



COMUNE DI BISCEGLIE
Provincia di B.A.T.



Progetto di rigenerazione urbana
Ex art. 6 – L.R. Puglia n. 21/08

**Realizzazione di un bici-park su via V. Veneto e
edilizia mista commerciale/residenziale con annessi
servizi pubblici in via E. Berlinguer, all'interno
dell'ambito 4 del PIRU**

**Relazione morfologica, geologica ed
idrogeologica**

COMMITTENTE

VALENTE & PARTNERS SRL
Via Papa Montini, 13
Molfetta (Ba)

PROGETTISTI E DD.LL.

Ing. Pietro CONSIGLIO

Arch. Giuseppe DE CILLIS

ing. Mauro PEDONE

GEOLOGO

dott. geol. Antonio de Napoli

Terlizzi, settembre 2019



DENAPOLI

GEOLOGIA
dott.geol. Antonio de Napoli

Terlizzi, via Tatoli, 7 a – 3394291970
PEC: a.denapoli@epap.sicurezzapostale.it
Email: studiodenapoli@libero.it

INDICE

1	Premessa	2
2.	Proposta progettuale	4
3	Analisi dei vincoli	6
3.1	Rischi geomorfologici	6
3.2	P.A.I.	9
3.3	P.T.A	12
3.4	Parchi e aree protette	14
3.5	P.P.T.R.	15
4	Morfologia e geologia	19
4.1	Caratteri generali	19
4.2	Caratteri locali	20
4.3	Indagine geofisica	28
4.4	Parametri geotecnici	34
5	Sismologia	39
5.1	Sismicità dell'area	39
7.2	Pericolosità sismica di base	35
6	Inquadramento idrogeologico	48
7	Rischio gas radon	49
8	Conclusioni	54

1. INTRODUZIONE

La seguente relazione ha come oggetto lo studio geologico e geomorfologico di un'area sita nel comune di Bisceglie, per il **Progetto Integrato di Rigenerazione Urbana dell'Ambito 4 del PIRU per la realizzazione di un Bici-Park su via V. Veneto e edilizia mista commerciale/residenziale con annessi servizi pubblici in via E. Berlinguer**

Le aree interessate dall'intervento sono le seguenti:

Intervento	Foglio	p.lle
Edilizia + area standard	10 E	525 – 1899 – 2329 – 2331 – 2440 – 2441 - 2443
Bici-Park	11 A	400 – 445 – 446 – 711 – 889 – 1055 – 1057 – 1128 – 1129 – 1130 – 1131 – 1253 – 1290 – 1296 – 1388 – 1390 – 1392 – 1412 – 1438 – 1439 – 1443 – 1444 – 1445 – 1447 – 1449 – 1451 – 1453 – 1455 – 1456 – 1459 – 1487 – 1490 – 1492 - 1494

Per lo studio dell'area sono state eseguite le seguenti indagini:

- rilevamento geologico di dettaglio, per il riconoscimento in sito della natura litologica delle rocce affioranti, della loro giacitura e delle eventuali implicazioni tettoniche;
- studio idrogeologico dell'area;
- indagine geofisica per la caratterizzazione geotecnica e sismica dei terreni interessati;

I dati di campagna sono stati integrati con le notizie reperite nell'ampia bibliografia specialistica esistente sulla zona. La presente relazione è stata redatta in ottemperanza alla vigente normativa sulle varianti urbanistiche (ex art. 89 del DPR 380/2001) e sui terreni di fondazione, DM 11.03.88, DM 14.01.08, DM 17.01.2018 tenendo conto che l'O.P.C.M. n° 3274 del 20.03.03 e la DGR 02.03.04 n° 153, inseriscono il territorio di Bisceglie (BT) nella zona sismica Z3.

2. PROPOSTA PROGETTUALE

L'idea progettuale della proposta di intervento si può sintetizzare come segue:

- Realizzazione di un Bici-Park nell'area compresa tra via V. Veneto e via S. Martino (F° 11 A) e cessione al Comune di Bisceglie di 6572 mq;
- Cessione al Comune di Bisceglie di 700 mq per Standard per la realizzazione di servizi pubblici (F° 10 E, p.lle 2331 e 1899 parte);
- Realizzazione di edificio commerciali/residenziale in via E. Berlinguer, su 1430 mq (F° 10 E, p.lle 2441, 2445, 2440, 2329, 1899 parte).

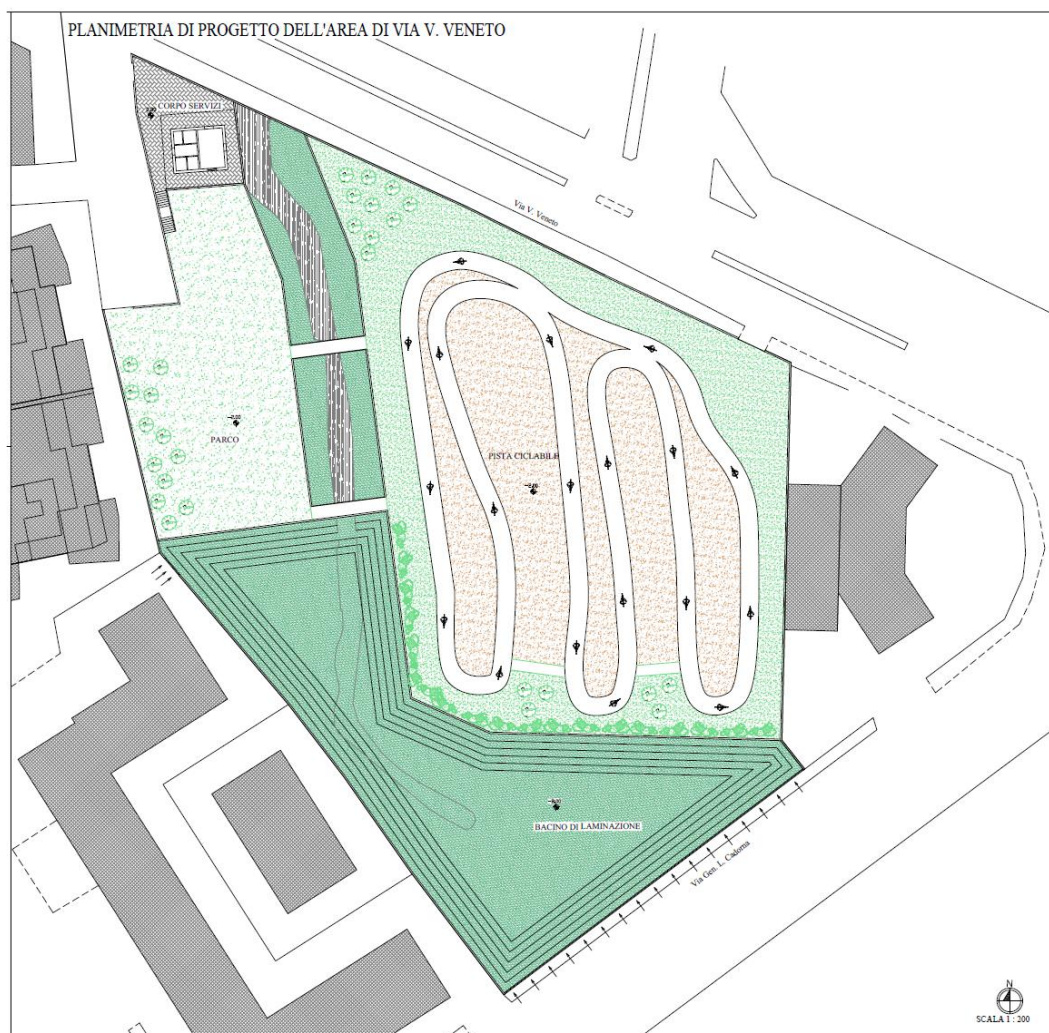


Fig. 2 – Planimetria Bici-Park

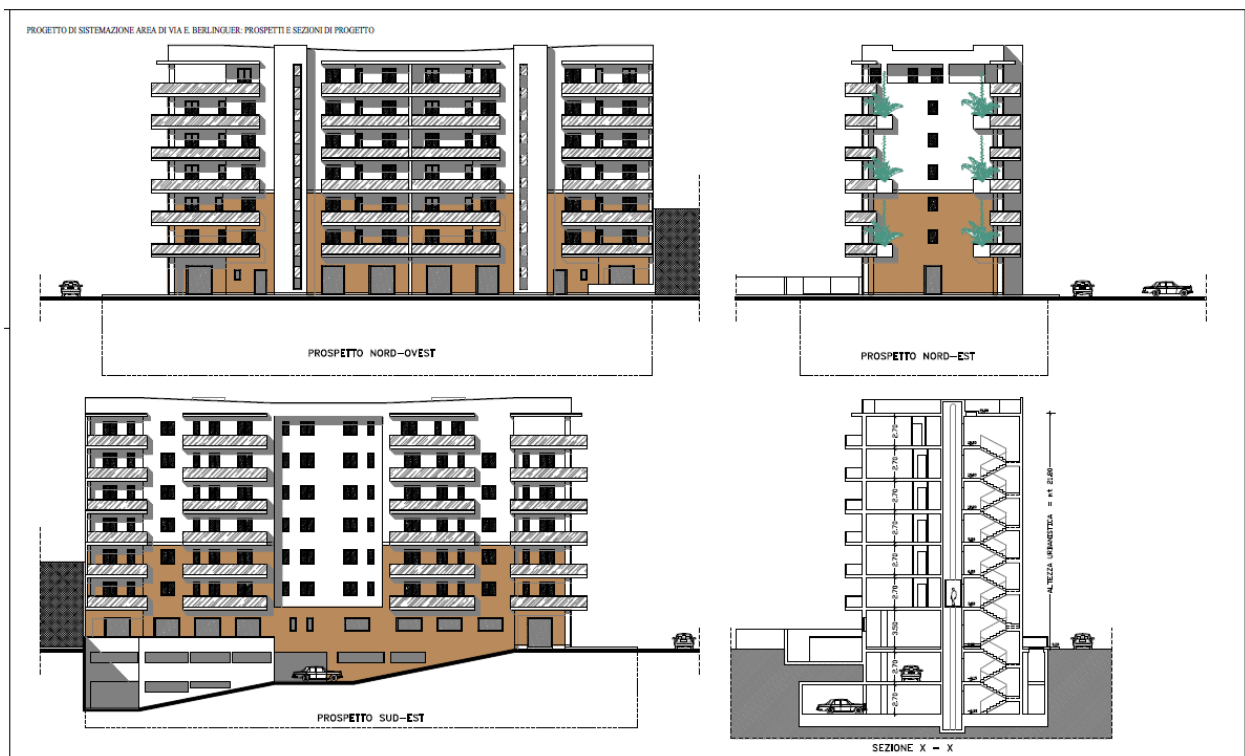
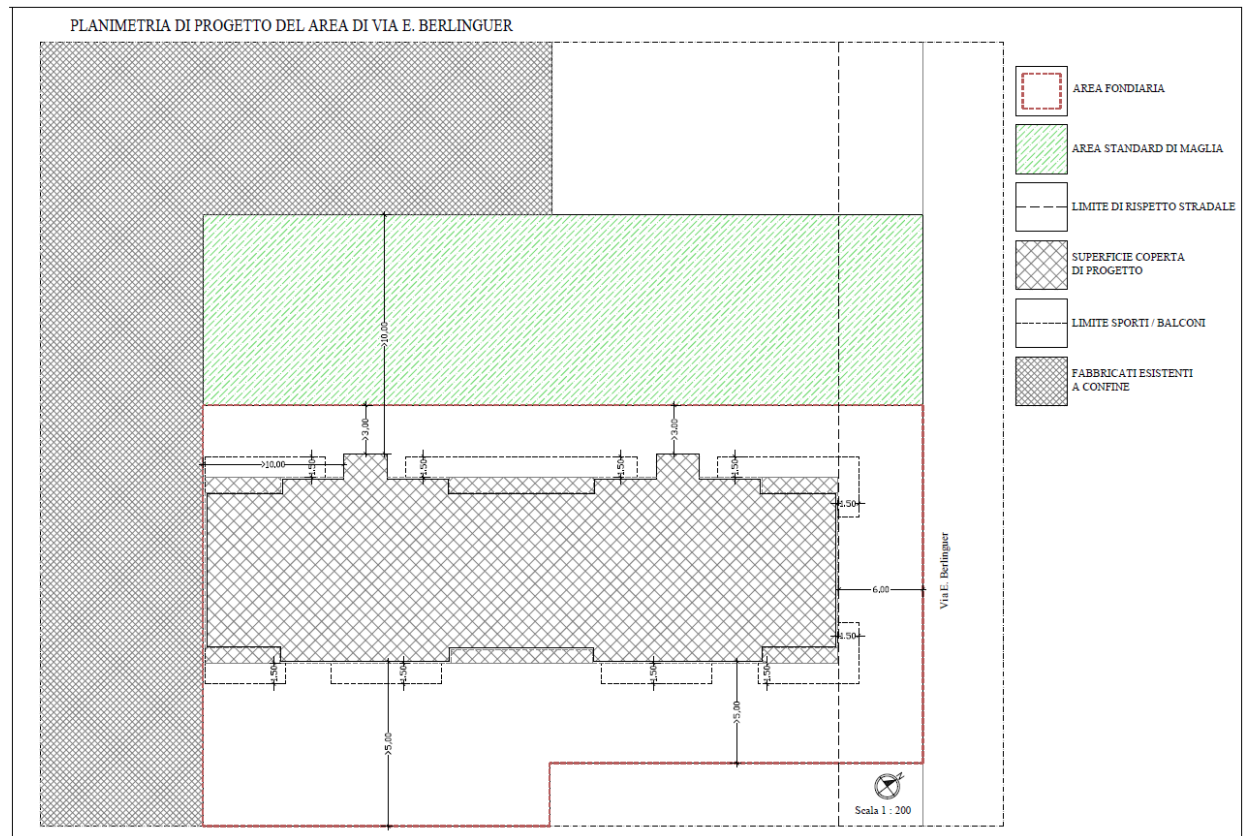


Fig. 3 – Planimetria e sezione di progetto area edificatoria

3. ANALISI DEI VINCOLI

3.1 – Rischi geomorfologici

Lo studio geomorfologico è stato eseguito secondo la seguente metodologia:

- rilevamento geomorfologico dell'area;
- analisi carta idrogeomorfologica (AdB Puglia);
- 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.**

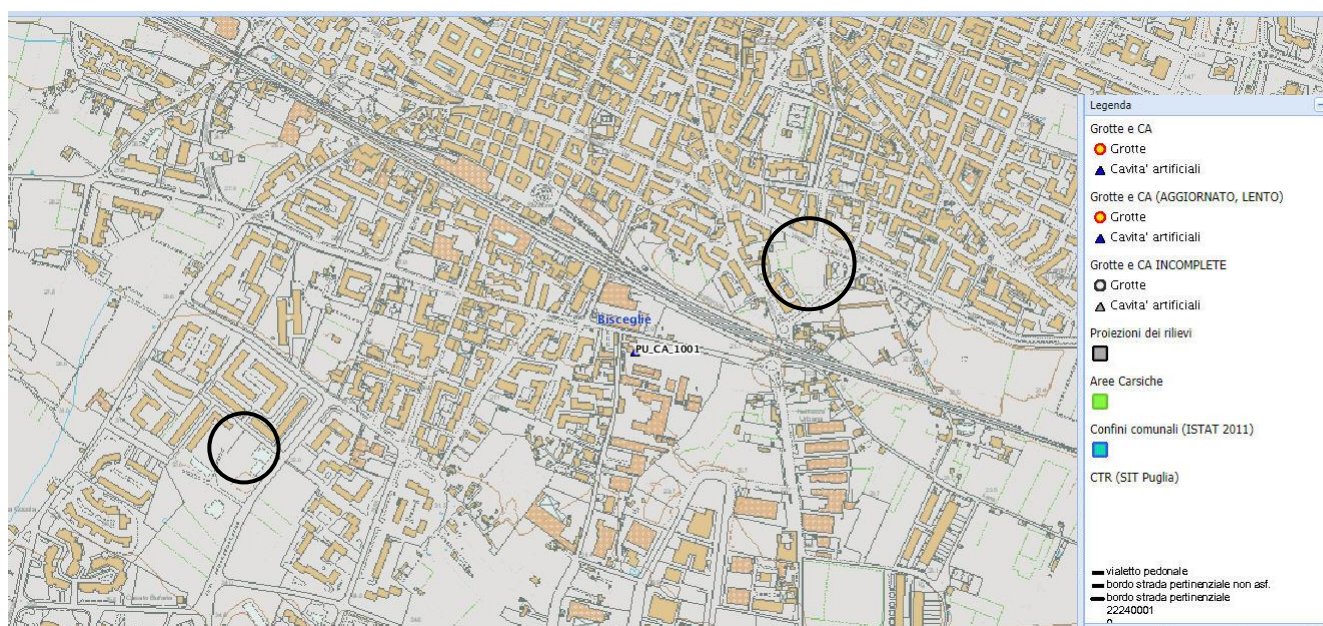


Fig. 4 – Stralcio Carta catasto grotte e cavità artificiali (FSP)

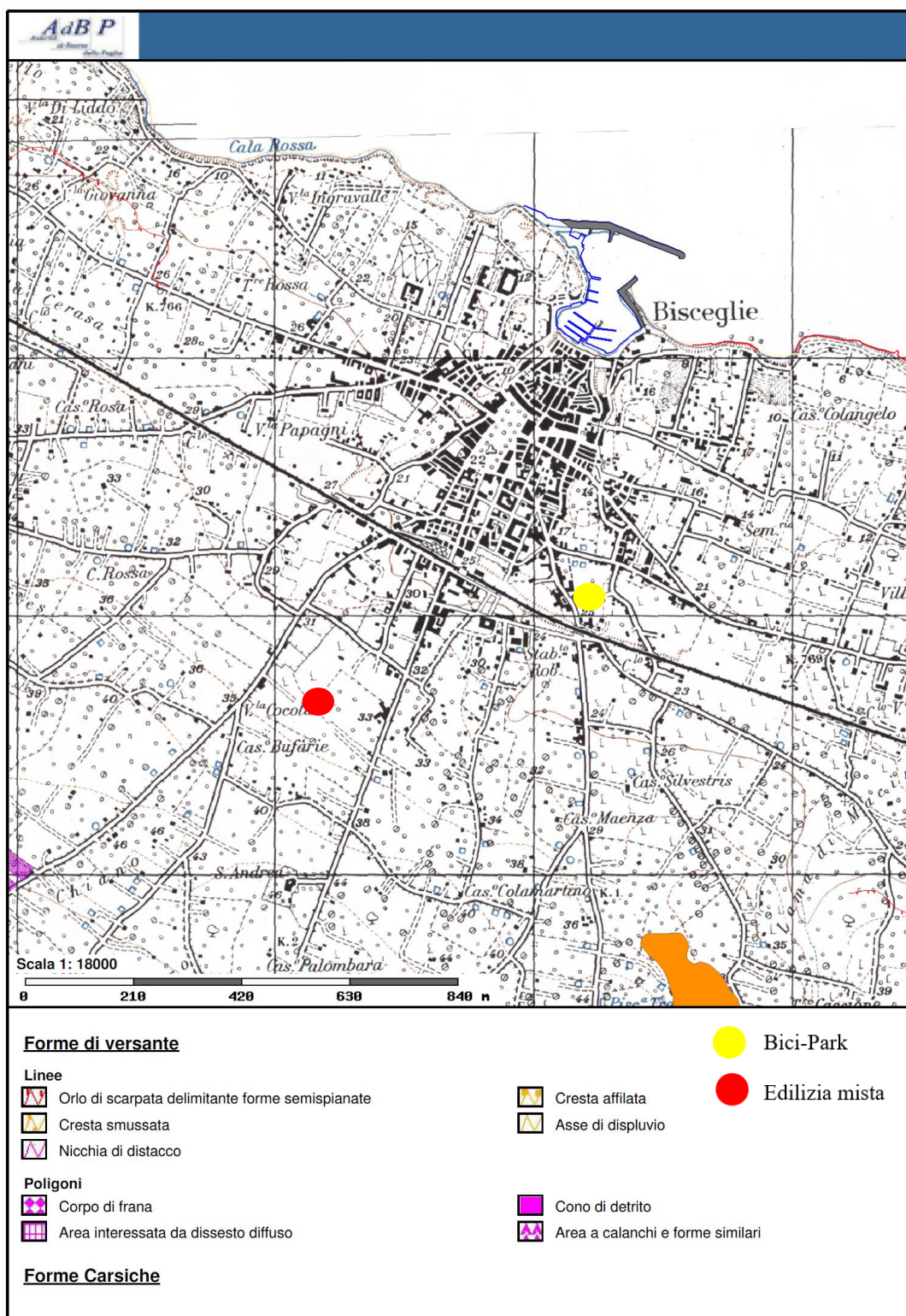


Fig. 5 – Stralcio Carta Idrogeomorfologica – vincoli geomorfologici (Portale A.d.B.)

AaB P
at Bussini
Sella, Pignatelli

 Doline

 Grotte naturali

 Orlo di depressione carsica

 Voragini

Forme ed elementi di origine marina

Tipo di costa

 Costa rocciosa

 Costa rocciosa con spiaggia sabbiosa al piede

 Falesia con spiaggia ciottolosa al piede

 Rias

 Spiaggia ciottolosa

 Cordoni dunari

 Faraglioni

 Costa rocciosa con spiaggia ciottolosa al piede

 Falesia

 Falesia con spiaggia sabbiosa al piede

 Spiaggia sabbiosa

 Spiaggia sabbiosa-ciottolosa

Forme ed elementi di origine antropica

Linee

 Argine

 Opera di difesa costiera

 Traversa fluviale

 Diga

Poligoni

 Diga

 Discarica controllata

 Cava abbandonata

 Cava riqualificata (industria)

 Cava rinaturalizzata

 Miniera abbandonata

 Opera ed infrastruttura portuale

 Area di cava attiva

 Cava riqualificata (agricoltura)

 Cava riqualificata (terziario)

 Discarica di residui di cava

 Discarica di residui di miniera

Cartografia di base

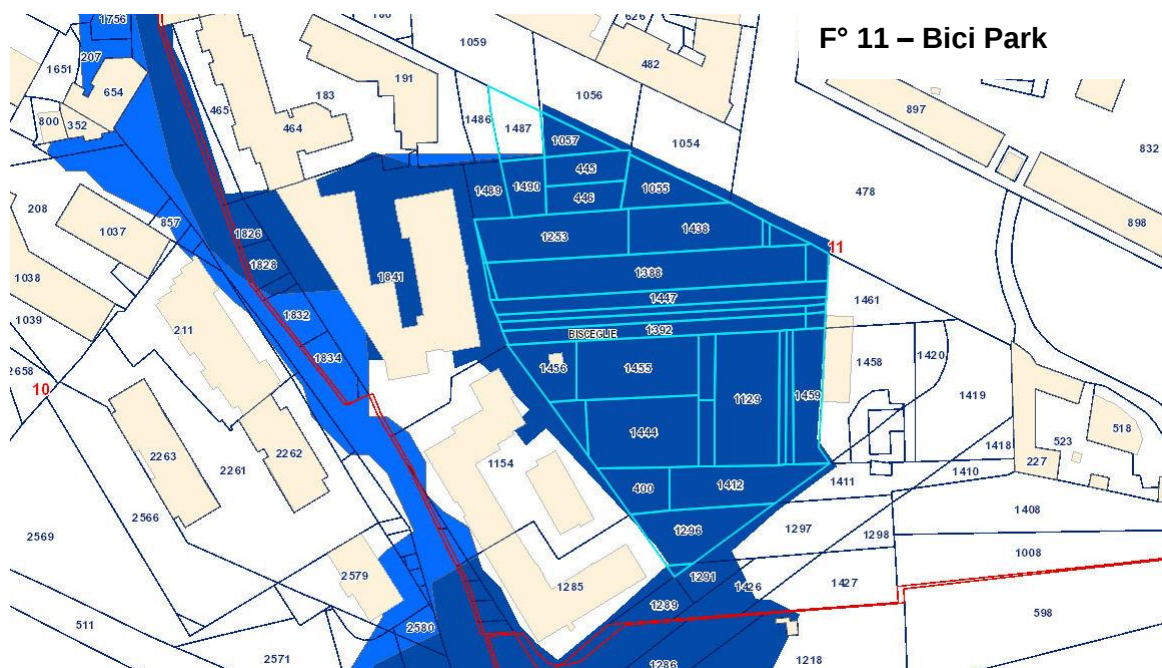
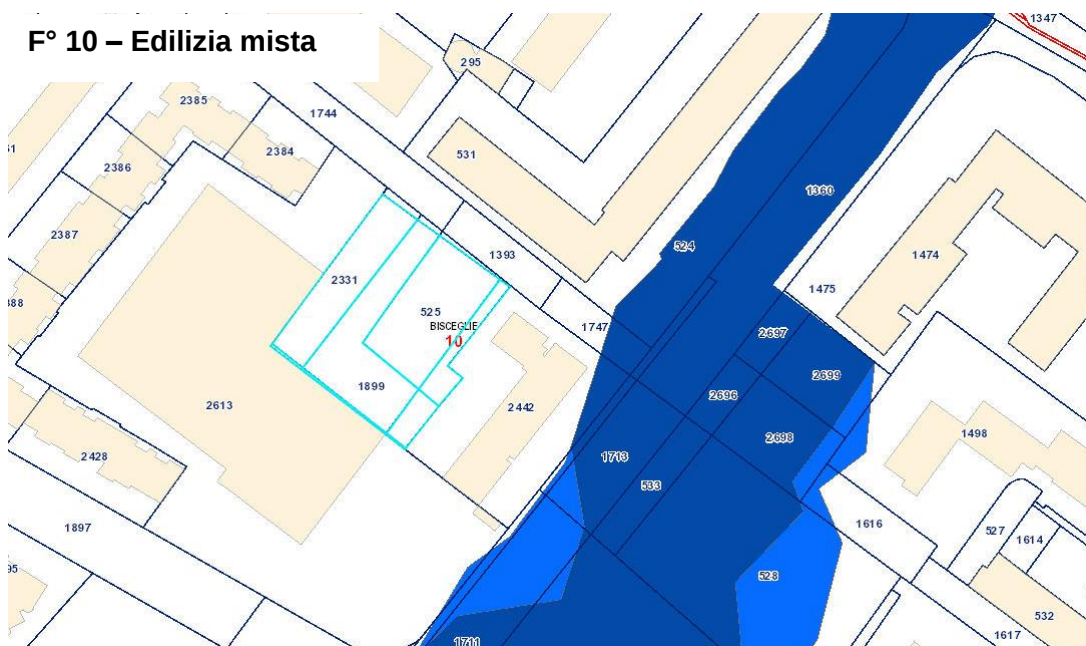


Fig. 7 – Stralcio cartografia P.A.I. su base catastale (Portale Comune di Bisceglie)

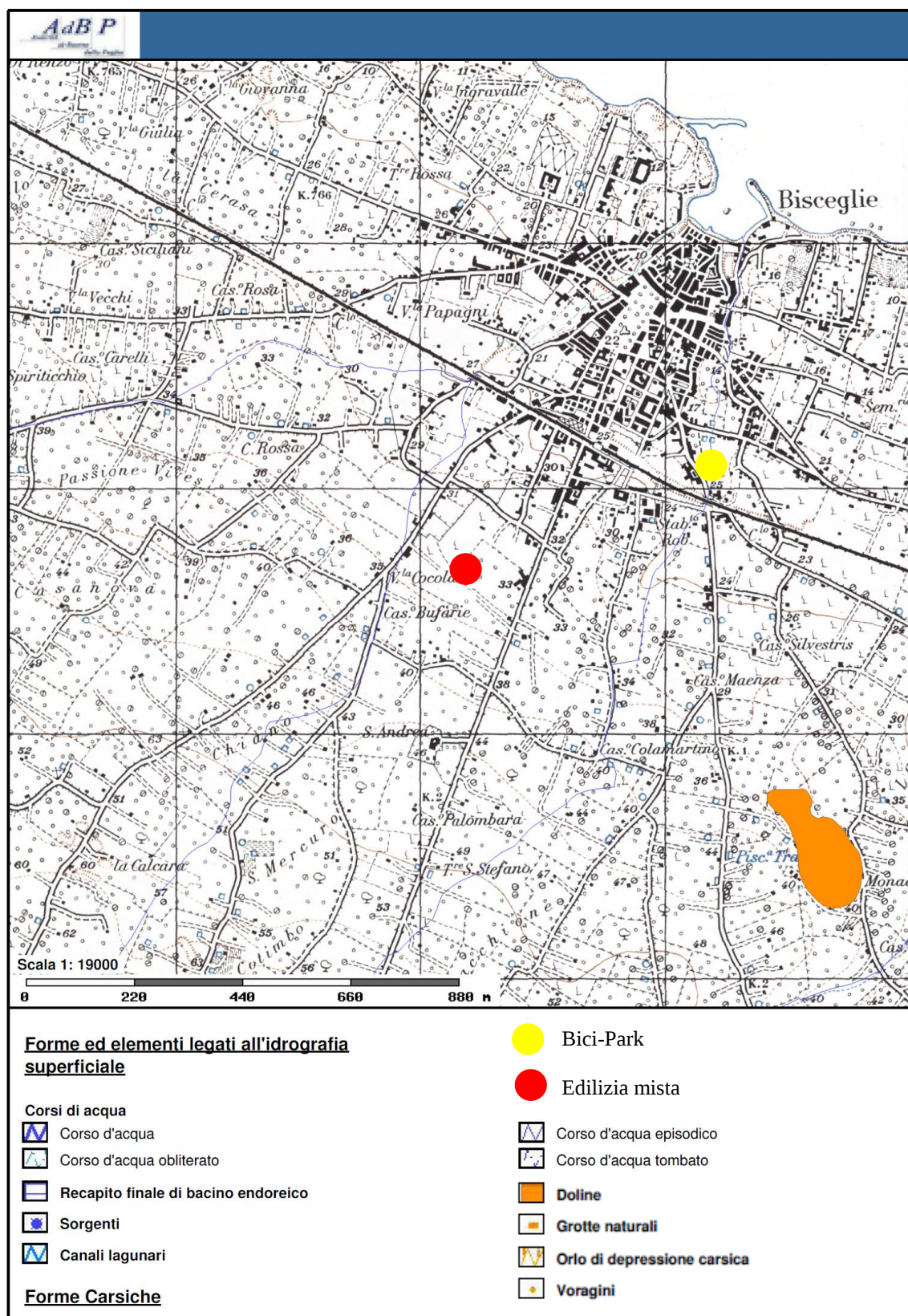


Fig. 8 – Stralcio carta idrogeomorfologica su base I.G.M. – F° 177, tav. IV SO “Bisceglie” (AdB)

Lo studio eseguito e l'analisi della "Carta Idrogeomorfologica" e della "Carta di Rischio e della Pericolosità Idraulica e Geomorfologica", ha permesso di arrivare alle seguenti conclusioni:

- Bici-Park: non presenta pericolosità geomorfologica mentre è presente Alta pericolosità idraulica.
- Edilizia mista: non presenta alcuna pericolosità e non rientra tra le aree di rischio di cui gli art. 6 e 10 delle NTA del PAI.

ELEMENTO	PRESENZA	
	Bici-Park	Edilizia
forme di modellamento di corso d'acqua	presente	assenti
idrografia superficiale	presente	assente
rischio idraulico	presente	assente
bacini idrici (laghi, lagune, paludi, ecc.)	assenti	assenti
forme carsiche (doline, inghiottitoi, grotte, ecc)	assenti	assenti

3.3 - Piano Tutela Acque (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).

L'acquifero del territorio di Bisceglie fa parte dell'acquifero carsico della Murgia e, per l'area in oggetto, rientra interamente tra le aree interessate da "Contaminazione salina".

Dal momento che il territorio comunale 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 oggetto di smaltimento delle acque meteoriche depurate, non è soggetta alle prescrizioni di cui il Piano di Tutela Acque.**

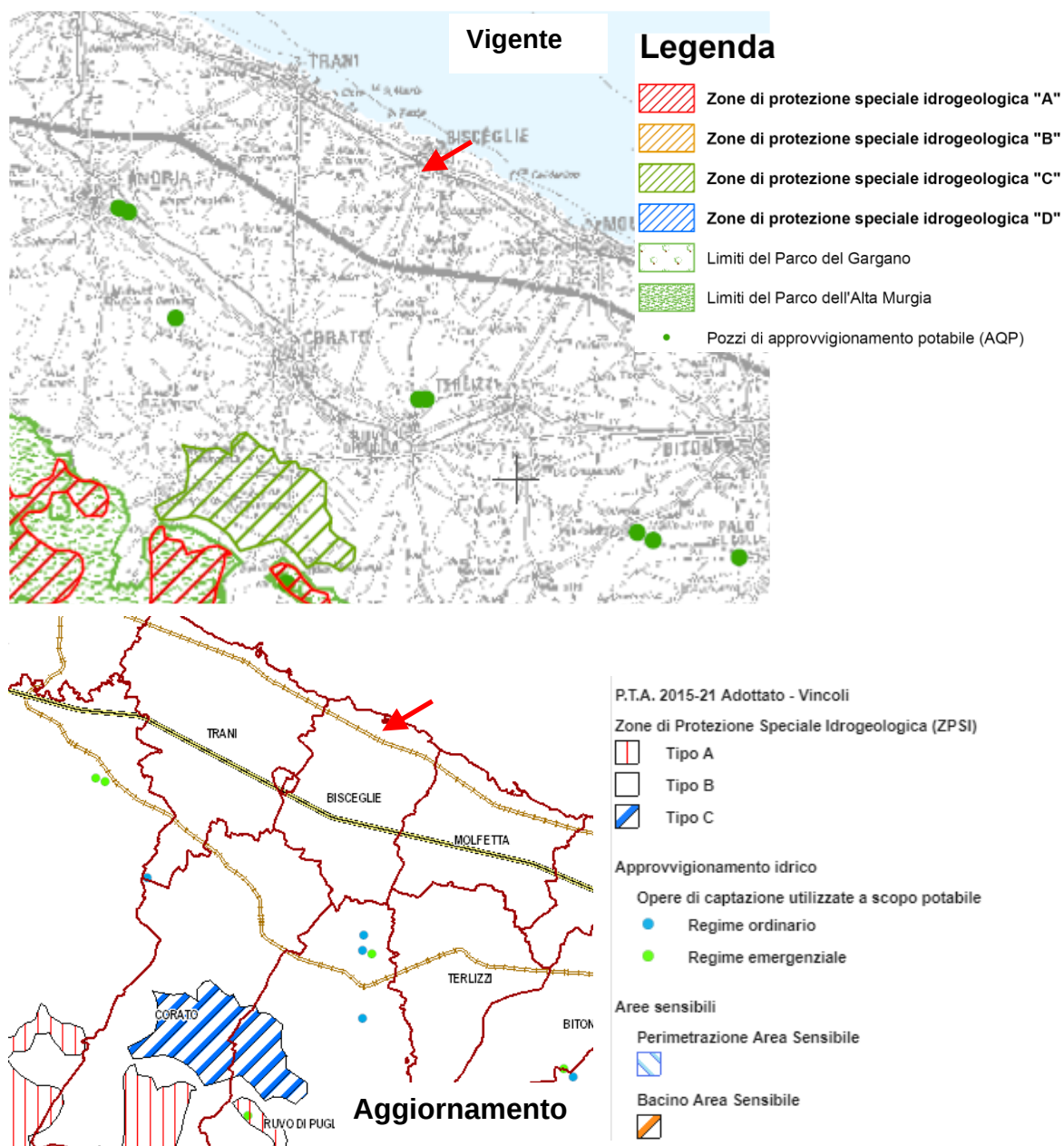


Fig. 9 – Zone di protezione speciale idrogeologica (PTA)

3.4 - 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.

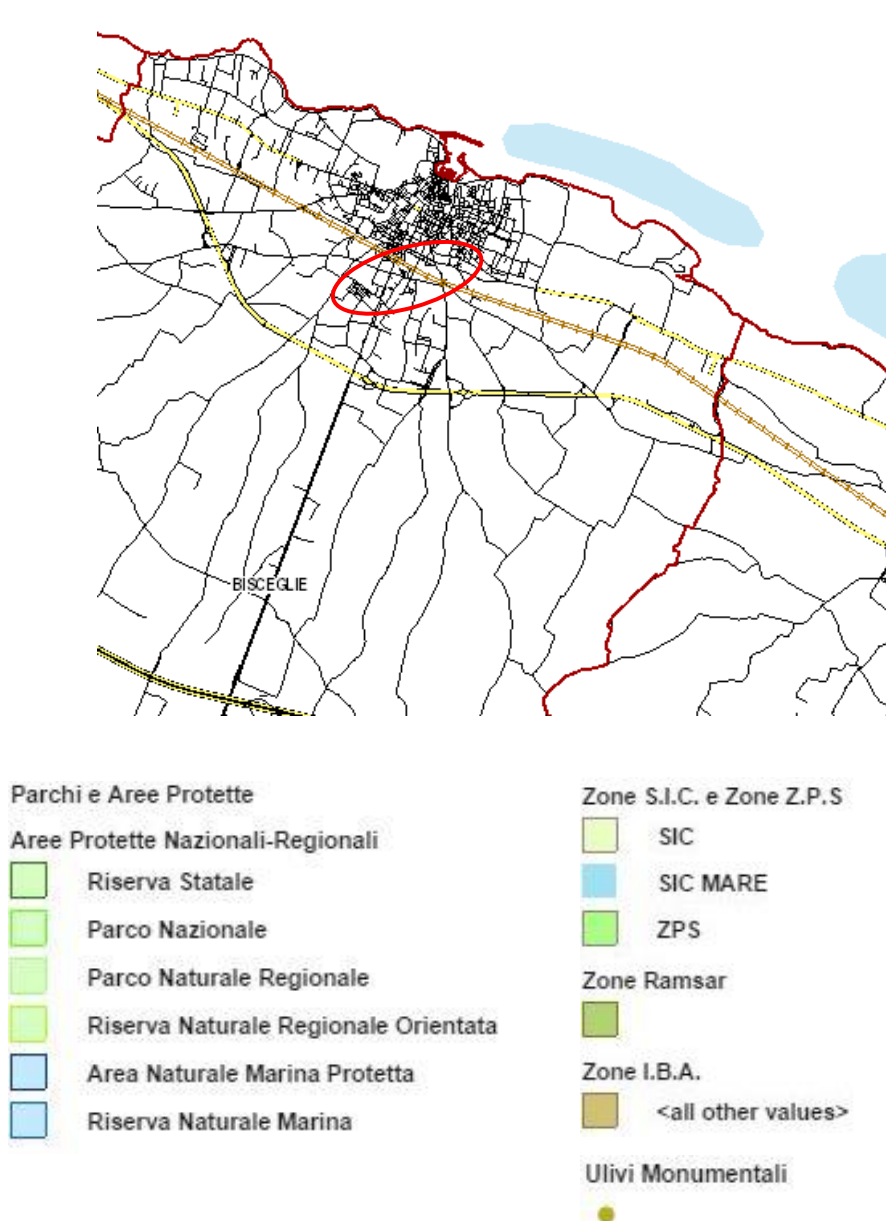


Fig. 10 – Stralcio cartografia SIC-ZPS – Aree protette, ulivi monumentali (SIT Puglia)

3.5 - Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (PPTR)

Con delibera n. 176 del 16 febbraio 2015, pubblicata sul BURP n. 40 del 23.03.2015, la Giunta Regionale ha approvato il Piano Paesaggistico Territoriale Regionale della Puglia.

Il Piano paesaggistico si candida ad essere strumento per riconoscere, denotare e rappresentare i principali *valori identitari* del territorio, percepibili nella rappresentazione dei paesaggi della Puglia; per definirne le *regole d'uso e di trasformazione* da parte degli attori socioeconomici; per porre le condizioni normative e progettuali per la costruzione di *valore aggiunto territoriale* come base fondante di uno sviluppo endogeno, autosostenibile e durevole.

Il territorio regionale è articolato in 11 Ambiti paesaggistici individuati attraverso la valutazione integrata di una pluralità di fattori.

- la conformazione storica delle regioni geografiche;
- i caratteri dell'assetto idrogeomorfologico;
- i caratteri ambientali ed ecosistemici;
- le tipologie insediative;
- l'insieme delle figure territoriali costitutive dei caratteri morfotipologici dei paesaggi;
- l'articolazione delle identità percettive dei paesaggi.

Ogni scheda di ambito si compone di tre sezioni:

- A. descrizione strutturale di sintesi;
- B. interpretazione identitaria e statutaria;
- C. lo scenario strategico

Le sezioni A e B consentono di individuare gli aspetti e i caratteri peculiari, nonché le specifiche caratteristiche di ciascun ambito e di riconoscerne i conseguenti valori paesaggistici.

La sezione C riporta gli obiettivi di qualità e le normative d'uso e i progetti per il paesaggio regionale a scala d'ambito.

Ambito di riferimento	
Ambito paesaggistico	5 - La Puglia Centrale
Figure territoriali paesaggistiche	5.1 – La piana olivicola del nord barese

☐ ☐ ☐	1	garantire l'equilibrio idrogeomorfologico dei bacini idrografici
-------	---	--

2	migliorare la qualità ambientale del territorio
3	valorizzare i paesaggi e le figure territoriali di lunga durata
4	riqualificare e valorizzare i paesaggi rurali storici
5	valorizzare il patrimonio identitario culturale-insediativo
6	riqualificare i paesaggi degradati delle urbanizzazioni contemporanee
7	valorizzare la struttura estetico-percettiva dei paesaggi della Puglia
8	valorizzare la fruizione lenta dei paesaggi
9	valorizzare e riqualificare i paesaggi costiere della Puglia
10	garantire la qualità territoriale e paesaggistica nello sviluppo delle energie rinnovabili
11	garantire la qualità territoriale e paesaggistica nella riqualificazione, riuso e nuova realizzazione delle attività produttive e delle infrastrutture
12	garantire la qualità edilizia, urbana e territoriale negli insediamenti residenziali urbani e rurali

Per la descrizione dei caratteri del paesaggio, il PPTR definisce tre strutture, a loro volta articolate in componenti ciascuna delle quali soggetta a specifica disciplina:

6.1 Struttura idrogeomorfologica:

6.1.1 componenti geomorfologiche

6.1.2 componenti idrologiche

6.2 Struttura ecosistemica e ambientale:

6.2.1 componenti botanico-vegetazionali

6.2.2 componenti delle aree protette e dei siti naturalistici

6.3 Struttura antropica e storico culturale:

6.3.1 componenti culturali e insediative

6.3.2 componenti dei valori percettivi

PPTR	VINCOLO
idrogeomorfologica	assente
struttura ecosistemica e ambientale	assente
struttura antropica e storico culturale	assente

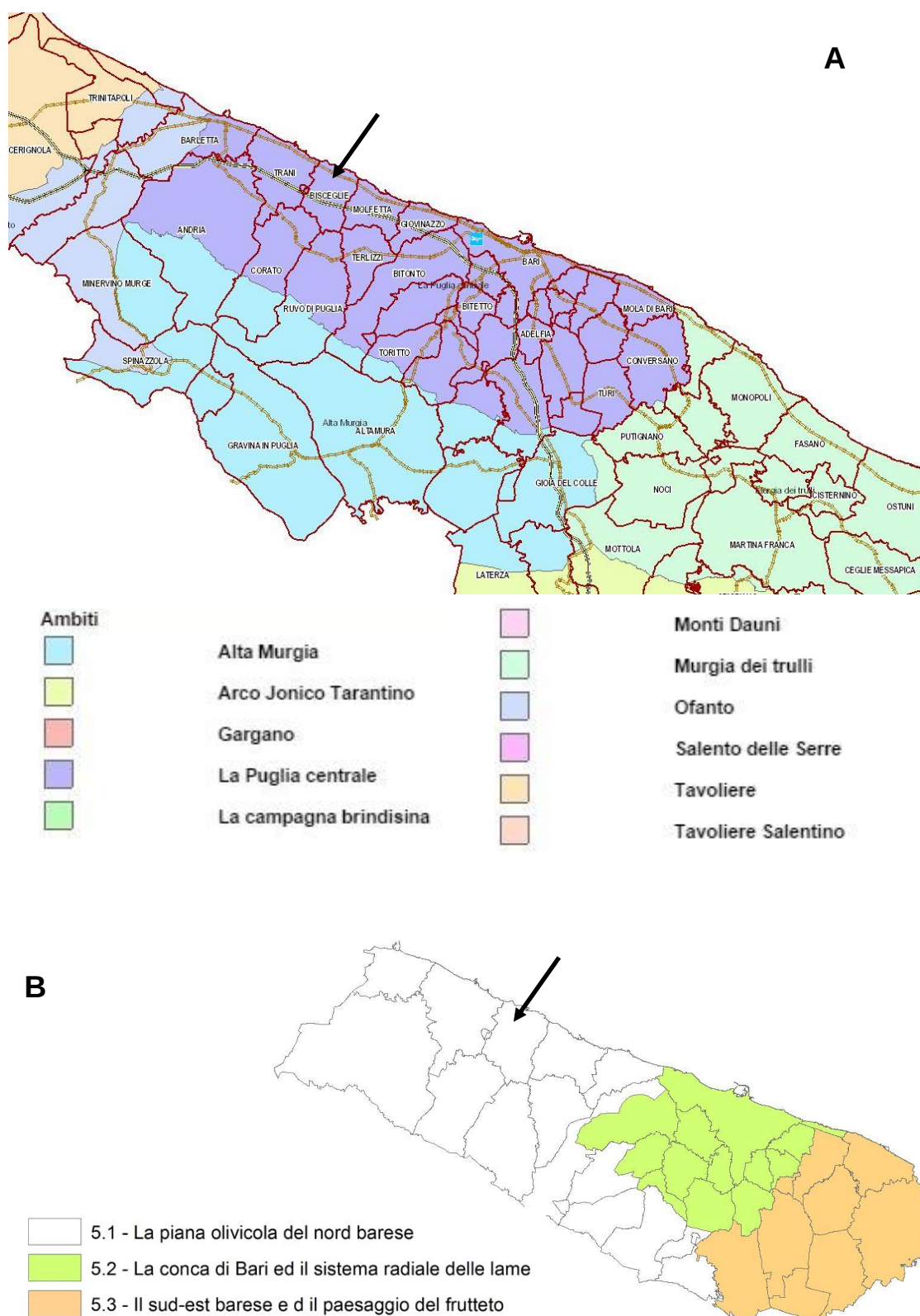


Fig. 11 – A) Ambiti paesaggistici; B) Figure territoriali paesaggistiche (da SIT Puglia)



Fig. 12 – PPTR del comune di Bisceglie (Portale Comune Bisceglie)

Le aree in oggetto non sono interessate da vincoli paesaggistici.

4. 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.

4.1 Caratteri generali

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

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

- **Calcare di Bari (Cretaceo);**
- **Calcareniti di Gravina (Pleistocene medio sup.);**
- **Depositi alluvionali (Olocene, Pleistocene sup.)**

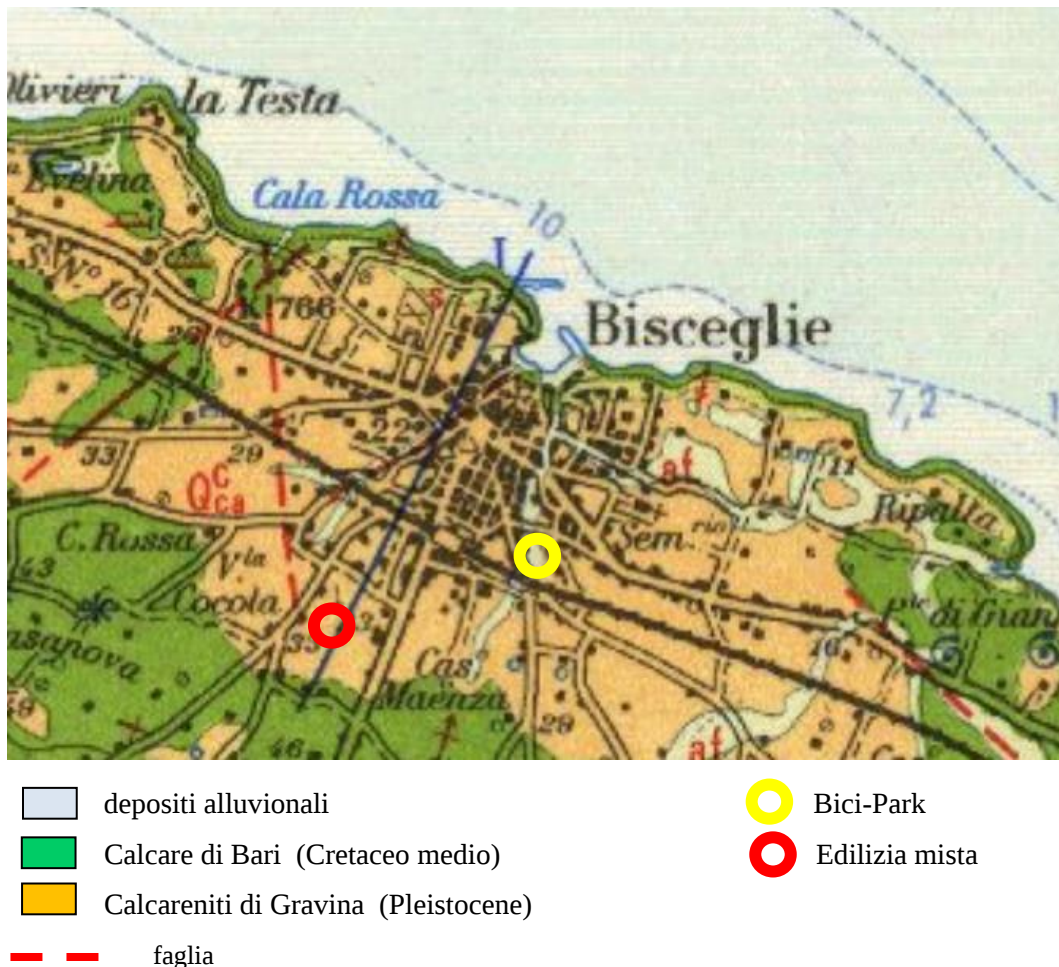


Fig. 13 – Stralcio del Foglio 177 “Bari” della Carta Geologica d’Italia

Il "**Calcare 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 carature 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 è 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.

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. Affiora in entrambe le aree, con spessori che possono raggiungere anche gli 8 m. In generale gli affioramenti sono costituiti da 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.

I "**Depositi Alluvionali**" sono presenti nella zona di progetto del Bici-Park con spessori che variano dai 2 ai 6 m. Si tratta di depositi terrosi e ciottolosi, antichi e recenti, che si dipartono dalle zone interne per raggiungere la linea di riva adriatica. 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.

4.2 Caratteri locali

Dal punto di vista morfologico le due aree in oggetto ricadono nell'ultimo terrazzo verso mare, ma presentano situazioni morfologiche diverse.

BICI-PARK

L'area di progetto del Bici-Park presenta un andamento morfologico suborizzontale con quote che variano da 16 a 17 m slm, dista 1,00 Km dalla costa e presenta una generale pendenza verso nord. L'intera area risulta morfologicamente depressa rispetto alle aree circostanti, ed in particolare rispetto a via V. Veneto e via Cadorna, con dislivelli che variano da 2 a 4 m.

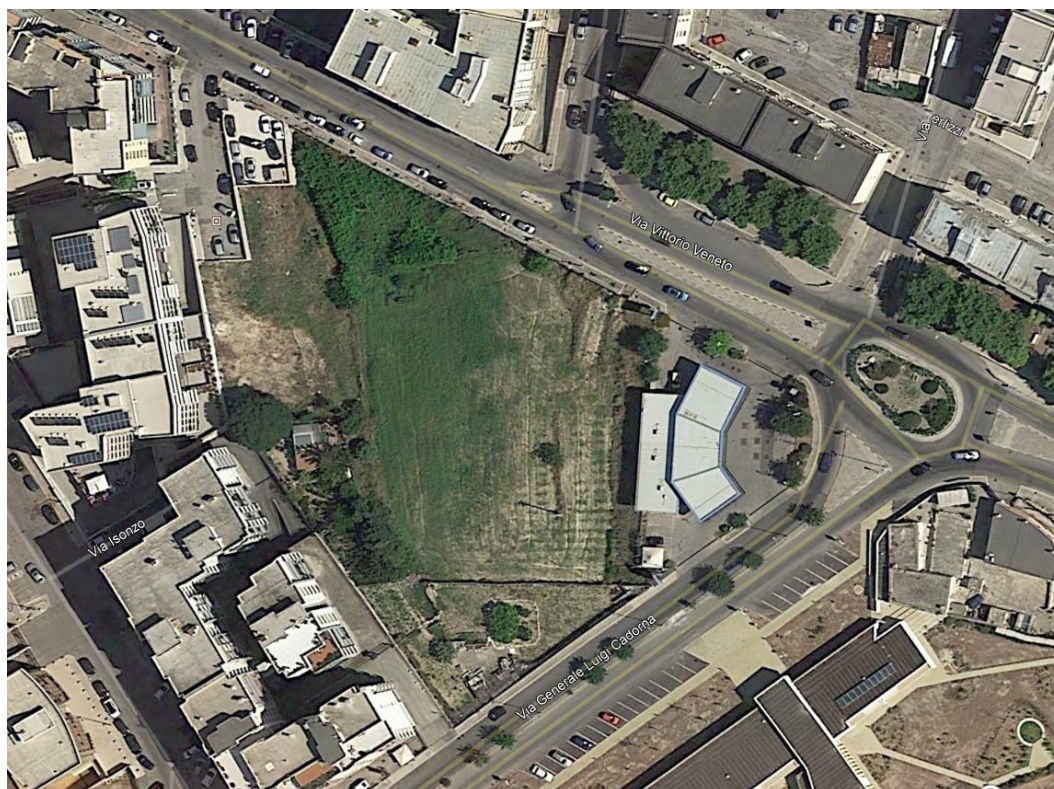


Fig. 14 – Ortofoto e vista da via Cadorna

La parte occidentale è attraversata da un solco idrico orientato in senso sud-nord descritto, sulla Carta Idrogeomorfologica, come “*corso d’acqua occasionale*”. Detto canale risulta interrotto a monte da via Cadorna mentre a valle si collega con un tronco fognario che sfocia nel porto cittadino.

Le continue modifiche urbanistiche hanno trasformato questa parte di territorio in un bacino endoreico di piccole dimensioni che tende ad

allagarsi in occasione dei principali eventi meteorici. Infatti, l'Alta Pericolosità Idraulica, riportata nella cartografia del PAI, riconosce un'area di accumulo idrico isolata dalla linea di scorrimento principale, identificata lungo via Isonzo.

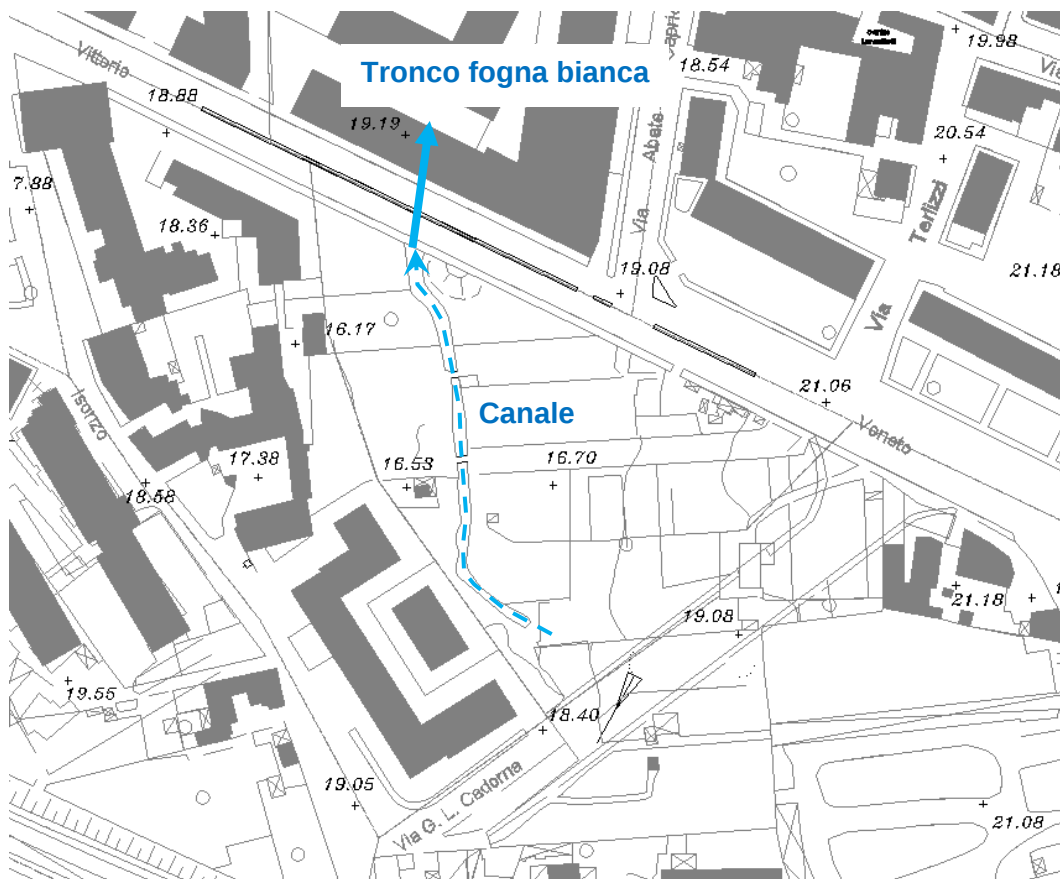


Fig. 15 – Stralcio CTR

Il progetto prevede la creazione di un bacino di accumulo idrico a monte, in grado di accogliere l'onda di piena e, fungendo da bacino di calma, smaltire l'acqua meteorica in corrispondenza del tronco fognario.

Ovviamente, questa ipotesi sarà avallata da uno studio idrologico-idraulico e sottoposto al parere dell'Autorità di Bacino della Puglia.

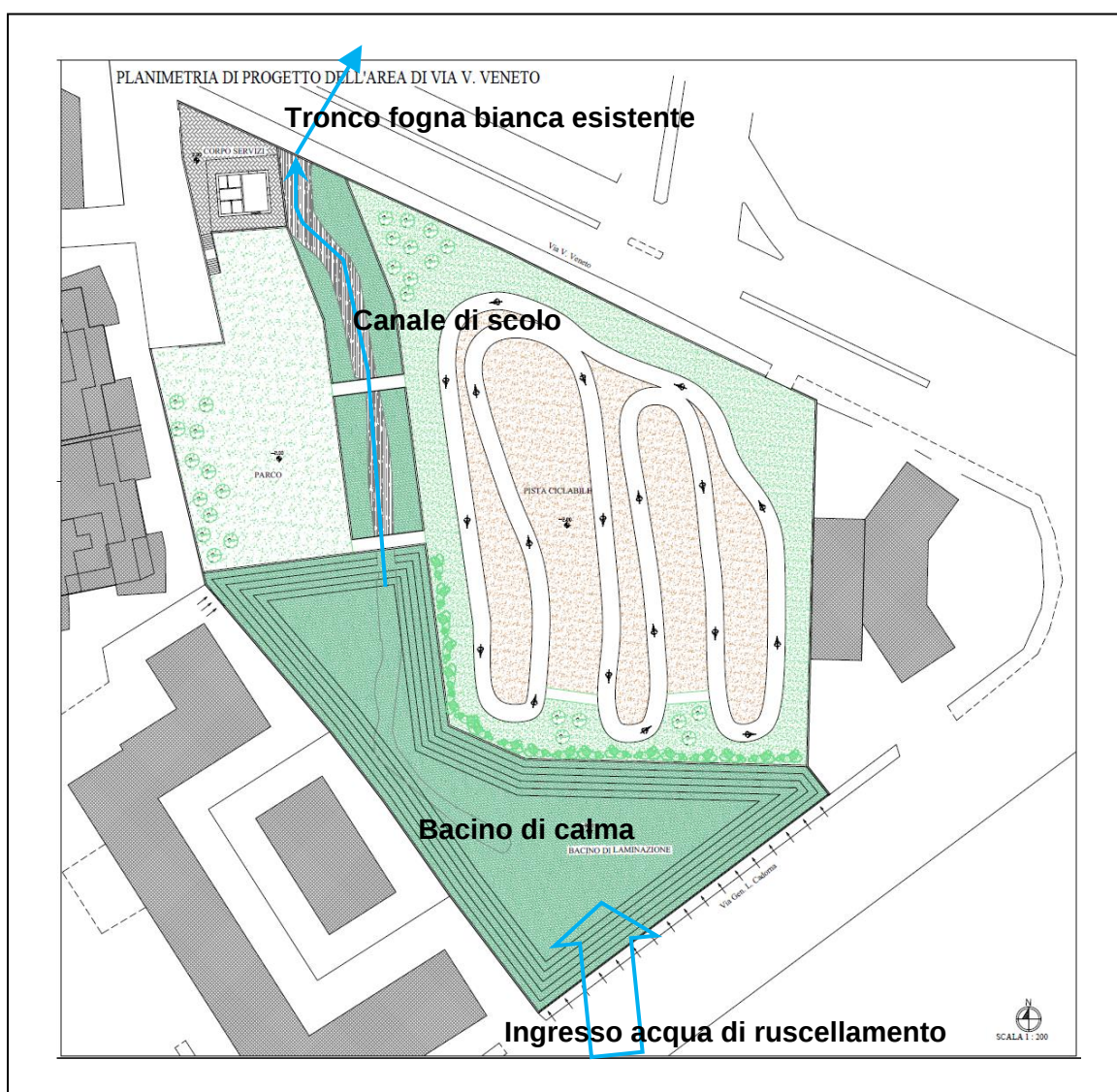


Fig. 16 – Ipotesi di regimazione idraulica

Dal punto di vista litologico, l'area è caratterizzata da terreni alluvionali limosi con spessori che possono raggiungere i 6 m in corrispondenza dell'asse idrico. Inferiormente si passa a depositi calcareniti e quindi, a circa 6 m di profondità, al basamento roccioso calcareo.

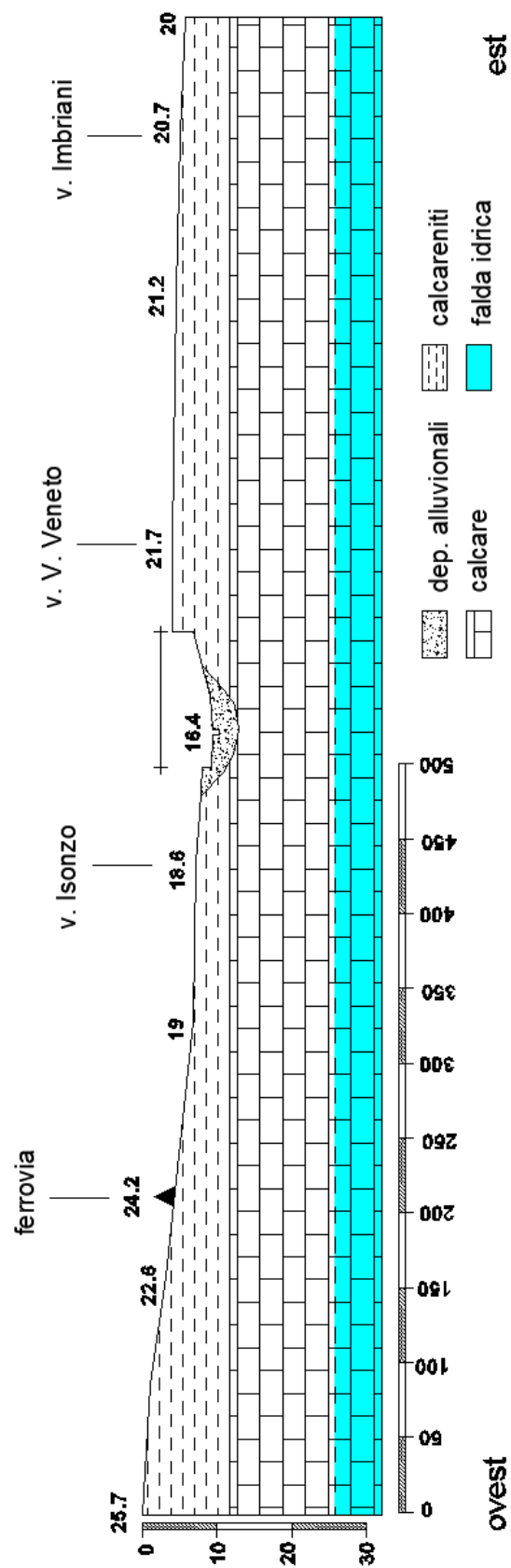


Fig. 17 – Sezione geologica area Bici-Park

EDILIZIA MISTA E STANDARD

L'area di progetto dell'edilizia mista e standard presenta un andamento morfologico orizzontale con quota media pari a 33 m slm e distanza dalla linea di costa pari a 1,5 Km circa.

In occasione dell'edificazione del confinante centro commerciale (p.lla 2613) l'area è stata oggetto di scavi e sondaggi geofisici.

Gli scavi, eseguiti per la realizzazione del piano di fondazione, hanno raggiunto la profondità di 5 m circa ed hanno evidenziato la sequenza stratigrafica e le variazioni litologiche laterali sino a tale profondità. In particolare, il fronte corrispondente al confine con il terreno oggetto di indagine, ha evidenziato una significativa variazione litologica laterale legata alla presenza, nella porzione occidentale, di una ex cava di "tufo", successivamente ricolmata con detriti terrosi, sabbiosi e sfridi di cava.

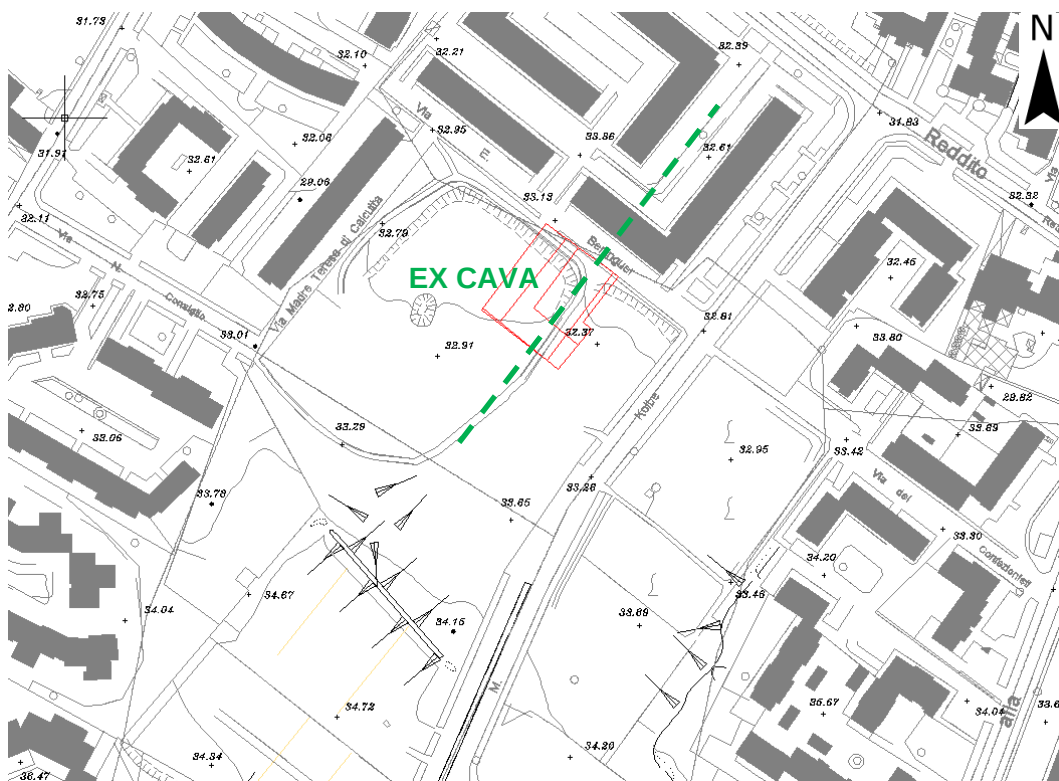


Fig. 18 – Stralcio CTR

La litologia affiorante nella porzione orientale dell'area è quindi rappresentata dalla formazione sabbioso-calcareonica delle "Calcareni di Gravina", trasgressiva sul basamento calcareo. Lo spessore calcarenitico,

accertato da indagini geofisiche, è pari a 9 m circa. Si tratta di un'alternanza di strati sabbioso-limosi, calcarenitici e saltuari livelli organogeni a macrofauna (lamellibranchi, gasteropodi, echini, ecc.) a cemento finemente granulare o micritico, di colore giallastro. Il materiale presente in zona è caratterizzato da un buon grado di compattezza, data la natura limosa, da una permeabilità stimata intorno a 10^{-4} m/s.



Fig. 19 – Fronte di scavo lungo il confine meridionale

Dal punto di vista idrologico, la zona in esame è compresa in un'ampia monoclinale leggermente inclinata verso mare, non sono presenti linee di ruscellamento meteorico o aree di accumulo idrico.

L'intenso grado di urbanizzazione della zona e la costruzione della S.S. 16bis, con i relativi svincoli, ha modificato le originali vie di drenaggio creando una serie di sbarramenti artificiali.

L'idrogeologia sotterranea è caratterizzata dalla presenza della falda carsica profonda di natura artesianica che, in questa zona, è generalmente in pressione. La profondità di rinvenimento è poco inferiore al livello medio marino, ad una profondità superiore ai 30 m.

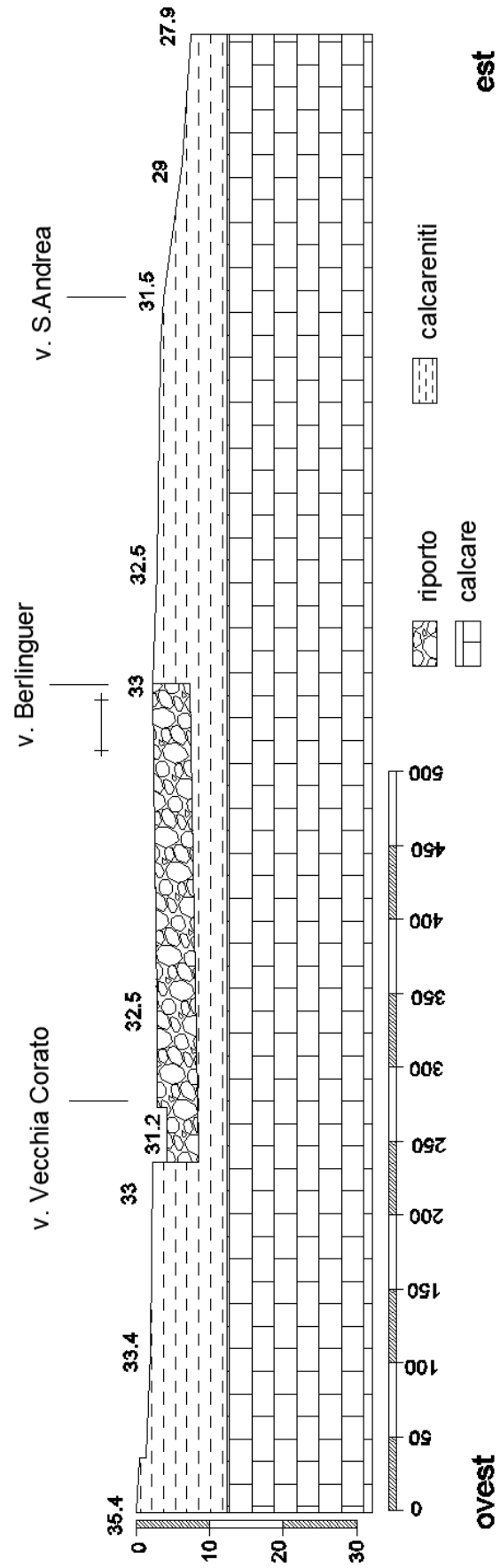


Fig. 20 – Sezione geologica Edilizia mista

Le indagini geofisiche e meccaniche eseguite in zona, escludono la presenza di falde acquifere superficiali che possono interferire con le strutture di fondazione.

Dal punto di vista tettonico il terreno non sembra interessato da linee di continuità o deformazioni strutturali degne di nota.

4.3 Indagine geofisica

Sismica a rifrazione

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.

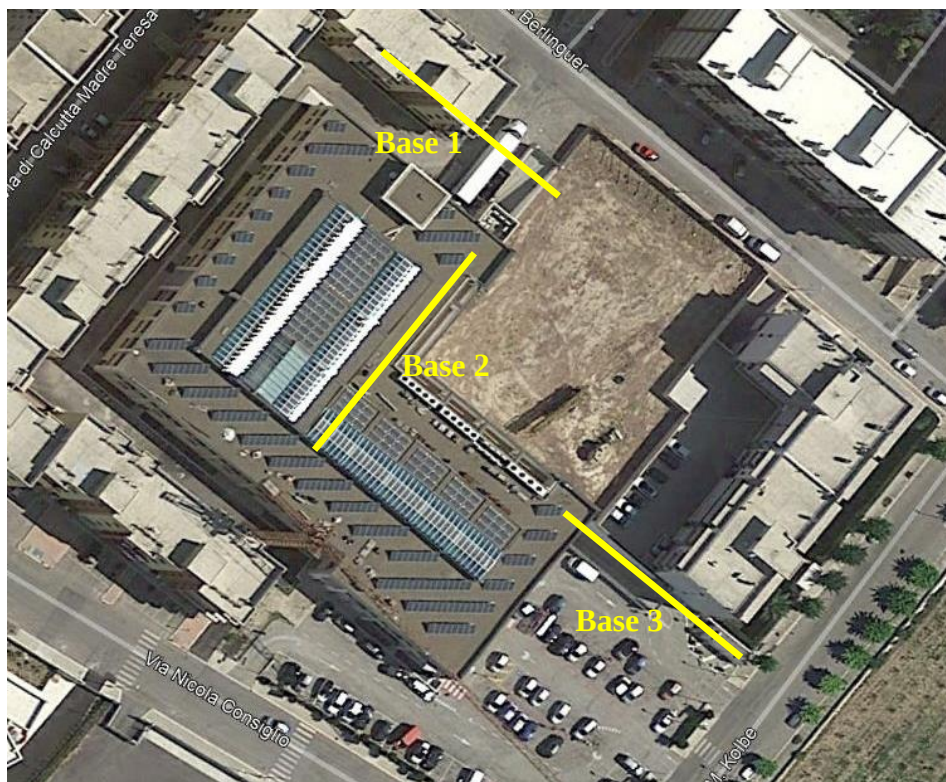


Fig. 21 – Ubicazione indagine sismica

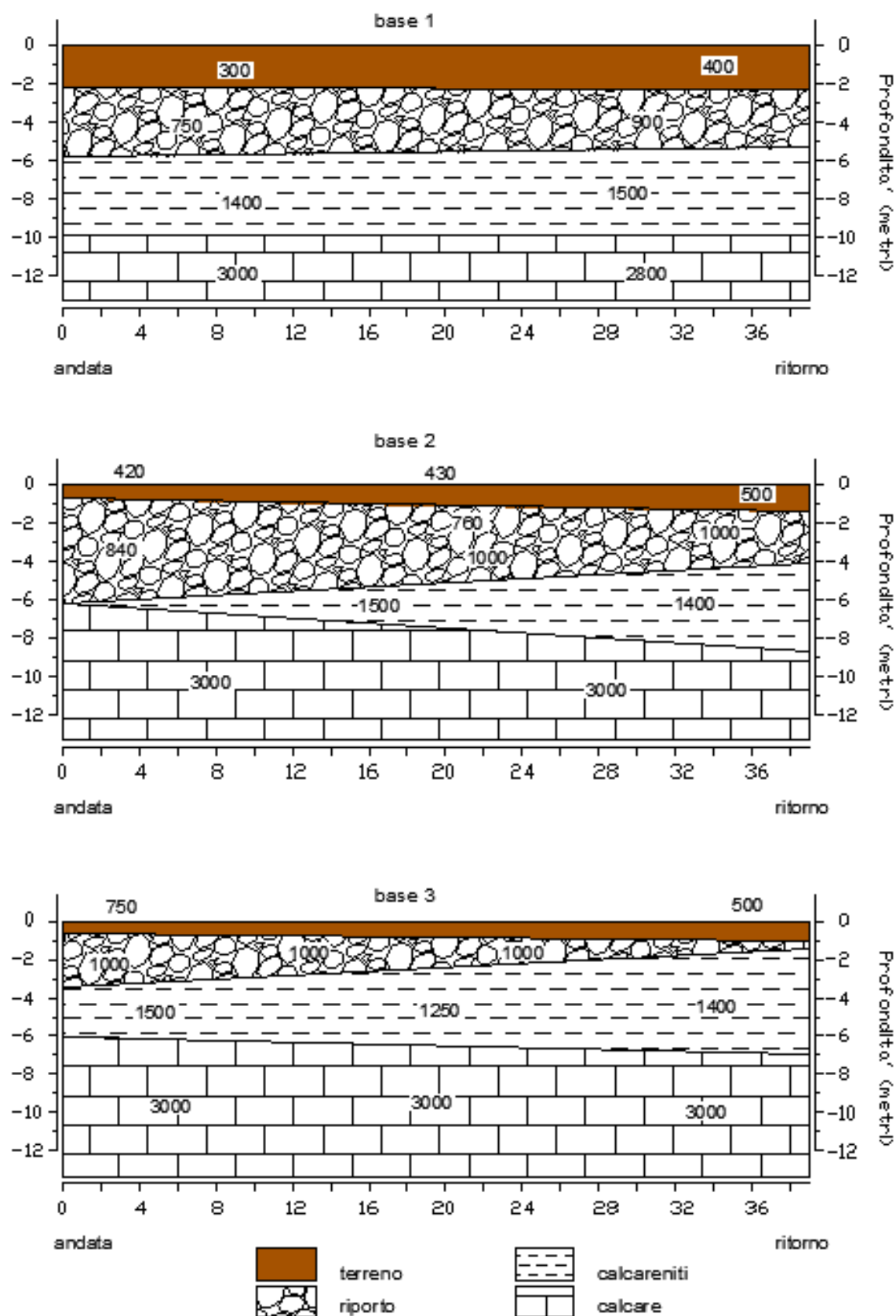


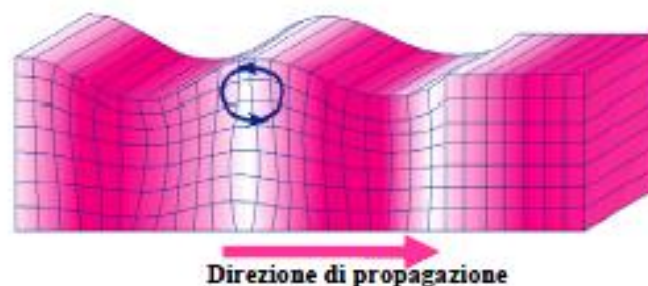
Fig. 22 – Interpretazione sismostratigrafica, Vp

Sismica "MASW"

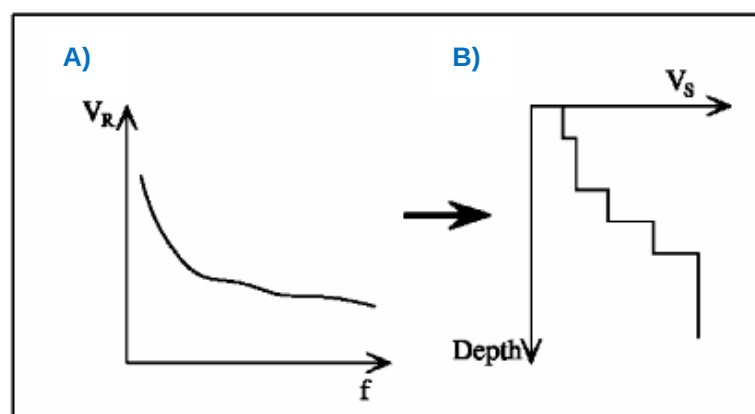
Cenni metodologici

Il metodo "MASW" è 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.

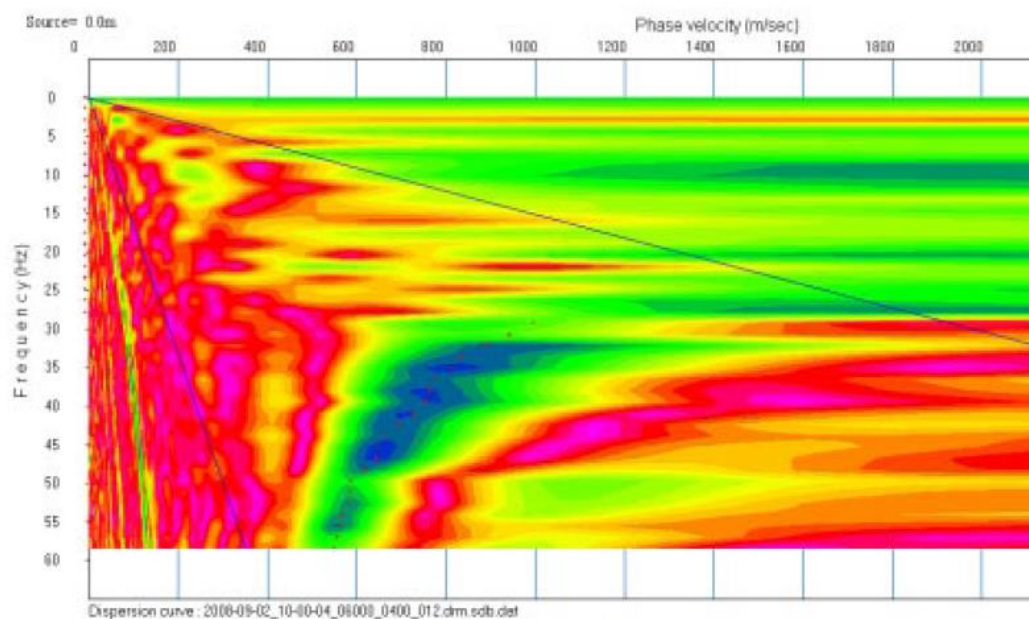
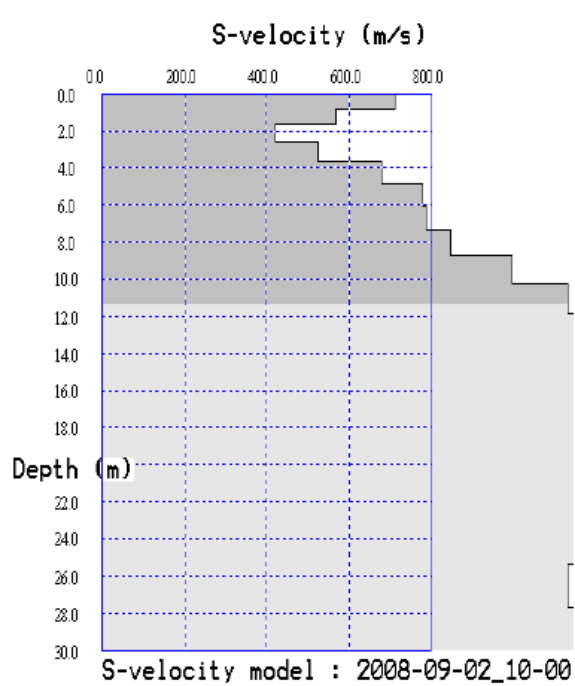
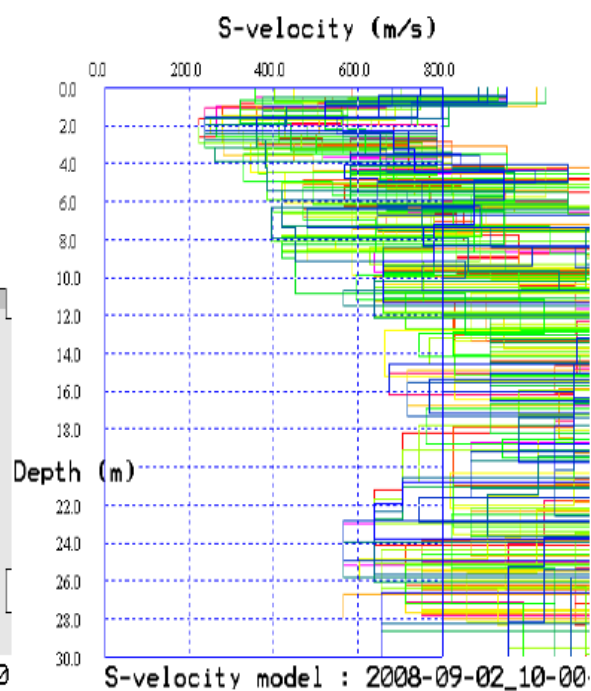


diagramma potenza di spettro



profilo di velocità'



elaborazione modelli equivalenti

Fig. 24 – Sismica MASW

Parametri geofisici

- μ (modulo di Poisson)
$$\mu = \frac{0,5\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 1}{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2}$$
- γ (densità geofisica del terreno)
$$\gamma_{din} = 0,51 \cdot V_p^{0.19}$$
- G (modulo di taglio) - Ohta & Goto
$$G = Ed / 2 \cdot (1 + \mu)$$
- Ed (modulo di Young dinamico) - Brown e Roberthshaw
- R (rigidità sismica)
$$R = Vs \cdot \gamma$$

$$E_{din} = 0,0102 \cdot \gamma \cdot V_p^2 \cdot \frac{(1 + \mu)(1 - 2\mu)}{(1 - \mu)}$$

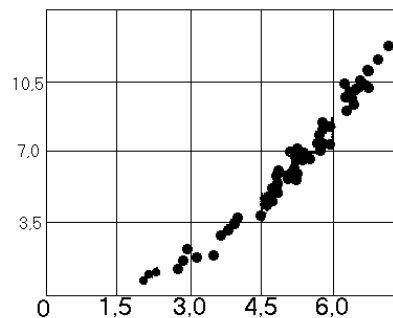
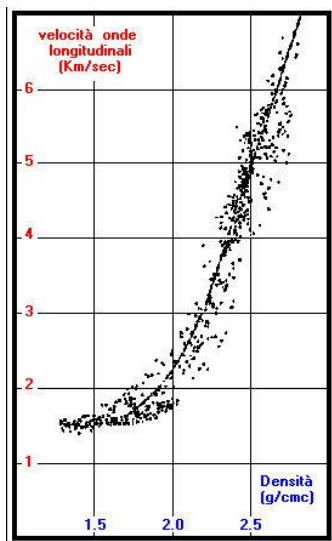


Fig. 25 – Correlazione tra V_p/γ (Nate- Drake) e V_p/Ed (Brown e Roberthshaw)

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		I orizzonte	II orizzonte	III orizzonte
velocità onde P	m/s	841	1282	2628
velocità onde S	m/s	404	616	1379
modulo di Poisson μ	-	0.35	0.35	0.31
densità geofisica γ	g/cm ³	1.83	1.99	2.28
modulo di taglio G	MPa	299	754	4330
mod. dinamico Young Ed	MPa	808	2036	11345
rigidità sismica R	t/cm ² s	740	1224	3139

4.4 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.

- **σ_r** rottura a compressione - Rzhevsky e Novik (71), Zezza (78)
- **E_s** (modulo statico) - Rzhevsky e Novik (71), NAV FAC Manual, Denver, Schmertmann

$$E_s = \frac{Ed - 0,97}{8,30} \quad E_s = 10Ed \quad E_s = 70 \cdot N_{spt}^{0.5} \quad E_s = 12 \cdot N_{spt}$$

- **G** (modulo di taglio) - Ohsaki & Iwasaki (73)

$$G = aN_{spt}^b$$

- **φ** (angolo d'attrito) – C.S.I.R. (89), Sen & Sadagah (03), Meyerhof, De Mello, Malcev

$$\varphi = 5 + 0,5 \cdot RMR \quad \varphi = 25 \left(1 + \frac{RMR}{100}\right) \quad \varphi = 19 - 0,38\sigma + 8,73 \log(N)$$

$$\varphi = 19,8 + [4,38 \ln(N)] \quad \varphi = 20 - 5 \text{Log}(\sigma) + 3,73 \text{Log}(N)$$

- **c** (coesione calcare) – C.S.I.R. (89), Sen & Sadagah (03)

$$c = 0,005 \cdot RMR \quad c = 3,625 \cdot RMR$$

- **$u.c.s.$** (carico di rottura esp. lib.) - Manev ed Avramova-Tacheva (70)

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

- **N_{spt}** (n° colpi penetrometro) – Ohsaki & Iwasaki

$$N = 0,94 \sqrt{\frac{10}{650}} G$$

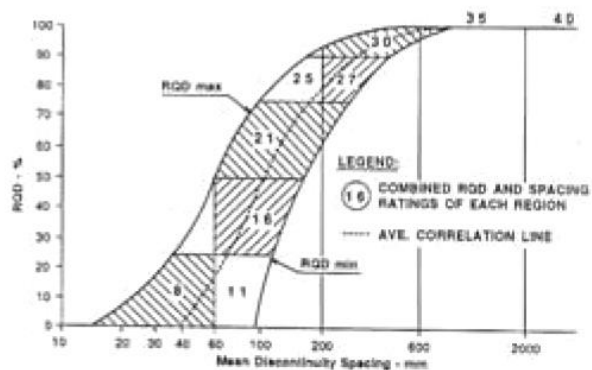
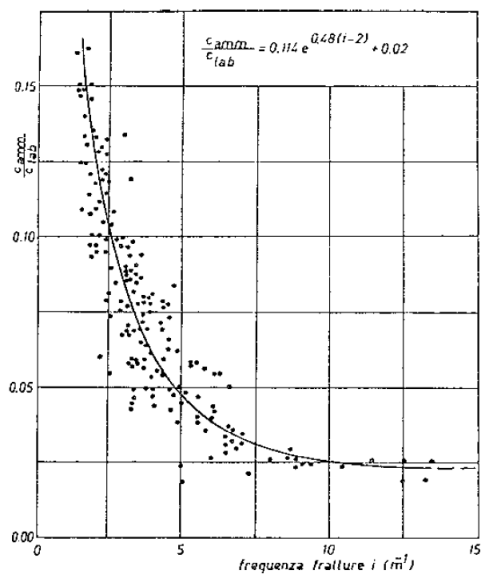


Fig. 26 – Correlazioni tra c_{amm}/c_{lab} e n° fratture (Manev ed Avramova-Tacheva-70) e tra RQD e discontinuità (Bieniawski)

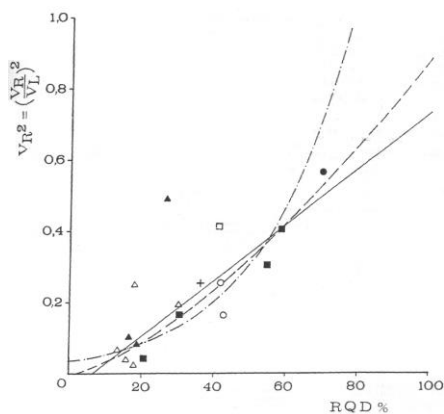
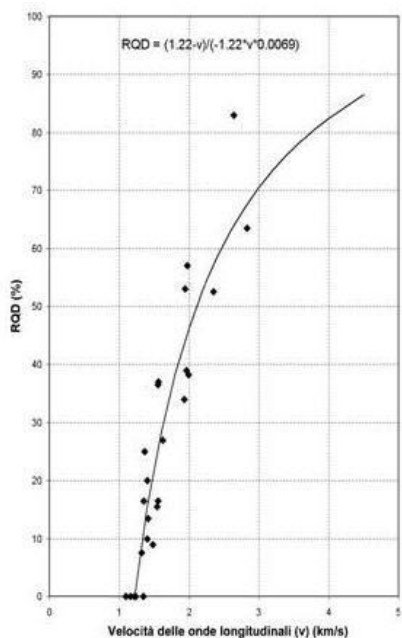


Fig. 27 – Correlazione tra V e RQD (Budetta e a. 01 - Zezza 75)

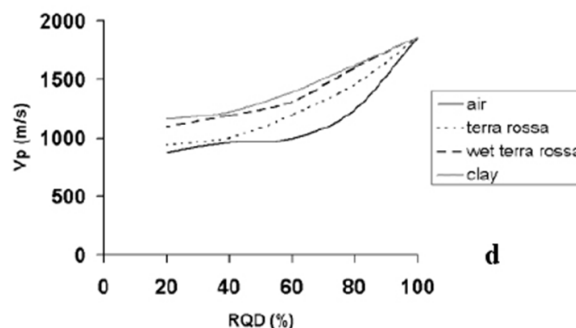
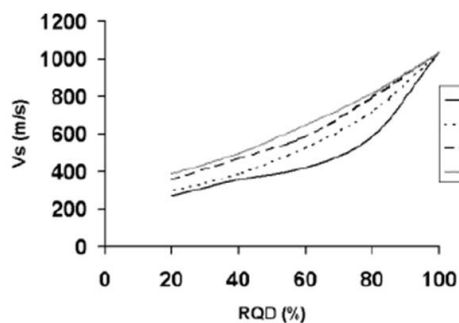


Fig. 28 - Correlazione velocità sismica/RQD per le calcareniti (Leucci, De Giorgi – 2003)

Valori caratteristici				
<i>Parametri elasto-meccanici</i>		<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>
litologia		riporto	calcareniti	calcare
compattezza		media	medio-alta	medio-alta
spessore	m	5.00	3.50	>20
densità in sito g	g/cm ³	1.83	1.99	2.28
modulo di Poisson μ		0.35	0.35	0.31
mod. statico di Young Es	Kg/cm ²	631	1406	12180
mod. edometrico Edo	Kg/cm ²	408	899	-
angolo di attrito ϕ	gradi	25	33	41
angolo di attrito terr.-fond.	gradi	16	21	26
adesione terr.-fond.	Kg/cm ²	-	-	-
RQD	%	0	62	58
Nspt	n°	60	160	rifiuto
coesione calcari	Kg/cm ²	-	-	2.37
indice RMR		-	-	64
qualità C.S.I.R.		-	-	buona
coeff. spinta passiva K		2.46	3.39	4.82

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.

STRATIGRAFIA DEL TERRENO

Committente	Valente & Partners srl		
Località	Bisceglie	Quota	33.00 m slm
Profondità indagine	21 m	Prof. falda da p.c.	33.00 m

Stratigrafia	Falda	Descrizione	valori caratteristici			
			densità g/cm ³	angolo attrito	Es Kg/cm ²	c Kg/cm ²
0		riporto	1.59	23	191	
1						
2						
3		riporto	1.83	25	631	0.000
4						
5						
6		calcareni	1.99	33	1406	0.000
7						
8						
9		calcare	2.28	41	12180	0.000
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						

Fig. 29 – Stratigrafia

5. SISMOLOGIA

5.1 Sismicità dell'area

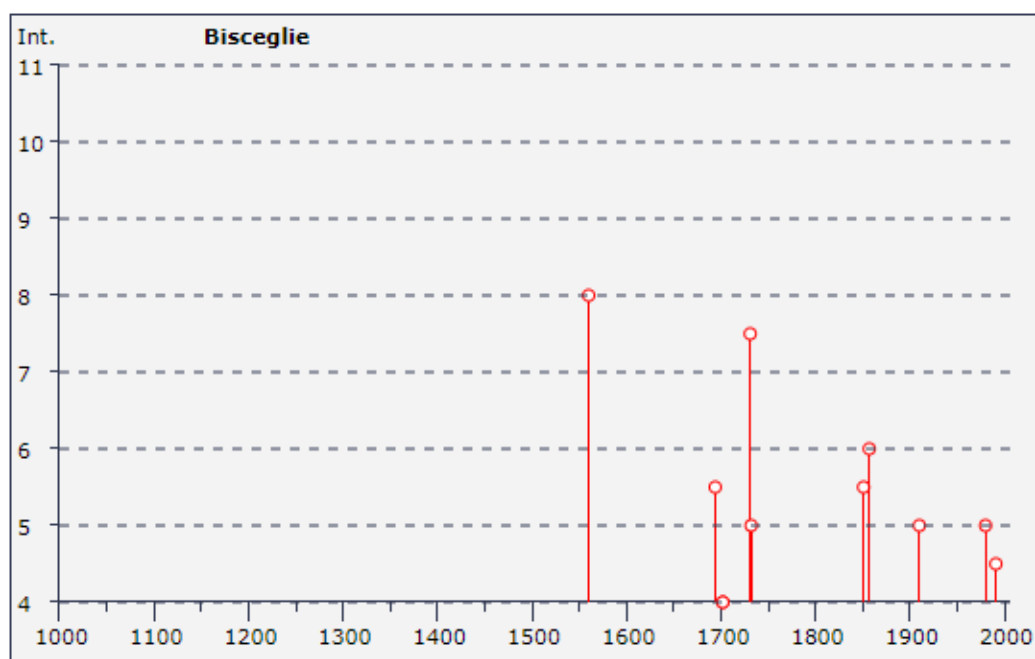
In generale il quadro sismotettonico di un territorio è caratterizzato da:

- 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 1000 al 1980 (GNDT DOM4.1).

La colonna “effetti” riporta l'intensità (Is) (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 (Ix) e la magnitudo (Ms) (scala Richter).



Numero di eventi: 25

Effetti	In occasione del terremoto del:			
I[MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
8	1560 05 11 04:40	Barletta-Bisceglie	7	8 5.56 ±0.57
5-6	1694 09 08 11:40	Irpinia-Basilicata	251	10 6.79 ±0.10
4	1702 03 14 04:30	Benevento	4	6-7 4.93 ±0.34
4	1702 03 14 05:00	Beneventano-Irpinia	37	10 6.54 ±0.24
F	1702 04 02 06:20	Benevento	4	
F	1706 11 03 13:00	Maiella	99	10-11 6.83 ±0.16
7-8	1731 03 20 03:00	Foggiano	50	9 6.53 ±0.25
5	1732 11 29 07:40	Irpinia	183	10-11 6.64 ±0.11
5-6	1851 08 14 13:20	Basilicata	103	10 6.38 ±0.17
F	1851 08 14 14:40	Melfi	10	
6	1857 12 16 21:15	Basilicata	340	11 7.03 ±0.08
2	1892 06 06	TREMITI	72	6 5.06 ±0.19
3	1893 08 10 20:52	Gargano	69	8 5.36 ±0.22
3	1904 04 08 08:22	Gargano	32	6 4.91 ±0.42
5	1910 06 07 02:04	Irpinia-Basilicata	376	8 5.73 ±0.09
3-4	1915 01 13 06:52	Avezzano	1041	11 7.00 ±0.09
3	1933 03 07 14:40	BISACCIA	42	6 4.97 ±0.19
2	1963 02 13 12:45	TITO	31	7 5.20 ±0.26
2	1966 07 06 04:24	Lucania	46	4 4.62 ±0.21
5	1980 11 23 18:34	Irpinia-Basilicata	1394	10 6.89 ±0.09
3-4	1988 04 26 00:53	Adriatico centrale	78	5.39 ±0.09
4-5	1991 05 26 12:26	Potentino	597	7 5.11 ±0.09
3	1995 09 30 10:14	Gargano	145	6 5.18 ±0.09
3-4	2002 11 01 15:09	Subapp. Dauno	645	5.72 ±0.09
3-4	2006 05 29 02:20	Promontorio del Gargano	384	5-6 4.63 ±0.09

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

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.

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 Bisceglie rientra nelle aree a bassa sismicità $Z = 3$, classe III.

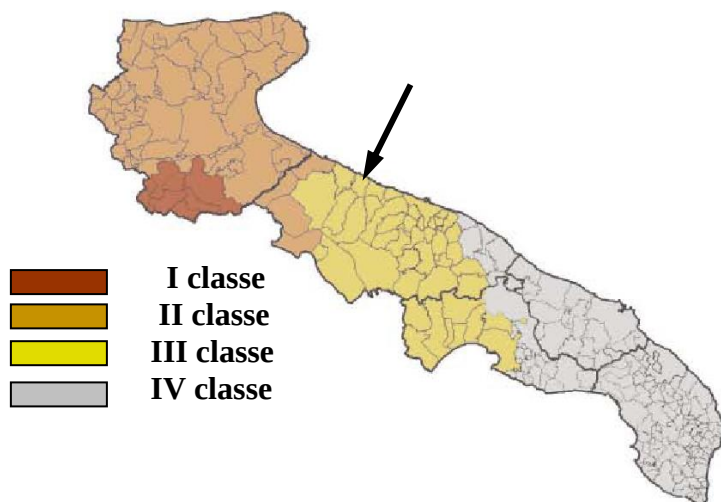
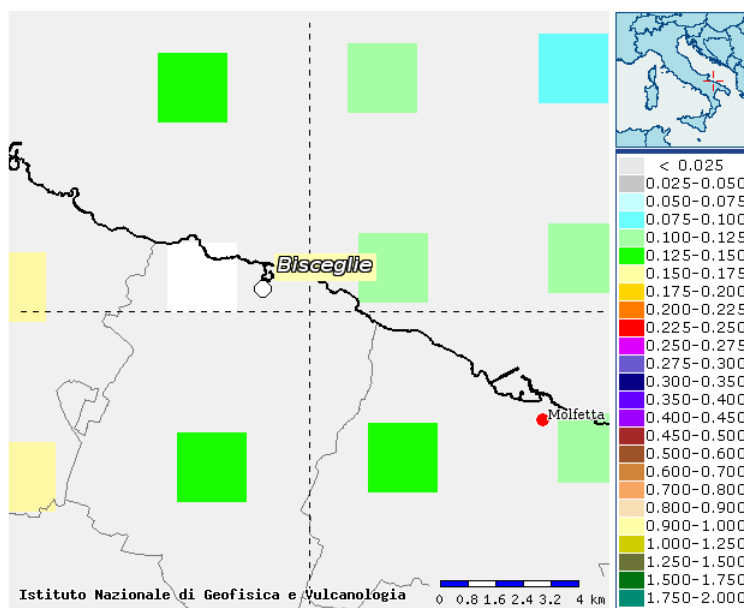


Fig. 31 – Zonazione sismica della Puglia (INGV)

- **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)



Frequenza annuale di superamento	a(g) (Coordinate del punto lat: 41.2457, lon: 16.4829, ID: 31236)		
	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	0.0514	0.0628	0.0760
0.0139	0.0418	0.0511	0.0589
0.0200	0.0338	0.0427	0.0490
0.0333	0.0227	0.0339	0.0369

Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 41.2457, lon: 16.4829, ID: 31236)										
	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	0.000	5.950	15.200	13.800	10.800	7.500	4.740	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	0.649	2.740	4.410	5.630	5.850	5.080	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.018	0.320	1.060	2.070	3.060	3.600	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.006	0.206	0.695	1.340	1.960	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.013	0.197	0.509	0.866	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.042	0.225	0.460	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.092	0.254	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.028	0.138	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.066	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.060	0.094	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.030	0.110	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.076	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.028	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.650	12.200	0.284

5.2 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.

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>

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.

L'indagine sismo-stratigrafica ha identificato uno strato di riporto spesso 5 m circa con V_s media di 432 m/s, 5 m circa di calcareniti con $V_s=673$ m/s e quindi il basamento calcareo rigido con $V_s>800$ m/s.

Dato che i valori di V_s dei primi due strati sono compresi tra 360 ed 800 m/s, il valore della V_s equivalente rientra sempre nella categoria di sottosuolo "B" sia considerando la stratigrafia a partire dal piano campagna che quella a partire dal piano di fondazione.

Considerando come la stratigrafia dal p.c. si ha:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}} = 526 \text{ m/s}$$

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 V_s non inferiore a 800 m/s

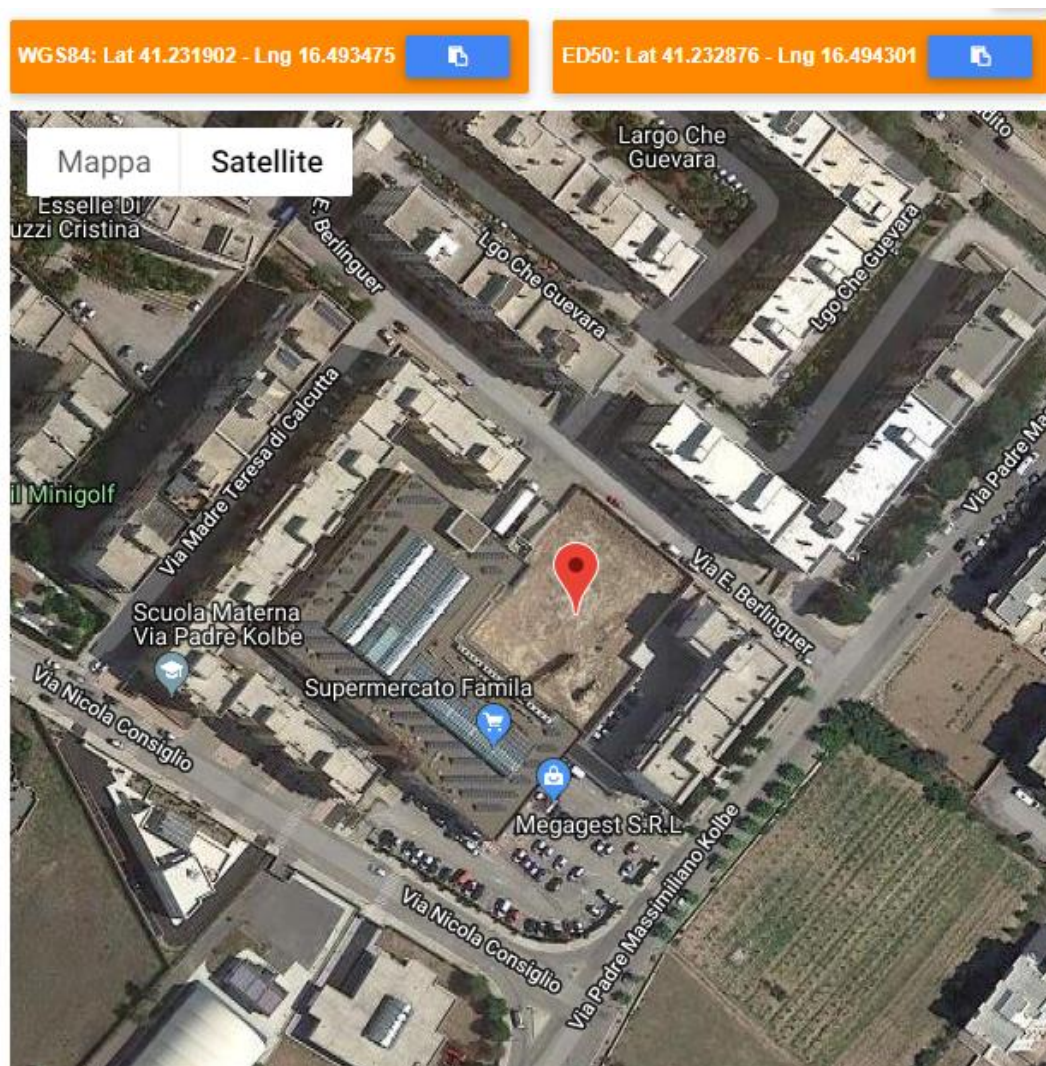


Fig. 32 – Coordinate topografiche

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.IV):

Tabella 3.2.IV – 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 e coefficienti sismici

determinati con **GeoStru PS**



Fig. 33 – Reticolo sismico

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: 41,232876 [°]

longitudine: 16,494301 [°]

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	1710,6
Sito 2	31237	41,243890	16,549360	4763,9
Sito 3	31459	41,193920	16,547000	6180,2
Sito 4	31458	41,195690	16,480600	4290,8

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	2,498	0,254
Danno (SLD)	63	50	0,042	2,517	0,294
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,135	2,496	0,374
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,193	2,482	0,375

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s²]	Beta [-]
SLO	1,200	1,450	1,000	0,008	0,004	0,394	0,200
SLD	1,200	1,410	1,000	0,010	0,005	0,494	0,200
SLV	1,200	1,340	1,000	0,039	0,020	1,594	0,240
SLC	1,200	1,340	1,000	0,056	0,028	2,270	0,240

6. 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 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".

L'idrogeologia locale è specificatamente illustrata nel Piano Tutela Acque (P.T.A.) e confermata dai dati inerenti a pozzi eseguiti in zona:

- la superficie piezometrica della falda è posizionata a livello mare (rispettivamente 16 e 33 m dal p.c. per il Bici-Park e per l'Edilizia);
- il contenuto salino riportato presenta per entrambi i siti valori superiore a 2 g/l.

Le indagini eseguite nell'area in oggetto ed in zona (trivellazioni e geofisica), non hanno intercettato falde acquifere sospese nei primi 10 m di profondità.

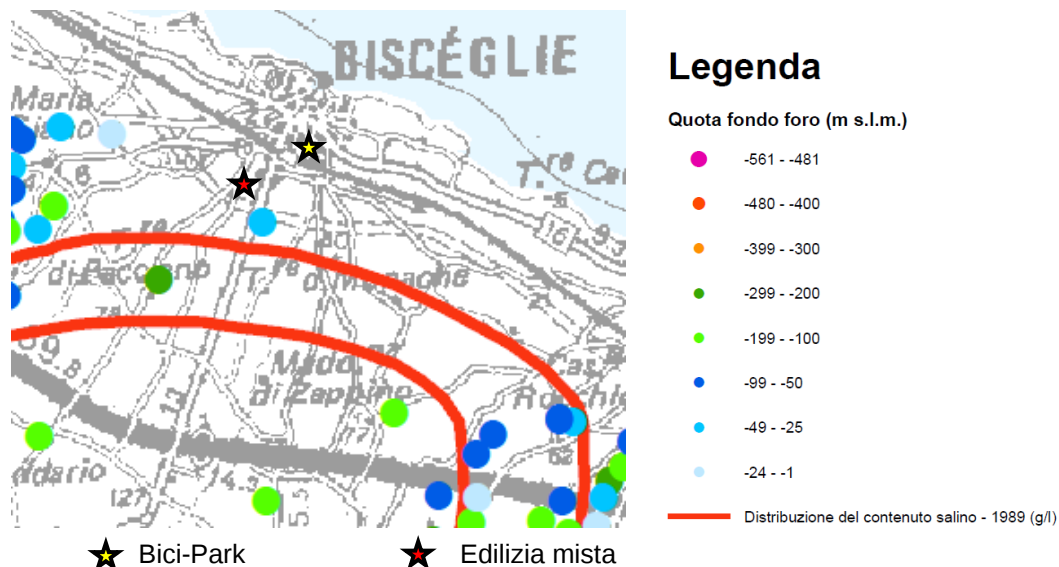


Fig. 34 – Quote di attestazione dei pozzi e contenuto salino (da PTA)

7. RISCHIO 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 delle esposizioni alla radioattività naturale derivante dal gas 'radon' in ambiente chiuso".

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 una copertura calcarenitica 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 "atlante europeo sulle radiazioni naturali che comprende informazioni sulla concentrazione di radon negli edifici", chiamato *progetto ATLAS*.

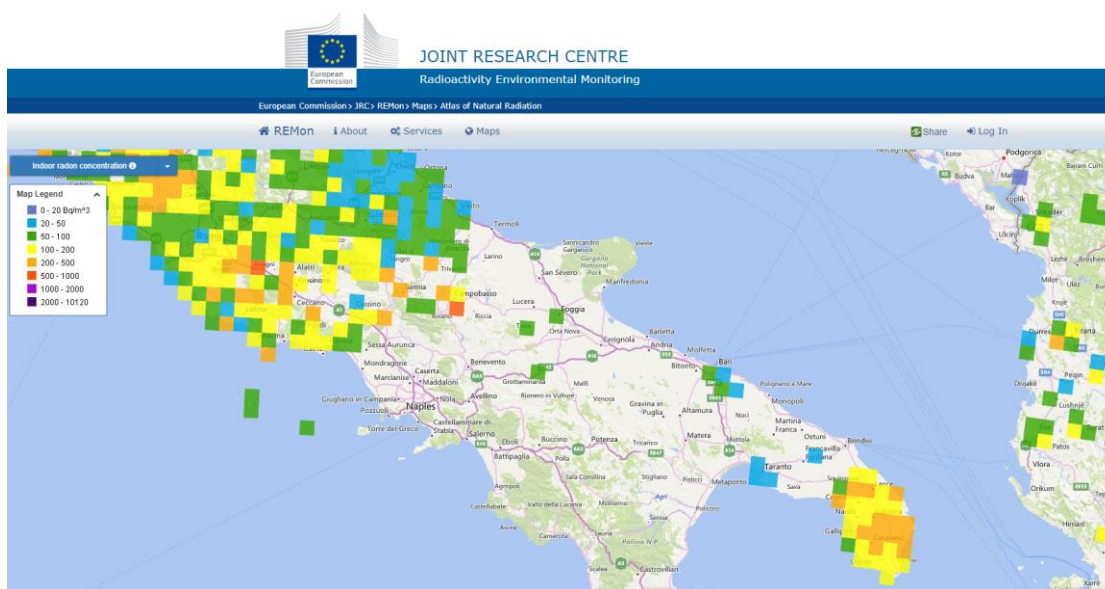


Fig. 35 – Mappa della concentrazione del gas radon nei luoghi indoor in Puglia

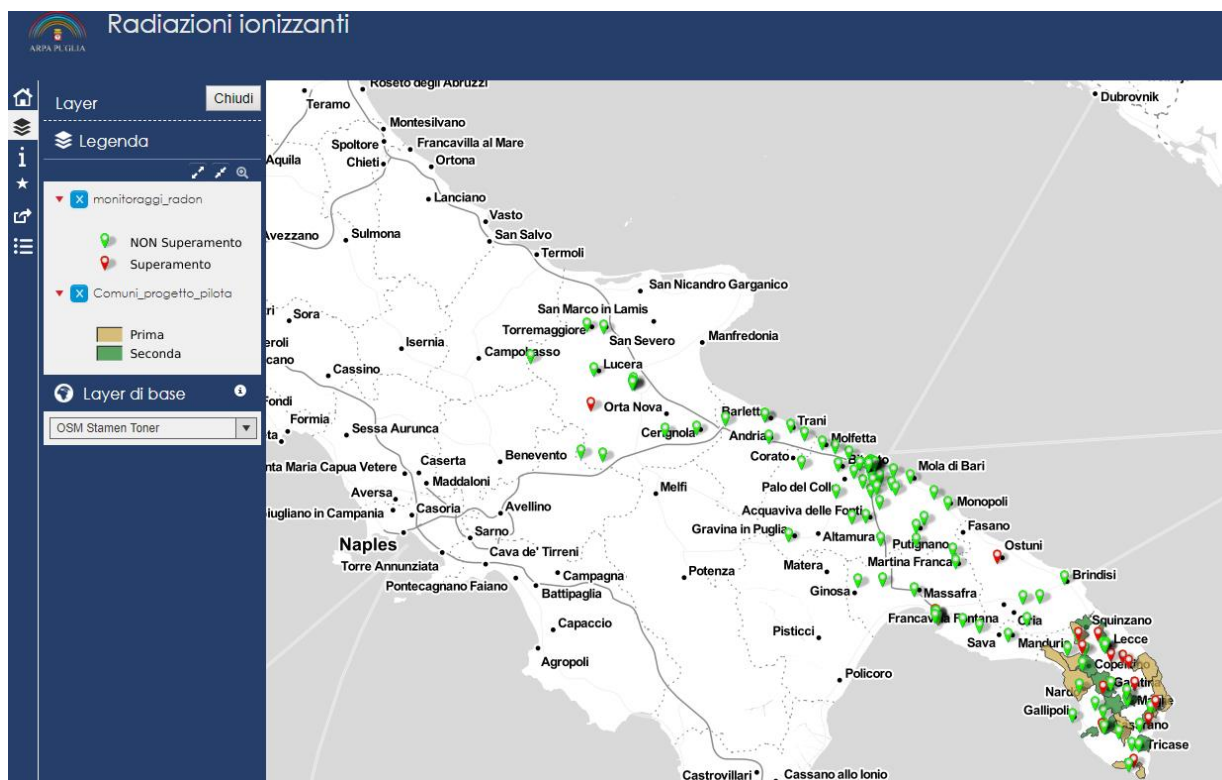


Fig. 36 – Mappa delle radiazioni ionizzanti dell'ARPA Puglia, con i rosso le zone di superamento del limite 300 Bq/m³

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/m³, valore ampiamente inferiore al limite di concentrazione di 500 Bq/m³, come da D.Lgs. 241/2000.

La regione Puglia ha ulteriormente abbassato questo limite a 300 Bq/m³, 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/m³.

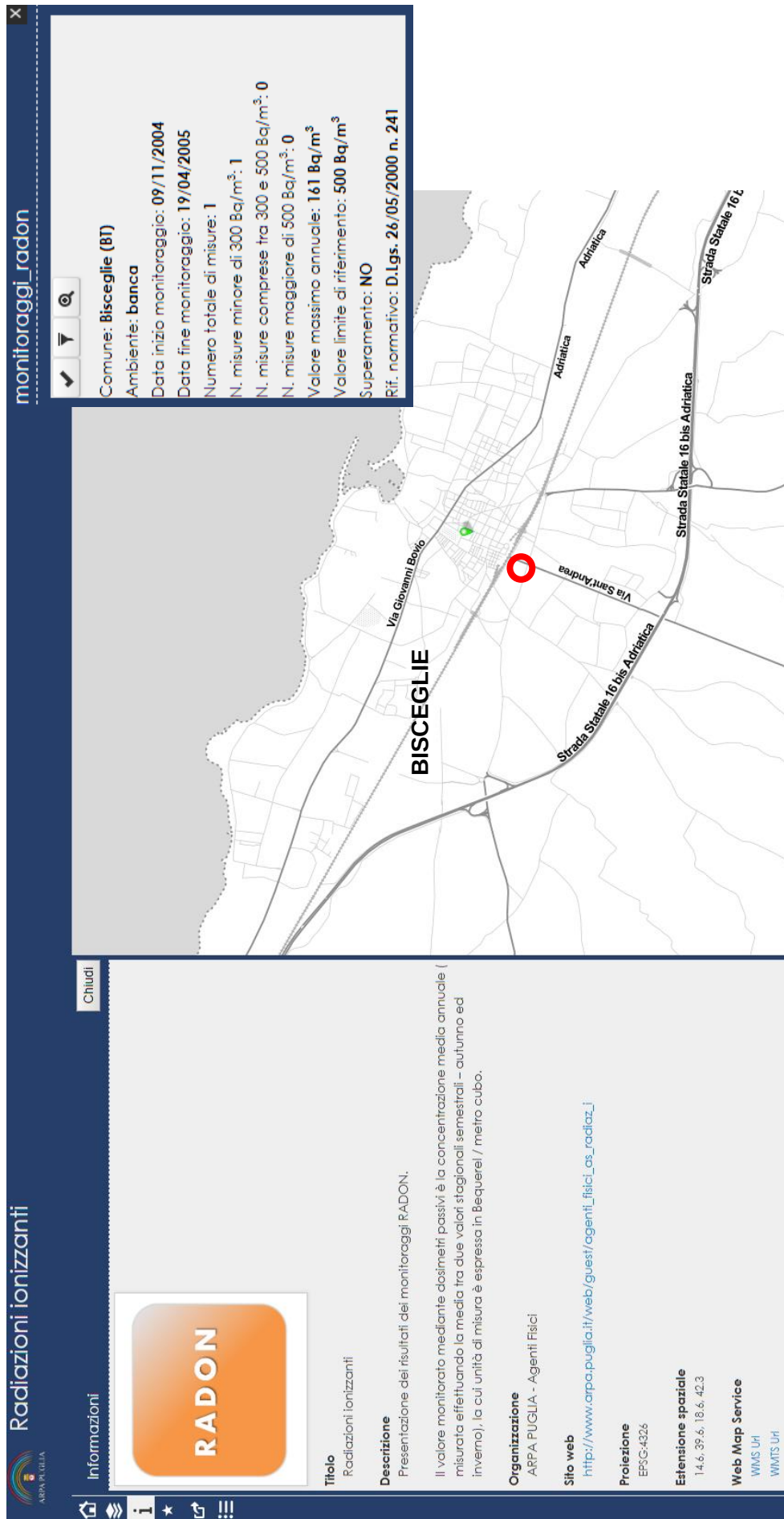


Fig. 37 – Dati concentrazione nel comune di Bisceglie

Materiali impiegati per la costruzione

Tutti i materiali da costruzione presentano una quantità piccola, ma non trascurabile di radioattività naturale, poiché provengono dalla crosta terrestre, tale radioattività è dovuta ai radioisotopi Uranio (^{238}U), Torio (^{232}Th) e Potassio (^{40}K), in concentrazioni variabili a seconda della tipologia e della provenienza.

L'Istituto Superiore di Sanità ha stilato un Rapporto ISTISAN, avente come oggetto la "Radioattività naturale nei materiali da costruzione nell'Unione europea: un database di concentrazioni di attività, emanazioni di radon e rateo di esalazione di radon", in cui viene presentato l'elenco di numerose misure di concentrazione di radionuclidi naturali, ^{226}Ra (radio), ^{232}Th (torio), ^{40}K (potassio) nei materiali da costruzione utilizzati dall'industria edilizia nei paesi membri dell'UE.

I materiali da costruzione hanno notevole importanza in campo di prevenzione dall'inquinamento da radon, sia per quanto riguarda il possibile rilascio di gas radon dai componenti della materia prima di cui sono composti i materiali da costruzione, sia per quanto attiene la difesa che questi offrono dall'ambiente circostante e dal sottosuolo.

In particolare è necessario fare una distinzione tra i materiali da costruzione costituiti da rocce "tal quali", che possono contenere radionuclidi (tipo tufi vulcanici o graniti) e i materiali da costruzione contenenti componenti derivanti da rocce sotto forma di inerti o leganti, contenenti nuclidi (come pozzolana o cemento pozzolanico).

Di seguito si riporta una tabella di riepilogo dello studio Riscia et al. sui principali materiali da costruzione usati in Italia.

Materiale da costruzione	Ra-226 (Bq* / kg)		Th-232 (Bq* / kg)	
	media	min-max	media	min-max
tufo	209	136–316	349	99–542
cemento	42	7–98	66	9–240
pietra sienite	317	239–384	234	173–342
pietra peperino	159	109–256	171	152–231
calcestruzzo	22	21–23	16	16
laterizi	29	0–67	26	3–51
sabbia	18	0–24	22	6–27
ghiaia	15	11–21	14	13–16
gesso	8	0–16	3	1–8
calce	9	7–15	6	2–8
travertino	1	0–2	0	0–1
marmo	4	1–13	1	0–3
granito	89	24–378	94	36–358
porfido	41	25–51	59	45–73

Fig. 38 – Riepilogo dei dati (1082 campioni) sulla concentrazione di radioattività di diversi materiali da costruzione usati in Italia (tratto da Riscia et al. 1999)

In questa fase preliminare, pertanto, è opportuno fornire indicazioni circa le conoscenze attualmente disponibili per valutare quali siano i materiali da costruzioni più idonei da utilizzare.

Facendo riferimento alla tabella 14 del Rapporto ISTISAN 17/36 relativo alle misurazioni di concentrazione dei radionuclidi naturali eseguite su 1095 campioni di materiali strutturali (mattoni, calcestruzzo, ecc.), sui loro componenti (cemento, aggregati fini e grossolani, residui NORM, ecc.) e sui materiali superficiali (mattonelle, pietre) più impiegati in Italia, è risultato che i materiali quali pozzolana (del Lazio), il basalto, il porfido scisto e la syenite sono maggiormente ricchi di nucleotidi.

Le informazioni su densità di emanazione e/o esalazione del radon relative a circa 292 campioni di materiali e loro componenti, invece, hanno evidenziato che ad essere più soggetti ad esalazioni di radon sono il tufo vulcanico, diverse qualità di granito (granito rosa limbara, granito rosa porrino e granito rosso) ed in minor quantità anche il marmo.

In considerazione di ciò, si consiglia in fase di progettazione esecutiva di utilizzare in maniera oculata i materiali ad alto potenziale di esalazione di radon, al fine di evitare l'accumulo di materiali ad alta concentrazione di nucleotidi.

8. CONCLUSIONI

In considerazione di quanto sopra esposto è possibile esprimere un parere qualitativo circa le condizioni geomorfologiche, geologiche, idrogeologiche e geotecniche della zona interessata dalla variante urbanistica.

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 o zone soggette a cedimento.

L'indagine idrogeologica ha evidenziato la presenza di una falda carsica profonda circa -16 m dal p.c. per l'area del Bici Park, 33 m per la zona interessata dall'Edilizia mista, caratterizzata da acqua "salmastra" e la mancanza di falde superficiali che possono interessare le strutture fondali dei fabbricati.

Per l'area interessata da Edilizia mista, non sono emerse situazioni di pericolosità geologica, tali da richiedere l'utilizzo di tecnologie fondali

particolari e/o limitazioni di volumetria e di altezze rispetto a quelle previste per i fabbricati in progetto, quali:

- ✓ forme carsiche di notevoli dimensioni, quali doline ed inghiottitoi;
- ✓ strutture tettoniche di ampio raggio;
- ✓ zone soggette a franamento;
- ✓ grotte;
- ✓ sinkholes;
- ✓ linee di ruscellamento.

Anche l'area interessata dalla costruzione del Bici-Park non risulta interessata da pericolosità geomorfologica mentre presenta Alta Pericolosità Idraulica. Al fine di mitigare il rischio idraulico, il progetto prevede la realizzazione di un bacino di calma con smaltimento nel canale fognario collegato al porto cittadino. Detta soluzione sarà comunque dettagliatamente illustrata in un relazione idrologica-idraulica da sottoporre al parere dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale Sede Puglia.

Dal punto di vista geotecnico generale, la zona interessata dalle costruzioni è parzialmente caratterizzata da una copertura detritica spessa circa 5 m poggiante su calcareniti carbonatiche trasgressive sul sottostante basamento carbonatico. La presenza del materiale di riporto è da collegare alla presenza di una antica cava di "tufo", successivamente ricolmata. Il piano di fondazione delle costruzioni in progetto è rappresentato dallo strato calcarenitico, le cui caratteristiche geomeccaniche sono idonee all'edificazione.

La natura del terreno di fondazione è tale da non comportare limitazioni di volumetria e di altezze diverse da quelle previste in progetto.

In conclusione in base all'art. 89 lo scrivente ritiene verificata la compatibilità tra il progetto di realizzazione dei fabbricati in oggetto e le condizioni geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche della zona.

=====

Terlizzi, settembre 2019

dott. geol. Antonio de Napoli