati anche gli igloo (o iglù), che sono dei casseri a perdere di forma e altezza diversa, affiancati in serie; si realizza una piattaforma pedonale autoportante sulla quale viene eseguito una gettata di calcestruzzo, in maniera semplice ed economica, ottenendo così un vespaio ventilato poggiante su pilastri con area sottostante cava, sfruttabile per vespaio ventilato per contrastare risalita di umidità e di gas radon (ovviamente si realizzano sempre gli sfiati esterni per la fuoriuscita).

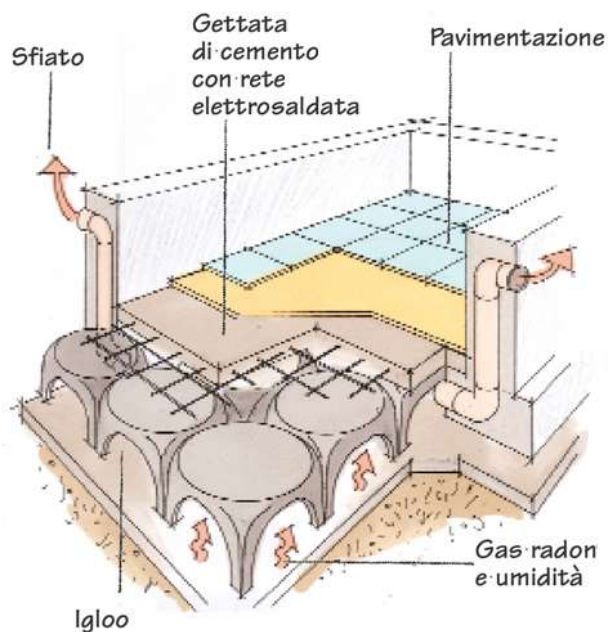


Fig. 7 – Schema di vespaio con iglù

- intercapedine areata: in modo naturale o forzato, per tutta l'altezza dello scavo interrato, dal piede della fondazione al piano campagna, in modo da intercettare eventuali propagazioni di gas provenienti dalle pareti dello scavo;



Fig. 8 – Esempio di intercapedine areata

- Messa in opera di una barriera ritardante al carbone attivo o zeolite (silicati complessi), che sono miscelati al terreno di fondazione e posti accanto alle strutture di fondazione. Si tratta di materiali con alta resistenza al passaggio del gas radon, che hanno lo scopo di ritardarne il percorso. Dal momento che il tempo di dimezzamento del radon è di 3.8 gironi, ogni ritardo nel percorso di migrazione potrà ridurre il livello di concentrazione indoor. Le prime applicazioni sperimentali di questo sistema hanno dato risultati soddisfacenti, senza modificare le proprietà ingegneristiche del suolo.

È opportuno tuttavia evidenziare che anche una membrana impermeabile (bituminosa, PVC, ecc.) fornisce adeguate prestazioni, specie se del tipo “barriera al vapore” e sottolineare che la posa in opera riveste un ruolo determinante sull'efficacia della barriera. Va ricordato infatti che il radon non fuoriesce dal terreno in pressione, ma viene richiamato dalla leggera depressione che si crea all'interno dell'edificio ed è quindi sufficiente ostacolare questo leggero flusso di gas con una barriera sintetica.

Pertanto, particolare attenzione deve però essere posta alla posa in opera della membrana, evitando qualsiasi tipo di bucatura o lacerazione che potrebbe risultare poco importante nell'arrestare la risalita nell'edificio dell'umidità ma sicuramente più critica per quanto riguarda il radon.



Fig. 9 – Esempio di membrana

In relazione alle tecniche attive, invece, bisogna focalizzare l'attenzione sulla gestione della ventilazione forzata degli ambienti indoor, attraverso dispositivi che creano un aumento di pressione in locali interrati, impedendo così al radon di entrare. In fase di costruzione risulta spesso semplice ed economico installare dei sistemi di ventilazione/aspirazione da attivare in caso di necessità, qualora i sistemi passivi non diano risultati soddisfacenti. Sono pertanto, possibili soluzioni miste che prevedano il passaggio delle canalizzazioni in adiacenza a fonti di calore, che favoriscano l'innescarsi di un effetto camino aspirante nella tubazione.

12.CONCLUSIONI

L'area in esame presenta un andamento morfologico subpianeggiante non interessato da fronti di instabilità, forme carsiche e/o tettoniche di notevoli dimensioni, linee di ruscellamento meteorico.

L'indagine idrogeologica ha evidenziato la presenza di una falda carsica profonda circa 21 m dal p.c., caratterizzata da acqua "salmastra" e la mancanza di falde superficiali che possono interessare le strutture fondali del fabbricato.

L'area di sedime delle costruzioni non è interessata da pericolosità idraulica e/o geomorfologica ai sensi del PAI.

L'indagine eseguita ha evidenziato un terreno di fondazione costituito da sabbie-calcarenitiche, con caratteristiche geomeccaniche che lo rendono idoneo a tale scopo.

Questi terreni in presenza di acqua sono soggetti a saturazione e quindi ad uno scadimento dei parametri elasto-meccanici, variabile dal 30% al 50%.

Pertanto, è opportuno evitare che le acque piovane interessino il piano di fondazione.

La porzione orientale del lotto coincide con una antica cava di “tufo”, presenta quota media inferiore di circa 2,00 m rispetto alle quote di campagna originarie ed è caratterizzata da uno spessore di terreno di riporto pari a circa 4,5 m.

La caratterizzazione sismica dell'area ha individuato un sottosuolo di categoria “B”.

Per quanto riguarda il rischio radon, le rocce sedimentarie calcarenitiche e calcaree, presenti nell'area in oggetto, non sono predisposte al rilascio di gas radon, a differenza di quelle di origine vulcanica e metamorfica.

Dal punto di vista costruttivo, si ritiene sufficiente adottare un vespaio ventilato ed eventualmente un'intercapedine aerata, tralasciando i sistemi di pressurizzazione.

In conclusione lo scrivente ritiene che l'area oggetto della presente relazione presenti tutte le caratteristiche geologiche, morfologiche, idrogeologiche e geotecniche per essere considerata idonea alla realizzazione del progetto.

In fase di progettazione dovranno essere eseguite le indagini geognostiche di dettaglio per la verifica stratigrafica, sismica e geotecnica dei terreni di fondazione, ai sensi del D.M. 14.01.08.

=====