



**COMUNE DI BISCEGLIE**  
*Provincia di B.A.T.*



**PIANO URBANISTICO ESECUTIVO PER LE AREE  
RICOMPRESSE NELL'AMBITO N°3 DEL P.I.R.U., adiacenti  
alle MAGLIE n.146 – 84 - 85 del P.R.G., IN ATTUAZIONE  
DEL D.P.P. DI RIGENERAZIONE URBANA ( L.R. 21/2008 e  
del C.C. n.17 del 21.03.2011)**

Trani, marzo 2012

**INDAGINE  
GEOMORFOLOGICA  
IDROGEOLOGICA  
SISMICA  
GEOTECNICA**

**dr. geol. Antonio De Napoli**

## PREMESSA

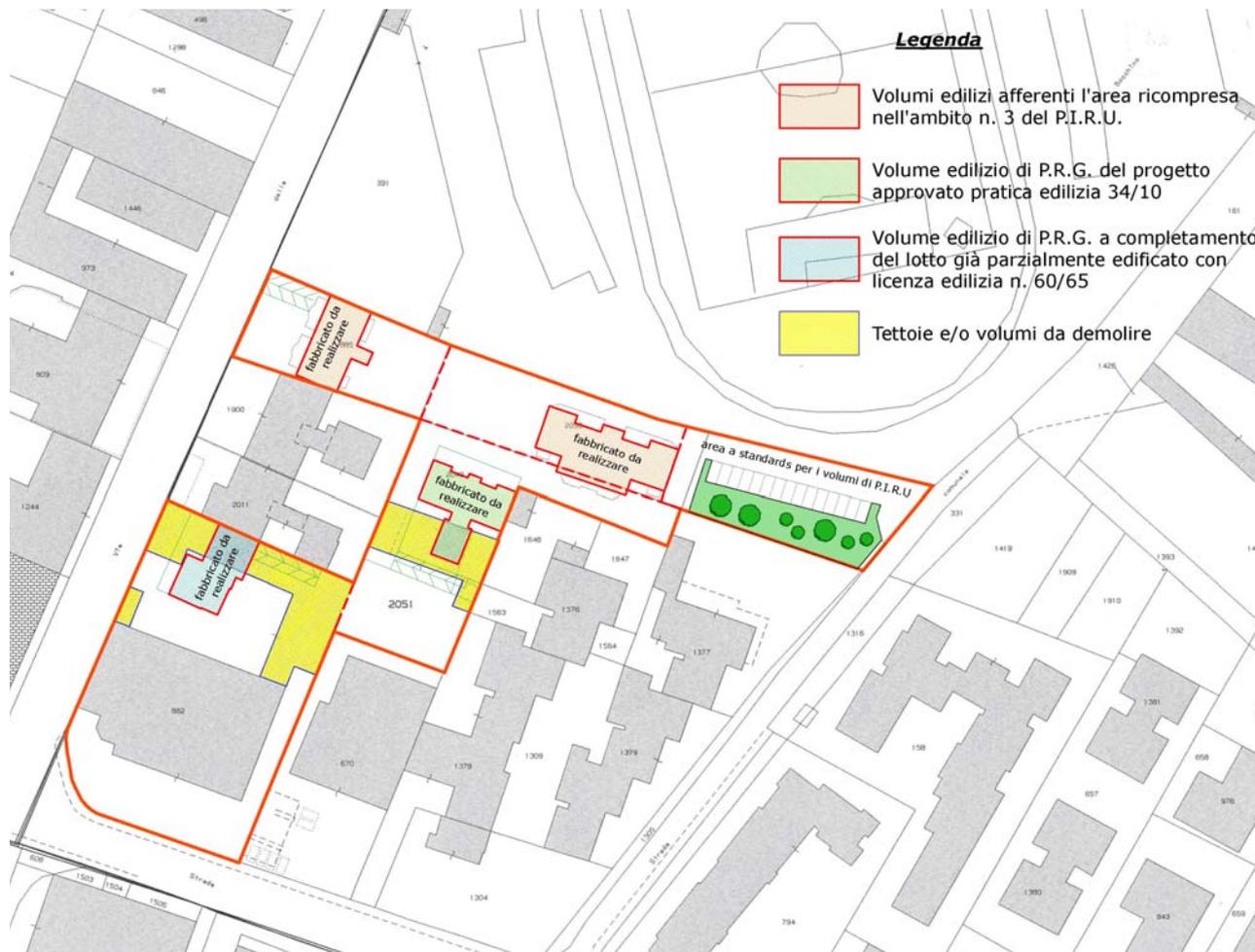
La seguente relazione ha come oggetto lo studio geologico e geomorfologico di un'area sita nel comune di Bisceglie (Bt), Foglio di mappa **2/C**.

Lo scopo dell'indagine è quello di accertare le condizioni geologiche, stratigrafiche, idrogeologiche e geotecniche per il **PIANO URBANISTICO ESECUTIVO PER LE AREE RICOMPRESSE NELL'AMBITO N°3 DEL P.I.R.U.**, adiacenti alle maglie n.146 – 84 - 85 del P.R.G., in attuazione del **D.P.P. DI RIGENERAZIONE URBANA ( L.R. 21/2008 e del C.C. n.17 del 21.03.2011)**

Per l'espletamento dell'incarico sono state effettuate le seguenti indagini:

- **rilievo geomorfologico**, per evidenziare la presenza di situazioni di instabilità quali frane, doline, linee di deflusso idrico, ecc.;
- **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 per la ricerca di falde idriche che possono interessare le costruzioni;
- **indagine sismica a rifrazione** a supporto dei suddetti studi e per la parametrizzazione elasto-meccanica del substrato di fondazione;
- **indagine MASW**, per il calcolo del Vs30 e conseguente classificazione del suolo di fondazione.

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 dpr 380/2001, DM 11.03.88, DM 14.01.08, 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 nelle zone sismiche **Z3**.

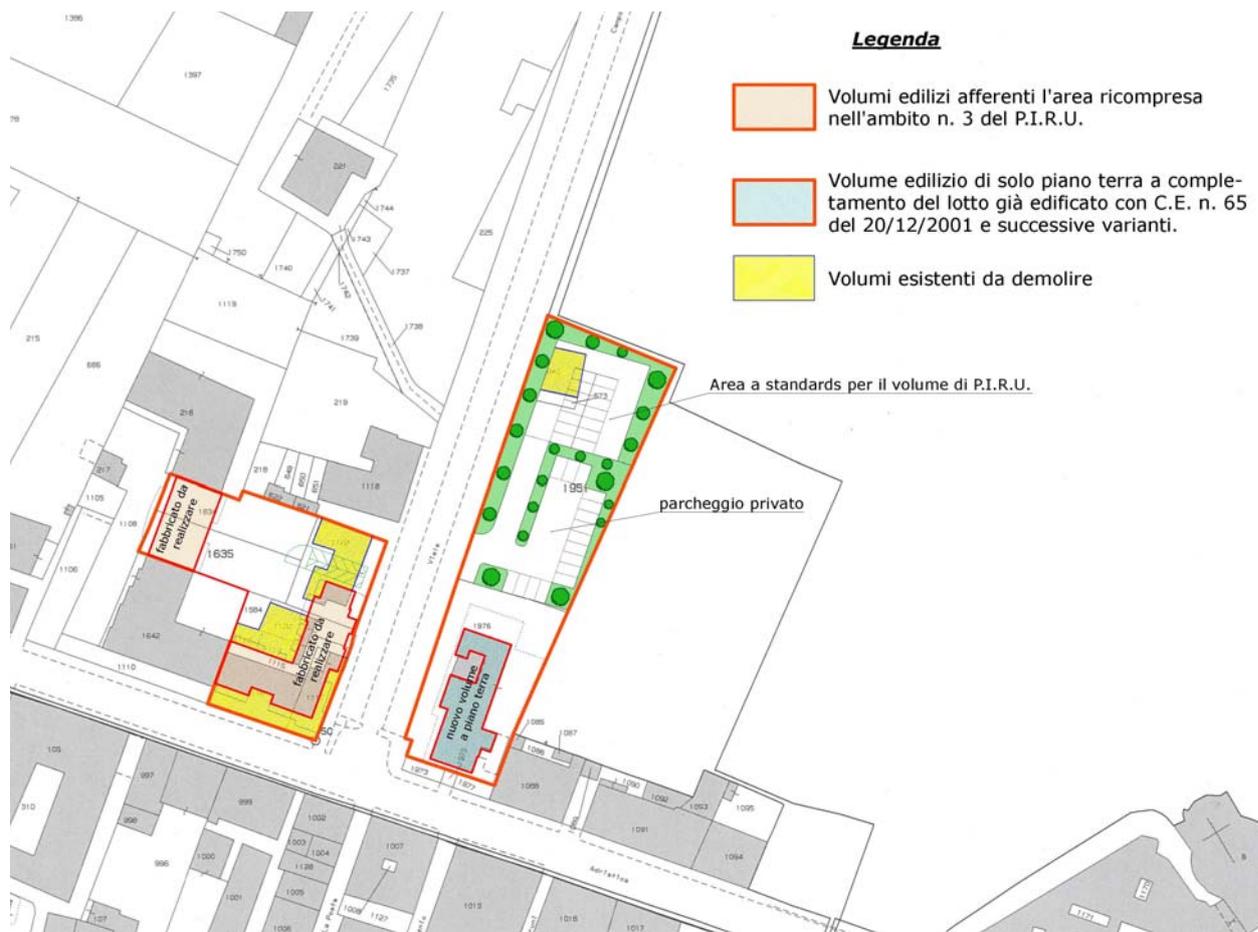


**Fig. 1 – Planimetria di progetto su mappa catastale delle aree d'intervento adiacenti e ricomprese nella maglia 146 del P.R.G., foglio di mappa 2/C**

## 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.



**Fig. 2 – Planimetria di progetto su mappa catastale delle aree d'intervento adiacenti e ricomprese nelle maglie 84 e 85 del P.R.G., foglio di mappa 2/C**

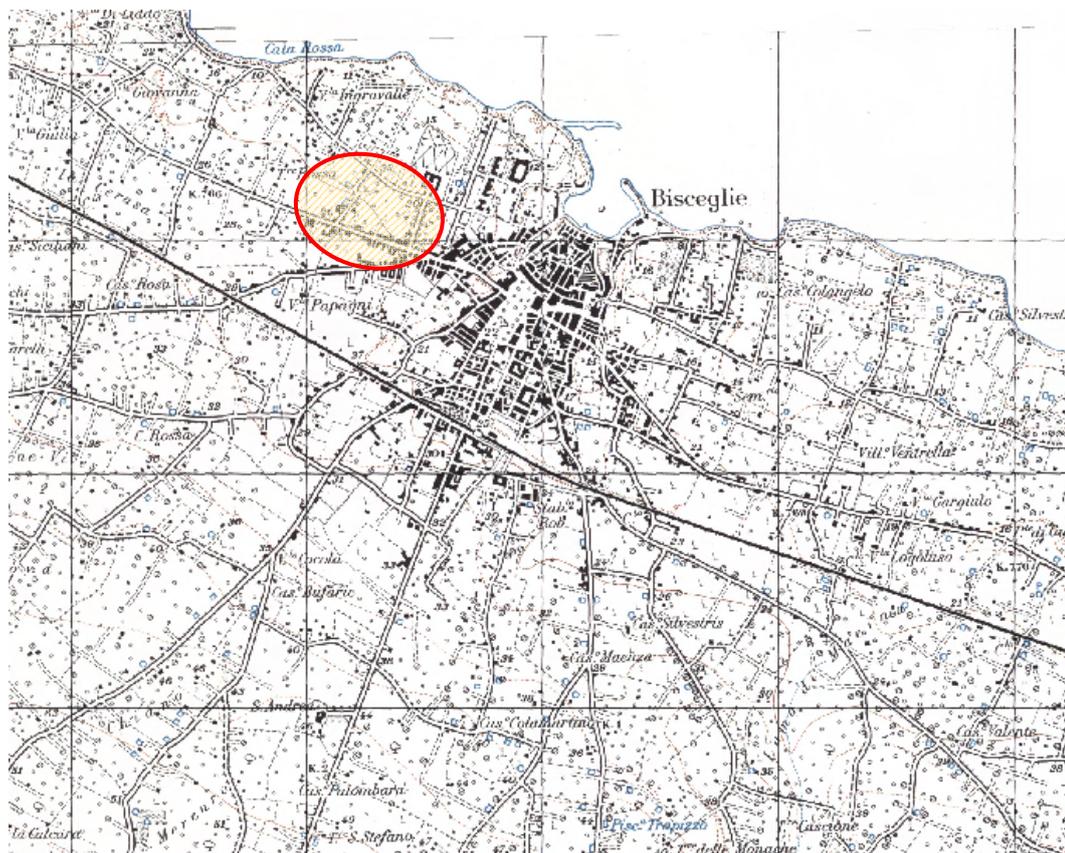
La successione stratigrafica presente in zona, iniziando dal termine più antico, comprende:

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

Il "**Calcare di Bari**" rappresenta il basamento rigido della zona ed è costituito da una serie sedimentaria prevalentemente calcarea caratterizzata, in questa zona, da calcari e da calcari dolomitici grigi ai quali s'intercalano, più o meno frequentemente, calcari bianchi micritici o bioclastici a grana fine. 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.

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. Contrariamente a quanto riportato sulla carta geologica I.G.M., in questa zona affiora a qualche centinaio di metri verso sud dall'area di progetto. 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. Frequenti sono i fossili marini interi ed in frammenti; stratigraficamente sono trasgressivi e discordanti sul "Calcere di Bari".



**Fig. 3 – Stralcio Foglio I.G.M. 177 tav. IV SW “Bisceglie”**

I "**Depositi Alluvionali**" distano oltre 300 m, in corrispondenza di antichi solchi erosivi, completamente urbanizzati. 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, provenienti dalle Murge nordoccidentali.



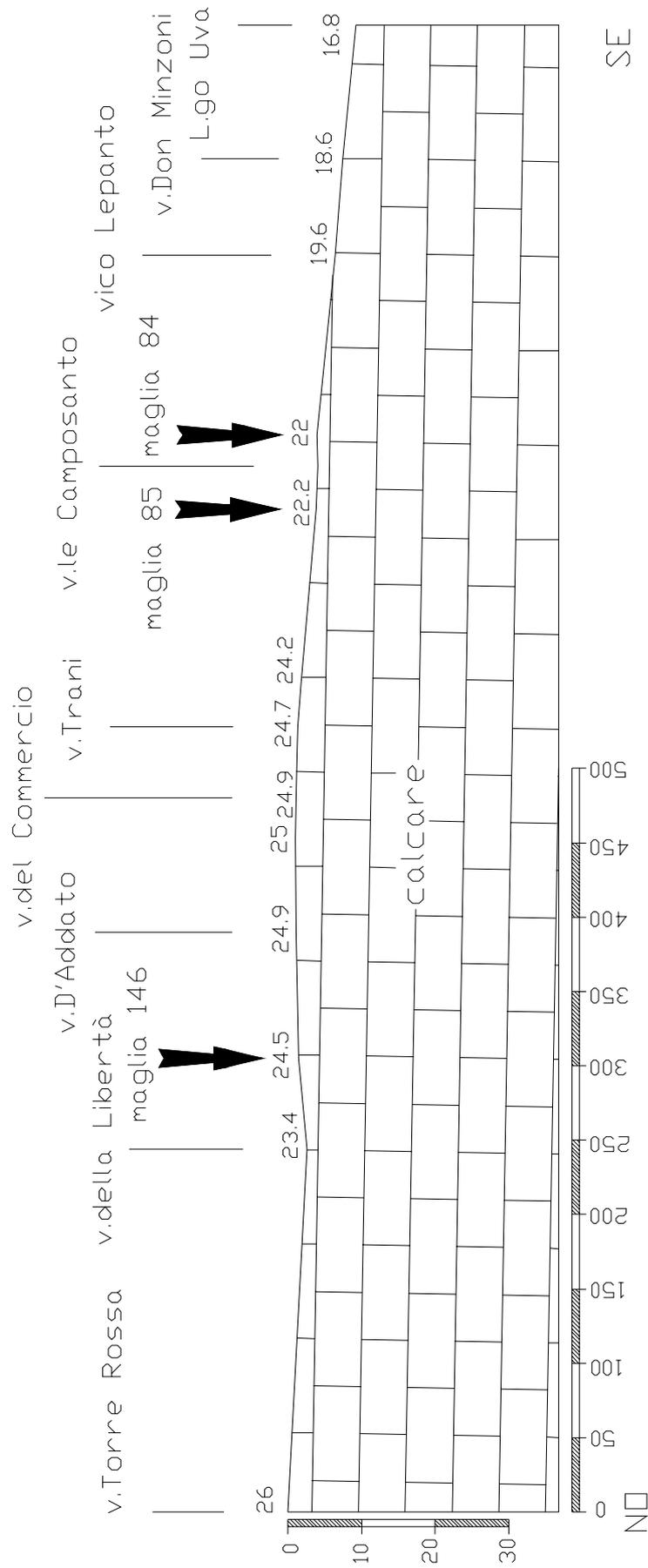
- Depositi alluvionali (af)
- Calcarenite di Gravina (Q<sup>ca</sup>)
- Calcare di Bari (C<sup>7-4</sup>)

**Fig. 4 – Stralcio del Foglio 177 “Bari” della Carta Geologica d’Italia**

### *Caratteri locali*

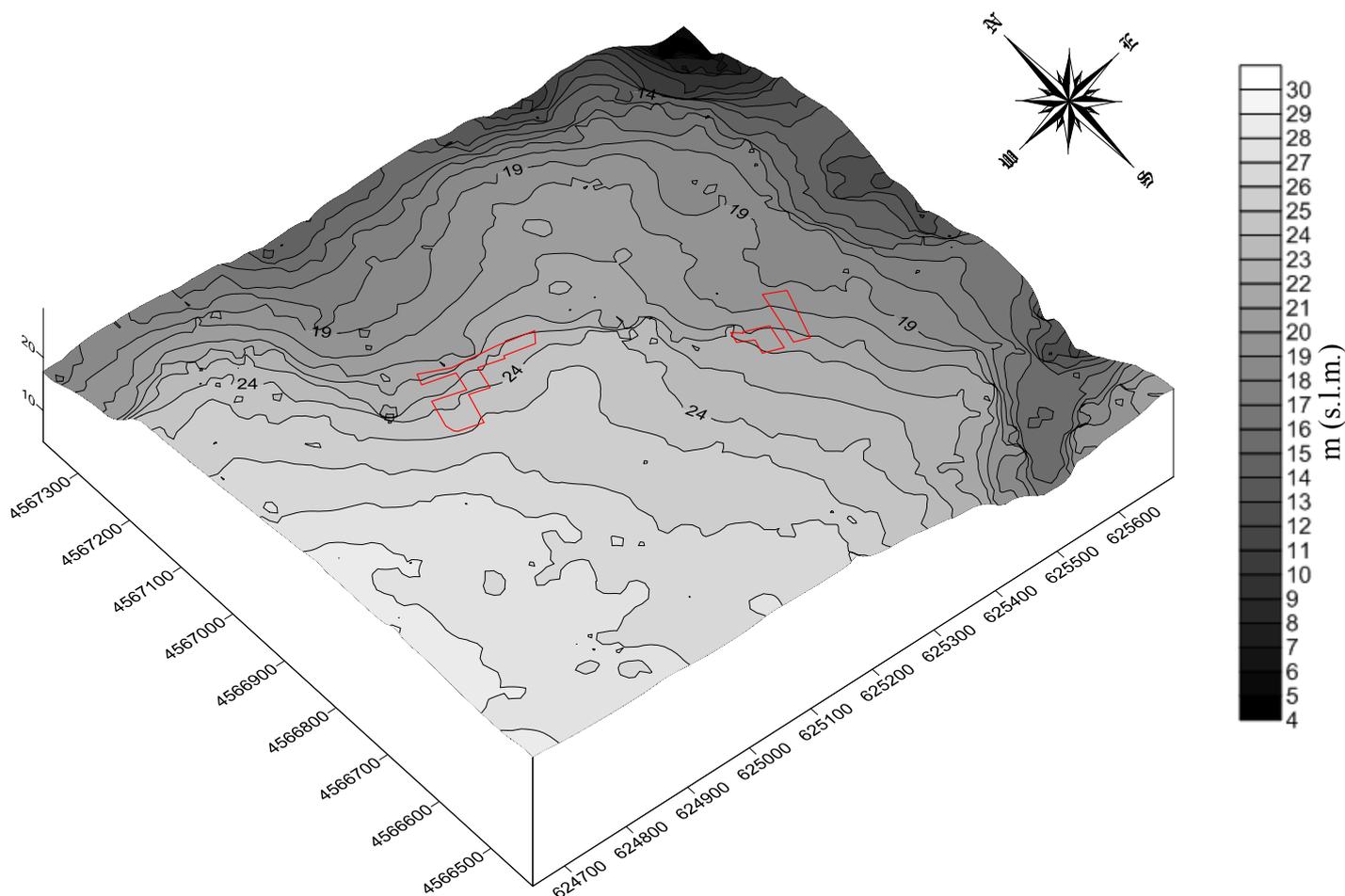
L'area adiacente e ricompresa la maglia 146 del P.R.G. è delimitata ad ovest da via della Libertà, a sud da via Bovio, a nord dal campo sportivo, ad est da via D'Addato.

Le aree adiacenti e ricomprese le maglie 84 e 85 del P.R.G. sono inserite a cavallo del viale Camposanto e delimitate a sud da via Bovio.



**Fig. 5– Sezione geologica**

Dal punto di vista morfologico il terreno è compreso nel penultimo terrazzo verso mare, presenta una superficie topografica caratterizzata da una pendenza verso NNE-NE pari a circa  $1^\circ$  con quota che varia da 25 a 20.2 metri sul l. m.; la distanza dal porto è di circa 650 m.



**Fig. 6 – modello morfologico tridimensionale della zona indagata.**

L'analisi litostratigrafica, fatta in corrispondenza di un fronte di scavo ed i risultati delle indagini geologiche e sismiche eseguite nell'area in esame, al di sotto di una copertura di materiale di riporto spessa circa 1.5 m, hanno evidenziato un sottosuolo costituito da tre orizzonti sismici, il cui passaggio è spesso definito da rifrattori sfumati, per il graduale aumento delle velocità sismiche con la profondità.

### Stratigrafia:

- 1) m 1.30-1.70 - materiale di riporto
- 2) m 1.30-1.70 - calcare fratturato
- 3) m 5.40-6.10 - calcare medio-bassa fratturazione
- 4) > m 10.00 - calcare bassa fratturazione

Il terreno di fondazione è roccioso di natura calcareo detritico organogena con colori sfumati dal bianco al beige appartenente alla formazione geologica del "Calcare di Bari". La parte superiore è costituita da strati di spessore variabile dai 10 ai 30 cm spesso ulteriormente suddivisa in pseudostrati.

Il numero di discontinuità per metro è di varia da 11-12 nell'orizzonte superiore (orizzonte 2) a 2-3 nell'orizzonte 4 passando da 5-6 nell'orizzonte 3 con un valore di R.Q.D. parimenti variabile dal 30% al 69% passando dal 47% nell'orizzonte 4.

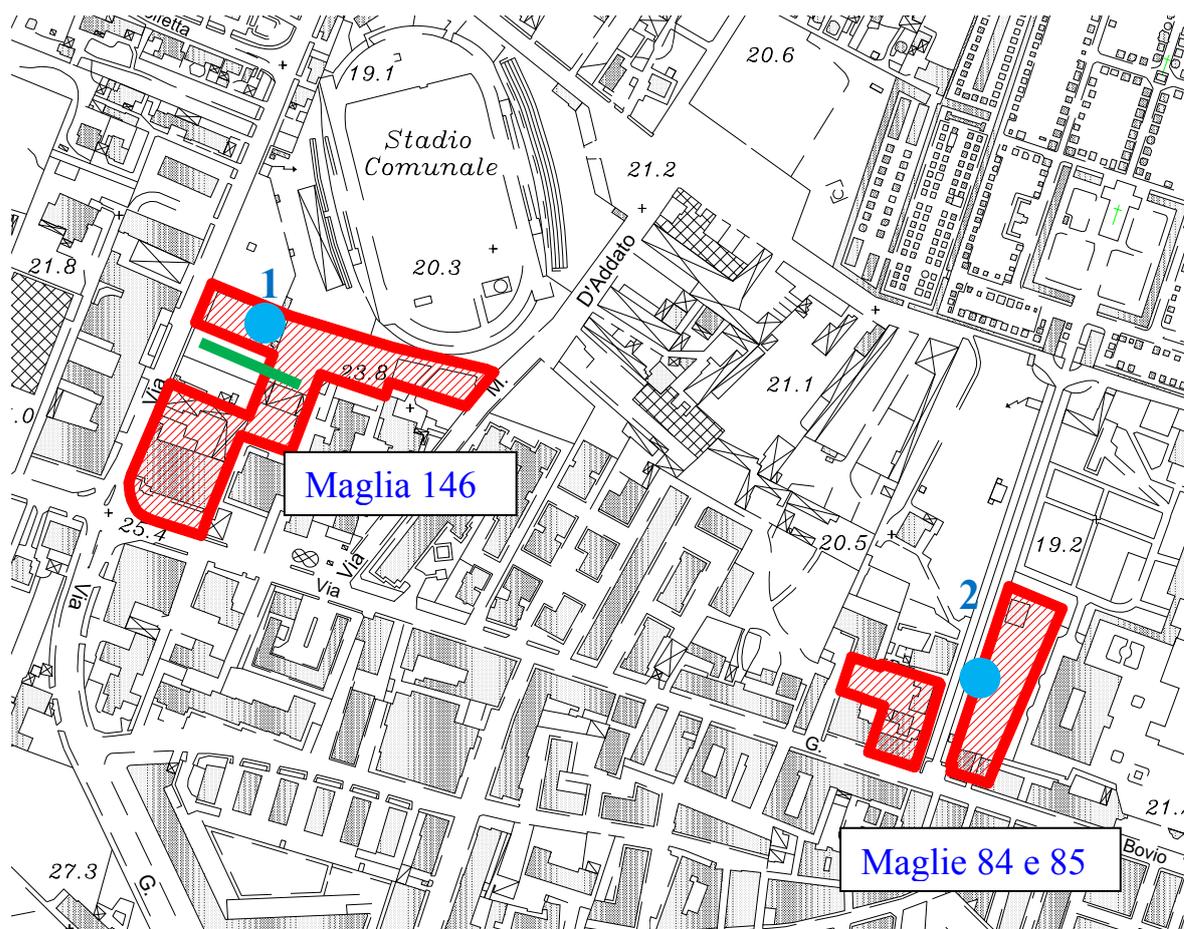


**Fig. 7 – Fronte di scavo**

Di conseguenza lo stato di fratturazione del substrato roccioso tende a diminuire con la profondità. Il grado di alterazione carsica, evidenziato dalla presenza di terra rossa lungo le discontinuità e le superfici interstrato, è collegato alla percolazione delle acque meteoriche

nel sottosuolo attraverso le micro e macro fratture della roccia e tende anch'esso, a diminuire con la profondità. Il substrato evidenzia pertanto una leggera disomogeneità strutturale che, con la profondità, tende progressivamente a ridursi.

L'esame visivo dei luoghi non ha evidenziato forme carsiche evidenti, impluvi o situazioni morfologiche degne di nota.



**Fig. 8 – Stralcio rilievo fotogrammetrico con ubicazione delle indagini**

## Indagine geofisica

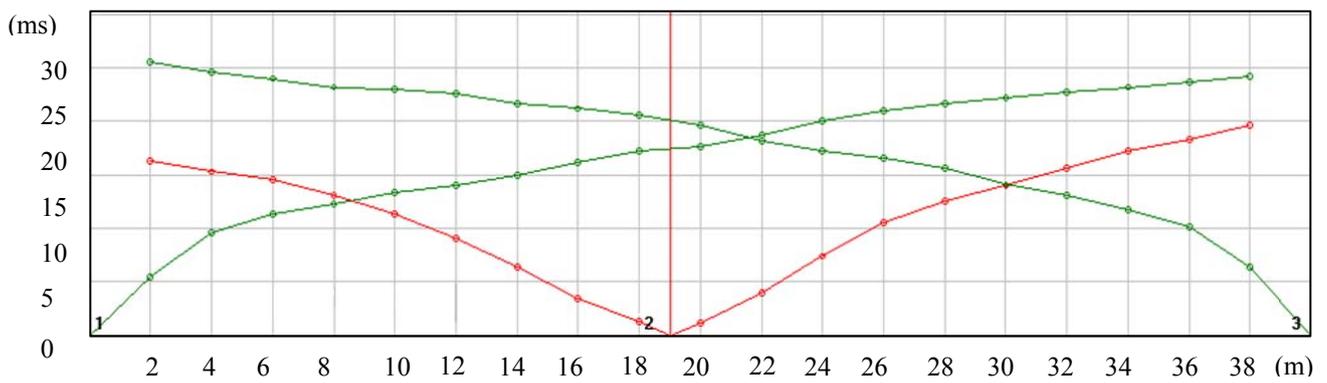
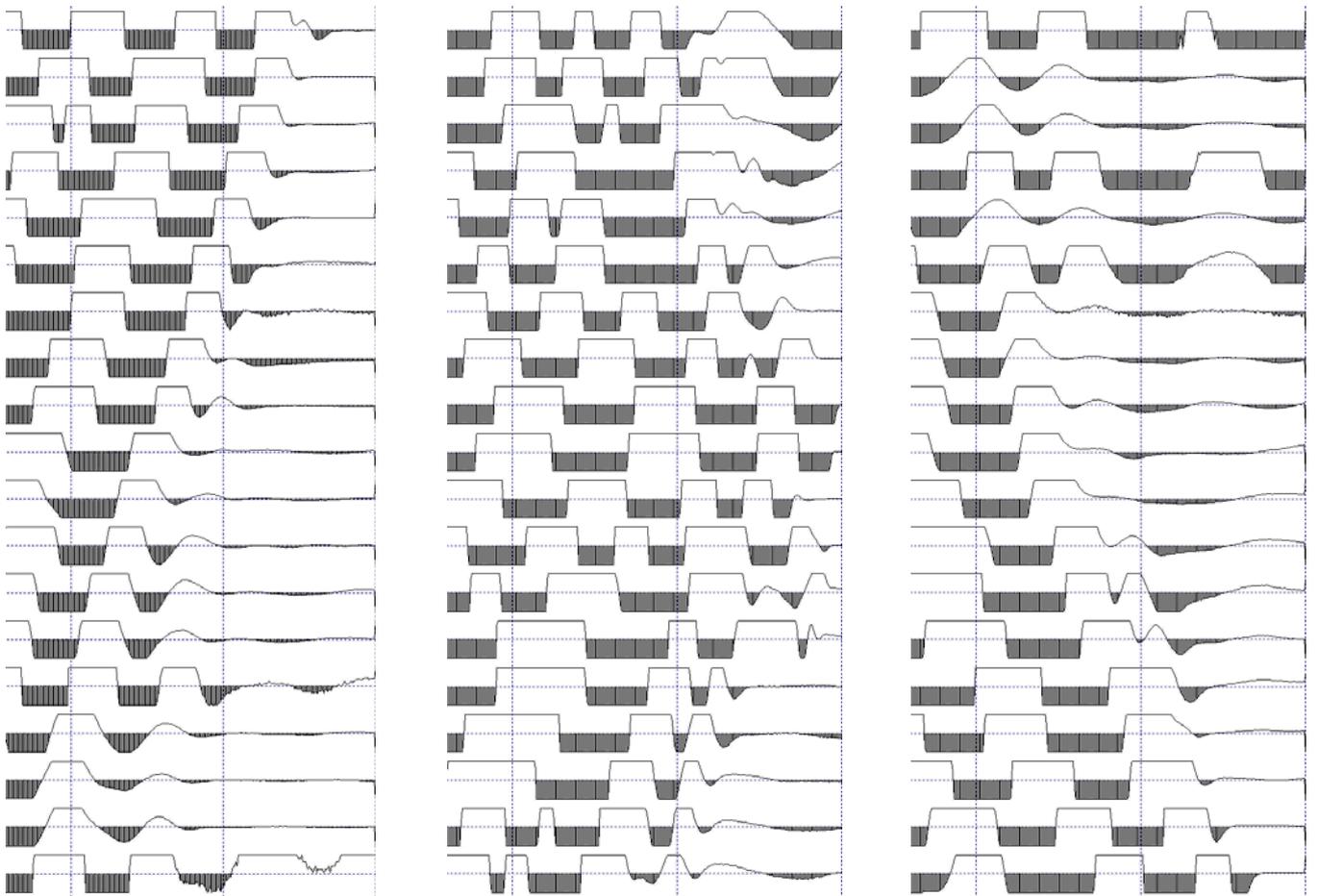
Per definire la successione lito-stratigrafica, le anomalie strutturali e le caratteristiche geomeccanico del terreno di fondazione sono stati eseguiti due stendimenti sismici secondo la metodologia a rifrazione e MASW, con un sismografo DoReMi della "SARA e.i." a 16 bit con geofoni con frequenza di 4.5 Hz.

### Sismica a rifrazione

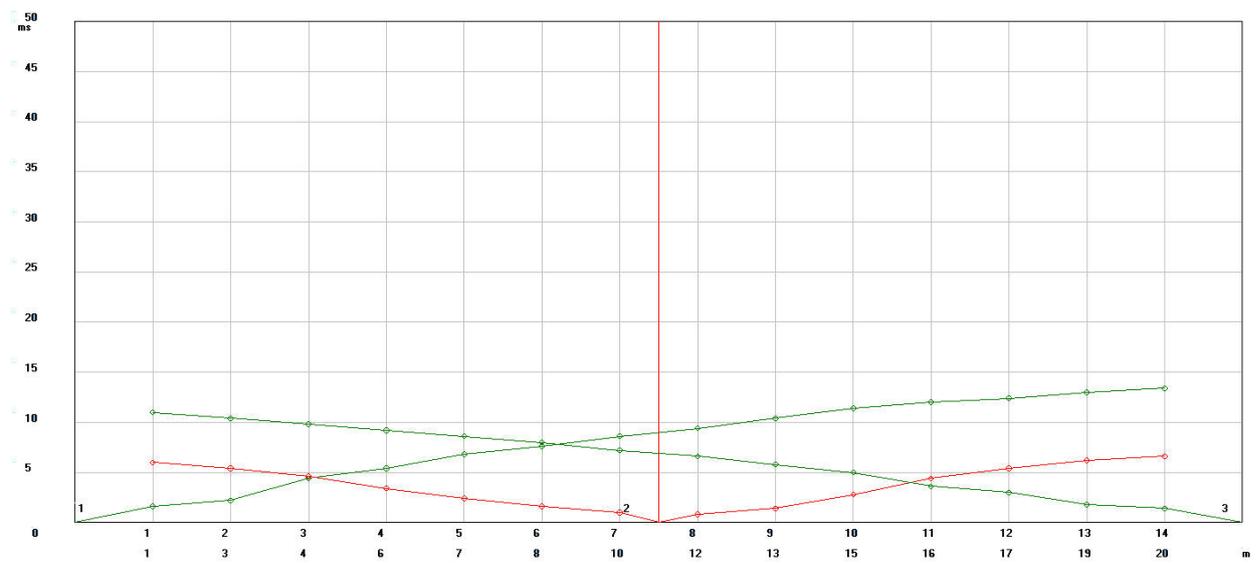
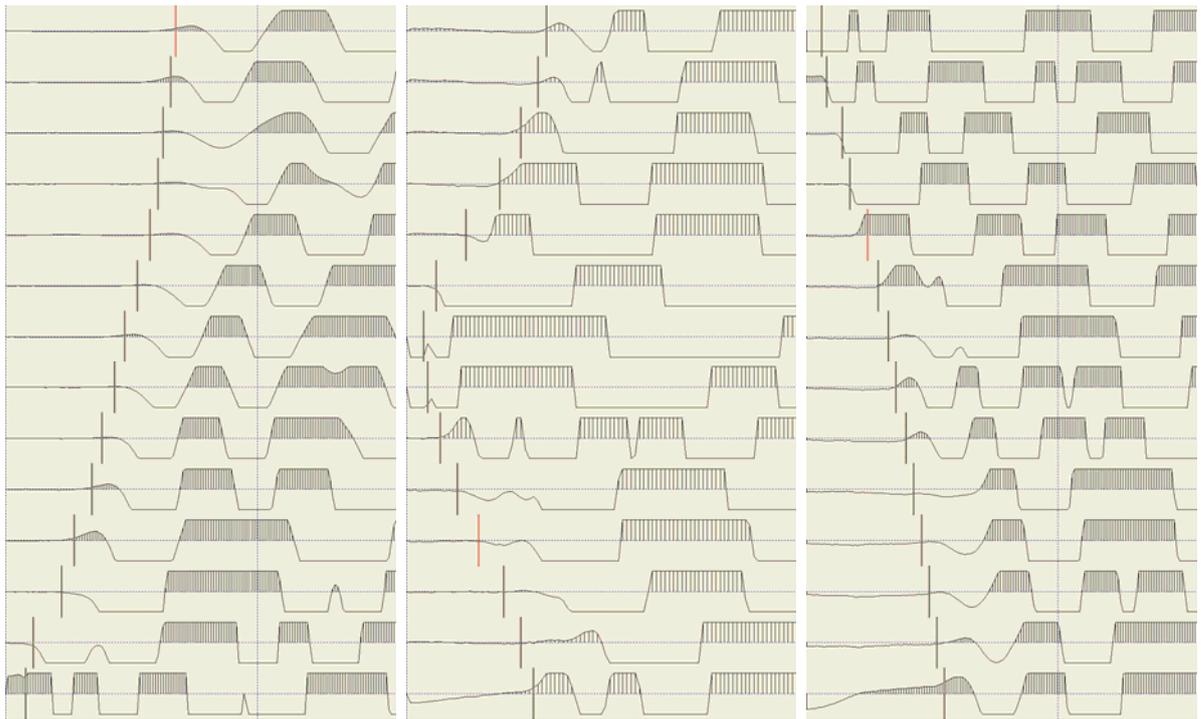
Il metodo consiste nella rilevazione delle velocità delle onde sismiche, generate da una massa battente, attraverso un'interfaccia tra due mezzi con diverse caratteristiche elastiche. I valori di velocità delle onde sismiche, misurati in sito per ciascun volume di sottosuolo differenziato, unitamente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

Questi risultano derivano 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.

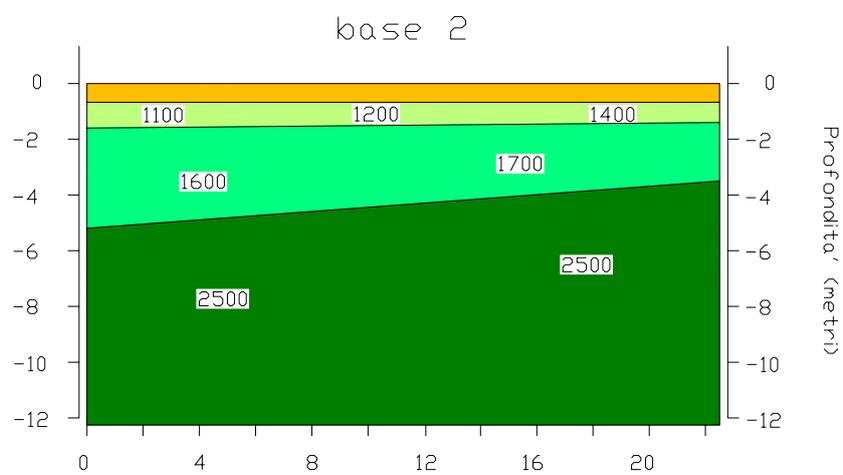
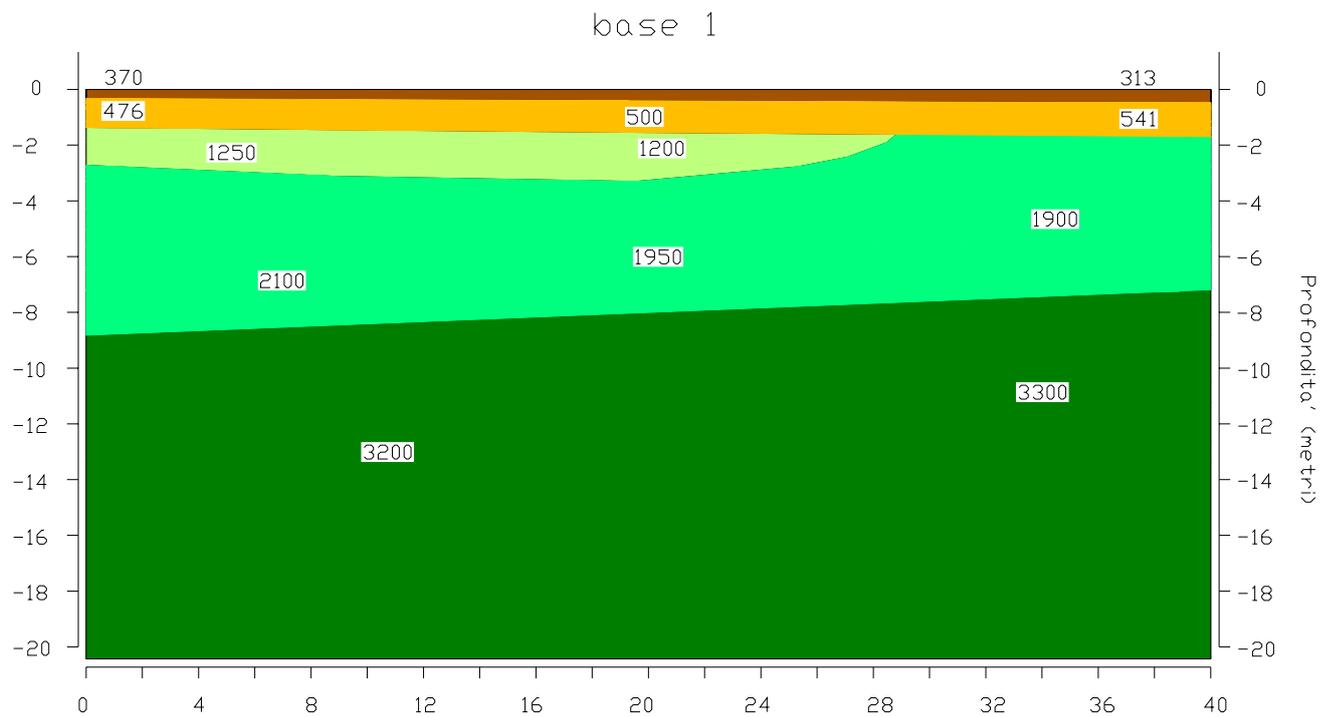
- **Sismostrato A:** è caratterizzato da velocità  $V_p$  500 m/s, spessore di circa 1,50 metri; la facies di riferimento è quella del materiale di riporto di natura sabbioso-ghiaiosa e terreno vegetale.
- **Sismostrato B:** la facies litologica relativa a questo orizzonte è rappresentata dal basamento calcareo con grado di alterazione-fratturazione medio-alto; le velocità si attestano su valori di 1100-1200 m/s.
- **Sismostrato C:** la facies litologica relativa a questo orizzonte è rappresentata dal basamento calcareo con grado di alterazione-fratturazione medio; le velocità si attestano su valori di 1900-2000 m/s.
- **Sismostrato D:** questo orizzonte rappresenta il bed-rock della successione stratigrafica, è caratterizzato da strati calcarei poco fratturati con una  $V_p=3200-3300$  m/s.



**Fig. 9 – Base 1 - Sismogrammi e dromocrona**

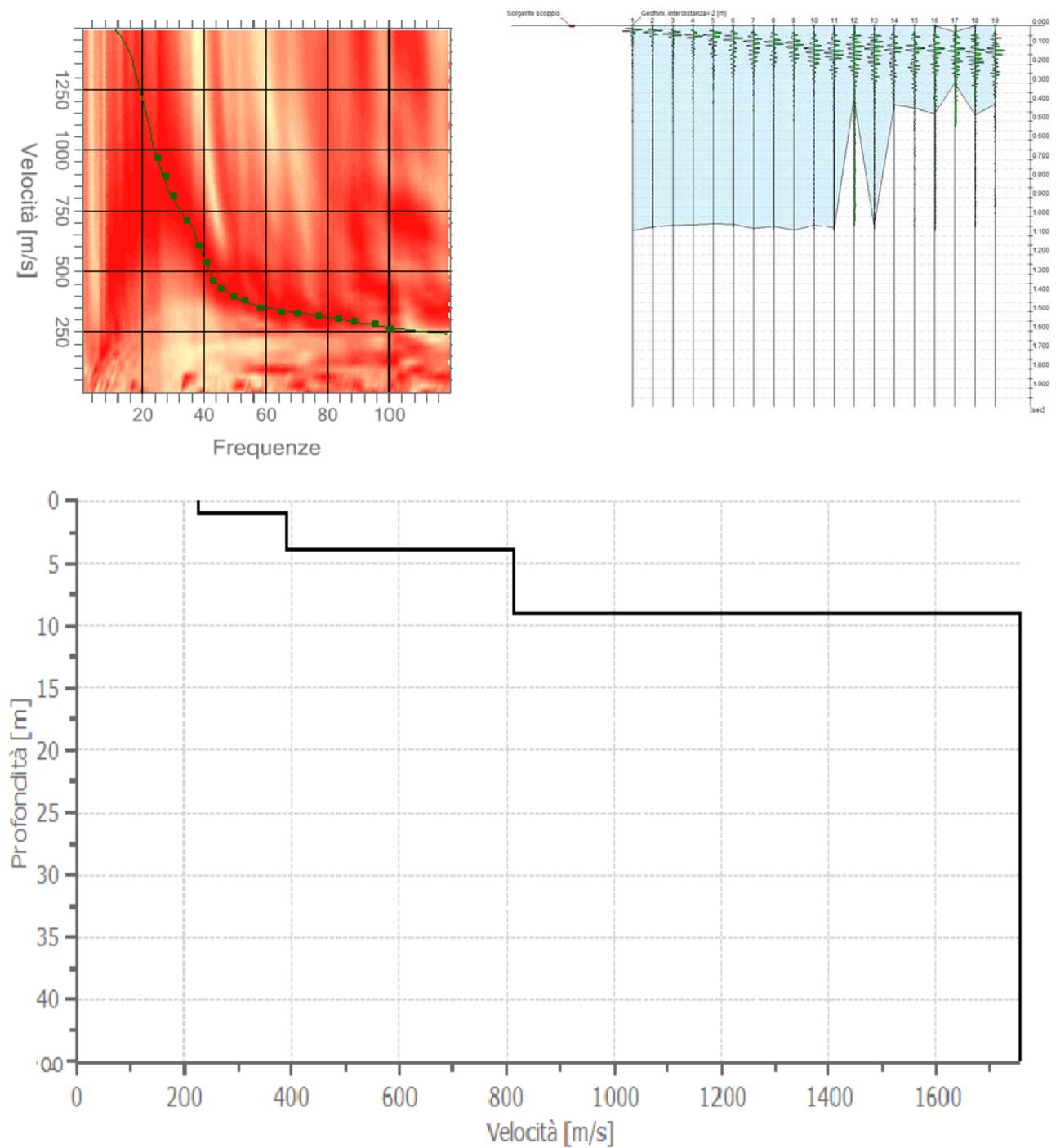


**Fig. 10 – Base 2 - Sismogrammi e dromocrona**



- |   |                |   |                                   |
|---|----------------|---|-----------------------------------|
|  | riporto areato |  | calcare medio-alta fratturazione  |
|  | riporto        |  | calcare media fratturazione       |
|   |                |  | calcare medio-bassa fratturazione |

**Fig. 11 – Sismica a rifrazione: interpretazione sismo-stratigrafica onde Vp**



**Fig. 12 – Indagine MASW – spettro, sismogramma, sismostrato onde Vs**

## Sismica M.A.S.W.

L'indagine sismica M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves) si basa sull'analisi delle onde superficiali di Rayleigh.

Questo metodo fornisce una buona risoluzione e non è limitato dalla presenza di inversione di velocità in profondità. Inoltre, la propagazione delle onde di Rayleigh, anche se influenzata dalla  $V_p$  e dalla densità, è funzione innanzitutto della  $V_s$ , parametro di fondamentale importanza per la caratterizzazione geotecnica di un sito secondo quanto previsto dal DM 14.01.08. 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 delle velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della lunghezza d'onda (o della frequenza, suo inverso), è possibile determinare la variazione di velocità delle onde di taglio con la profondità tramite il processo d'inversione.

I risultati dell'indagine MASW sono esposti nel capitolo "Categoria del sottosuolo".

### Parametri elasto-meccanici

I dati provenienti dal rilievo geomeccanico e dal rilievo 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.

- Il sistema **C.S.I.R.**, proposto da Bieniawski (89)
- La classificazione di **Zeza** (75)
- I modelli matematici di **Rzhevsky e Novik (71)** e **Broili (77)**
- **Ed** (modulo di Young dinamico) - Brown e Roberthshaw
- **Es** (modulo statico) - Rzhevsky e Novik (71), NAV FAC Manual, Denver, Schmertmann
- **G** (modulo di taglio) - Ohsaki & Iwasaki (73), Crespellani & Vannucchi
- $\gamma$  densità naturale del terreno) - Grant e West (65)

- $\phi$  (angolo d'attrito) – C.S.I.R. (89) – Sen & Sadagah (03), Mayerhof, De Mello, Sowers, Malcev, Peck e a.
- **RQD** - correlato Zezza (75), Budetta e a. (2001)
- $\sigma_r$  rottura a compressione - Rzhevsky e Novik (71), Zezza (78)
- **u.c.s.** (carico di rottura esp. lib.) - Manev ed Avramova-Tacheva (70)
- **Nspt** (n° colpi penetrometro) – Maugeri & Carrubba (83), Ohsaki & Iwasaki

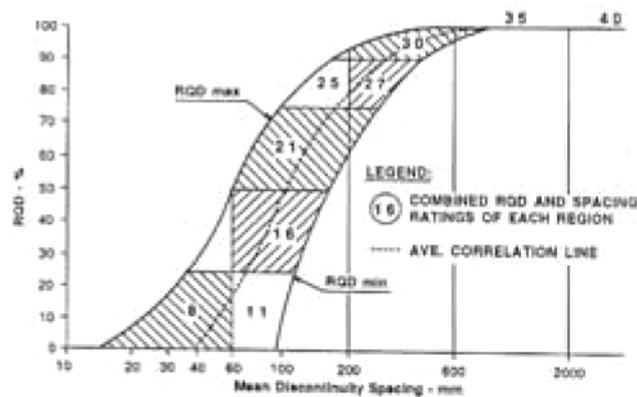


Fig. 13 – Correlazione tra RQD e discontinuità (Bieniawski)

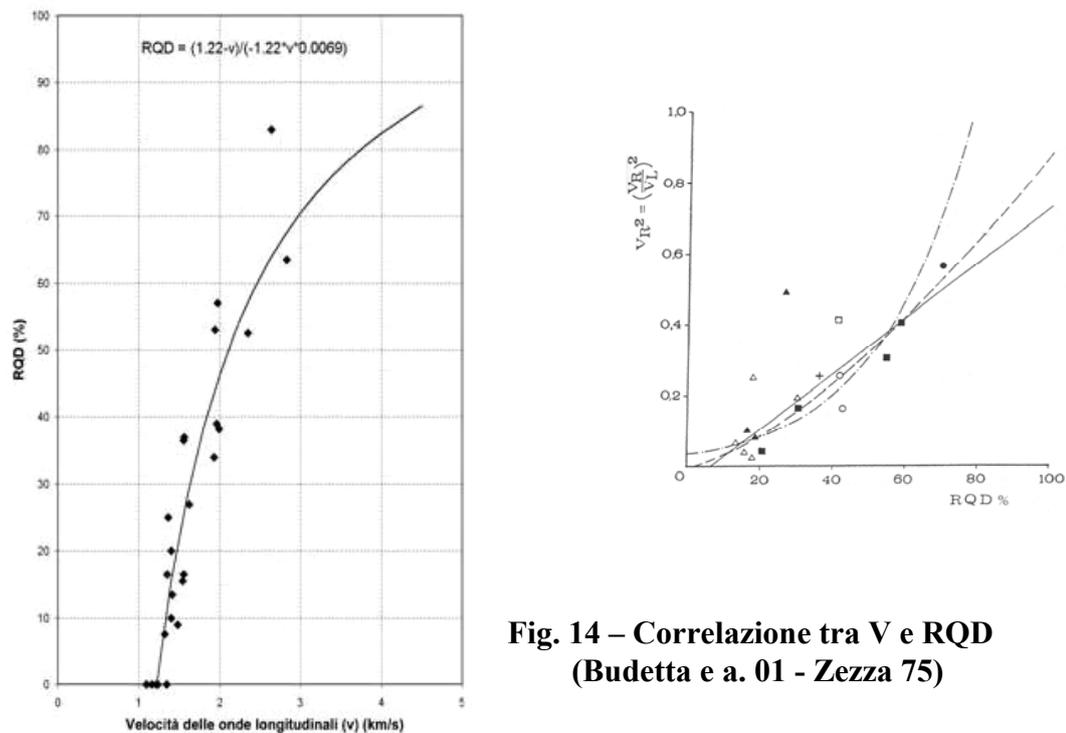
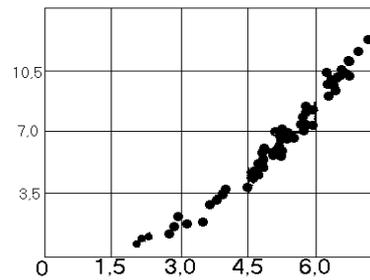
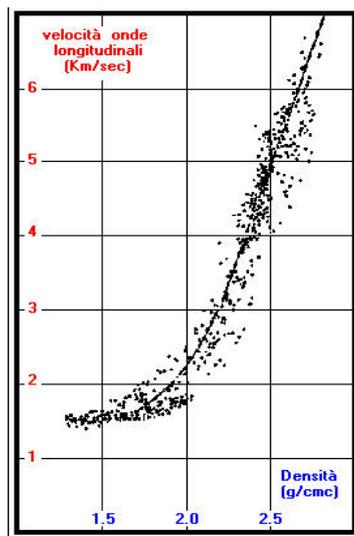


Fig. 14 – Correlazione tra V e RQD (Budetta e a. 01 - Zezza 75)



**Fig. 15 – Correlazione tra  $V_p/\gamma$  (Nate-Drake) e  $V_p/Ed$  (Brown e Robertshaw)**

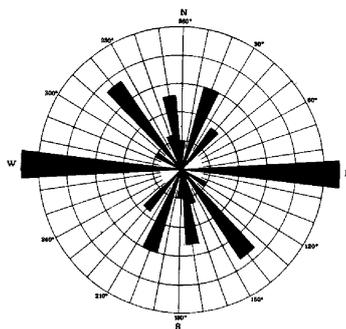
<b>Parametri sismici</b>		<b>I orizzonte</b>	<b>II orizzonte</b>	<b>III orizzonte</b>
velocità onde P	m/s	1100 - 1200	1900 - 2100	3200 - 3300
velocità onde S	m/s	528 - 576	957 - 1058	1769 - 1852
mod. dinamico Young $E_d$	MPa	1584 - 1885	5849 - 7145	20832 - 22665
rigidità sismica R	t/cm <sup>2</sup> s	1020 - 1131	2049 - 2308	4181 - 4404
<b>Parametri elasto-meccanici</b>				
litologia		calcare	calcare	calcare
fratturazione		alta	media	bassa
spessore	m	1.30-1.70	5.40-6.10	>20.00
densità in sito $\gamma$	g/cm <sup>3</sup>	1.93 - 1.96	2.14 - 2.18	2.36 - 2.38
mod. statico di Young $E_s$	Kg/cm <sup>2</sup>	1207 - 1546	6002 - 7459	22845 - 24906
modulo di taglio G	MPa	587 - 698	2199 - 2686	8137 - 8923
angolo di attrito $\alpha$	gradi	36 - 36	41 - 42	47 - 47
modulo di Poisson $\mu$		0.35 - 0.35	0.33 - 0.33	0.28 - 0.27
discontinuità per metro	n°	12 - 11	6 - 5	3 - 2
rottura monoassiale in lab.	Kg/cm <sup>2</sup>	450 - 500	550 - 600	750 - 750
u.c.s.	Kg/cm <sup>2</sup>	8.01 - 9.14	17.16 - 23.97	57.72 - 85.43
RQD	%	29 - 31	45 - 49	68 - 70
indice RMR		43 - 46	66 - 69	88 - 89
qualità C.S.I.R.		scadente - scadente	discreta - discreta	buona - buona
coeff. spinta passiva K		3.803 - 3.929	4.900 - 5.104	6.410 - 6.531

## CENNI DI TETTONICA

Dal punto di vista strutturale l'area è caratterizzata da un assetto essenzialmente tabulare, con blande evidenze plicative nei calcari del substrato, che risultano spesso dislocati da elementi strutturali di tipo lineare (faglie dirette) a testimonianza di una tettonica distensiva piuttosto intensa. Le **fasì tettoniche**, riconosciute nella formazione mesozoica dei "Calcari di Bari", sono essenzialmente due:

- la prima, di età cenozoica, legata alla tettonica compressiva orogenetica, ha determinato la formazione di un sistema di pieghe con assi orientati prevalentemente in direzione NW-SE;
- la seconda, di età plioquaternaria, può essere ricondotta agli estesi fenomeni disgiuntivi dovuti ad un generale e differenziale sollevamento della regione. A questa fase sono riconducibili due eventi distensivi responsabili dei sistemi di faglie dirette riscontrabili nell'area, le cui direzioni di stress sono state rispettivamente NW-SE e NNE-SSW.

Il territorio di Bisceglie si inserisce nel contesto regionale della Murgia nordoccidentale caratterizzato da un motivo tettonico principale essenzialmente distensivo, dato da una monoclinale immergente 5°-20° a SSW, disturbata da blande pieghe e da faglie variamente orientate, a rigetto modesto. Le pieghe principali più vicine sono la sinclinale che attraversa in senso est-ovest l'abitato di Terlizzi, la sinclinale Ruvo-Palo del Colle, orientata a NW, l'anticlinale Bitonto-Corato, e la sinclinale di Giovinazzo, entrambe orientate ad Est.



Le linee di fratturazione tettonica influenzano lo sviluppo e l'allineamento delle cavità carsiche ipogee e la direzione di deflusso della falda idrica. L'orientazione della canalizzazione carsica sotterranea, ad andamento orizzontale o suborizzontale, rientra nelle direzioni preferenziali della Murgia nordoccidentale, situata ad ovest dell'allineamento S. Spirito-Altamura.

**Fig. 16– Orientazione della canalizzazione carsica sotterranea**

## SISMOLOGIA

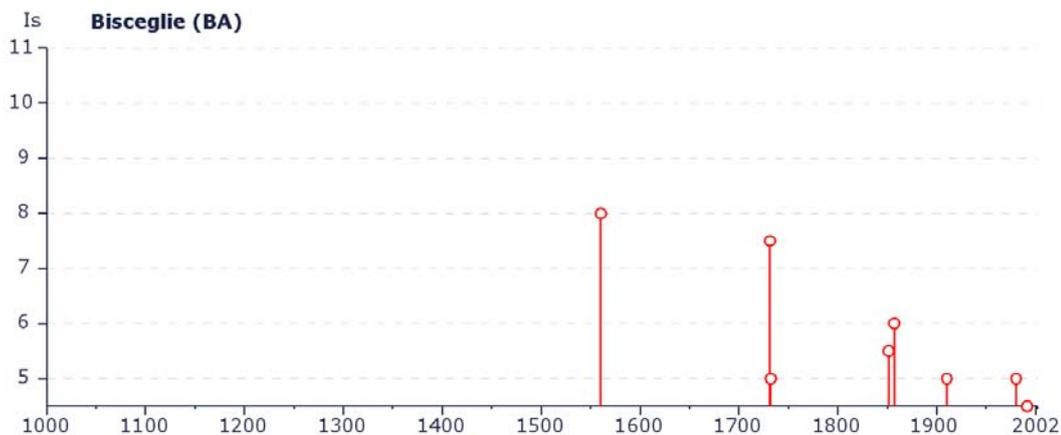
In generale il quadro sismotettonico di un territorio è caratterizzato da:

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

La provincia di Bari 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).

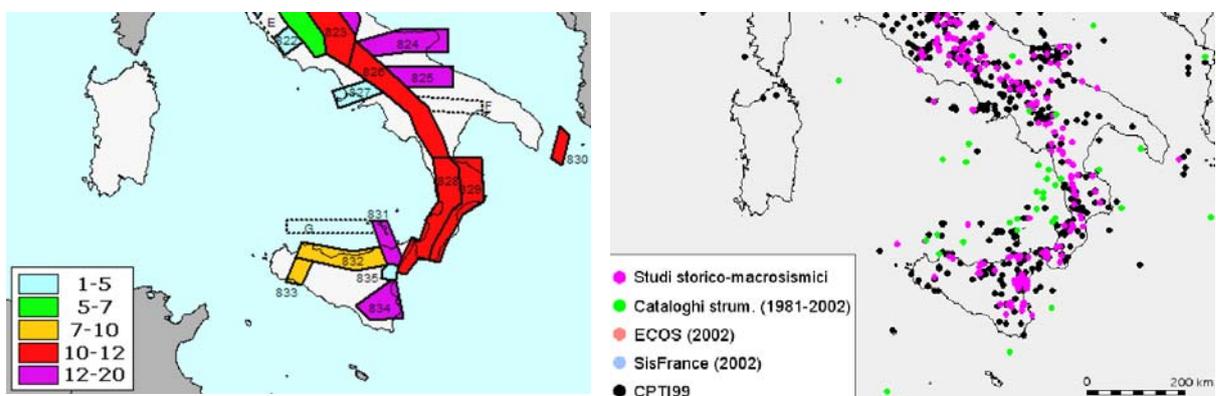


**Fig. 17 – Storia sismica di Bisceglie limitatamente a valori di Is (x10)  $\geq$  45 (GNDT – DOM4.1)**

Numero di eventi: 20

Effetti	In occasione del terremoto del:								
Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Area epicentrale	Np	Ix	Mw
8	1560	05	11	04	40	Barletta-Bisceglie	7	8	5.67
F	1694	09	08	11	40	Irpinia-Basilicata	253	11	6.87
4	1702	03	14	05		Beneventano-Irpinia	37	10	6.32
F	1706	11	03	13		Maiella	99	10-11	6.60
7-8	1731	03	20	03		Foggiano	50	9	6.34
5	1732	11	29	07	40	Irpinia	168	10-11	6.61
5-6	1851	08	14	13	20	Basilicata	102	10	6.33
6	1857	12	16	21	15	Basilicata	337	11	6.96
2	1892	06	06			TREMITI	72	7	5.07
3	1893	08	10	20	52	Gargano	69	8-9	5.44
3	1904	04	08	08	22	GARGANO	32	7	4.98
5	1910	06	07	02	04	Irpinia-Basilicata	376	9	5.87
3-4	1915	01	13	06	52	AVEZZANO	1040	11	6.99
3	1933	03	07	14	39	BISACCIA	42	6	5.13
2	1963	02	13	12	45	TITO	31	7	5.26
2	1966	07	06	04	24	LUCANIA	46	4	4.62
5	1980	11	23	18	34	Irpinia-Basilicata	1317	10	6.89
3-4	1988	04	26	00	53	ADRIATICO CENTRALE	78	5-6	5.43
4-5	1991	05	26	12	25	POTENTINO	597	7	5.22
3	1995	09	30	10	14	GARGANO	145	6	5.22

- 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);
- RS registrazione strumentale;



**Fig. 18 – a) Classe di profondità (in Km) della zonazione sismogenetica ZS8  
b) Distribuzione dei terremoti, secondo l'origine dei dati di base**

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.

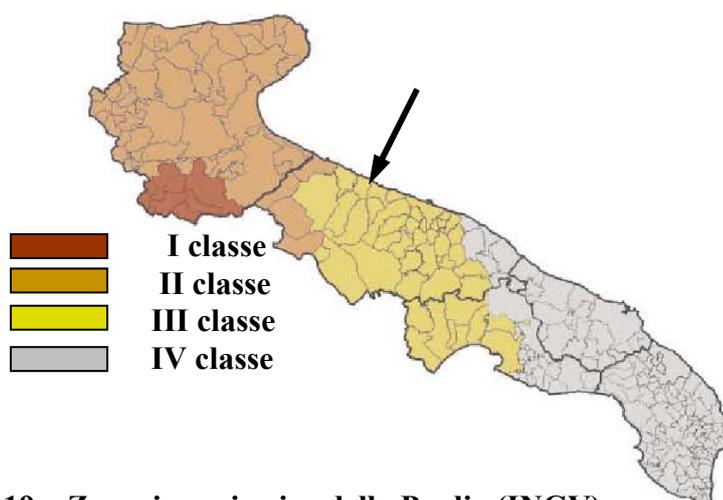


Fig. 19 – Zonazione sismica della Puglia (INGV)

### *Pericolosità sismica di base*

La modellazione sismica del sito di costruzione è regolamentata dal paragrafo 6.2.2 delle NTC (DM 14.01.08) e dal paragrafo 6.2 della Circolare del 02.02.09 n. 617.

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  $P_{V_R}$ , 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  $P_{V_{R1}}$ , 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 e 3.2.III)

La classificazione della categoria di sottosuolo si effettua in base ai valori della velocità equivalente  $V_{s30}$  di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità. Per le fondazioni superficiali, tale profondità 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.

Non conoscendo la profondità di posa delle fondazioni ed essendo questa una classificazione preliminare, il calcolo del  $V_{s30}$ , previsto dall'ordinanza 3274 del Presidente del Consiglio dei Ministri e dal D.M. 14.01.08, è stato eseguito considerando il piano di appoggio delle fondazioni in corrispondenza del 1° orizzonte calcareo.

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}} = 1184 \text{ m/sec}$$

Le indagini sismiche a rifrazione e MASW hanno fornito un valore del  $V_{s30}$  pari a 1184 m/sec per cui in riferimento alla suddetta ordinanza, il terreno di fondazione rientra nella categoria di suolo di fondazione "A", trattandosi di formazione rocciosa caratterizzata da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità, con una  $V_{s30} > 800$  m/sec.

Tabella 3.2.II – *Categorie di sottosuolo*

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Deposit</i> di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Deposit</i> di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Tabella 3.2.III – *Categorie aggiuntive di sottosuolo.*

Categoria	Descrizione
S1	Deposit di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Deposit di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

### 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.



**Coordinate WGS84:**

**Lat: 41.244885**

**Long.: 16.491712**

## PARAMETRI E COEFFICIENTI SISMICI determinati con **GeoStru PS**

### Sito in esame.

latitudine: 41,245859 [°]

longitudine: 16,492538 [°]

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]

### Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	31236	41,245660	16,482920	804,5
Sito 2	31237	41,243890	16,549360	4755,7
Sito 3	31015	41,293860	16,551690	7275,1
Sito 4	31014	41,295620	16,485250	5566,6

### Parametri sismici

Categoria sottosuolo: A

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficiente  $c_u$ : 1

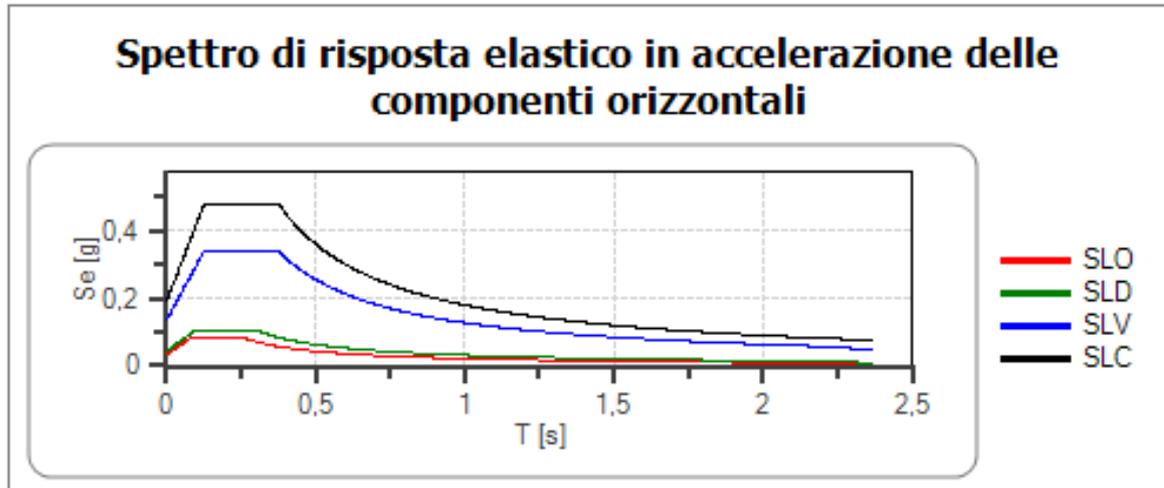
	Prob. superament o [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,034	2,493	0,254
Danno (SLD)	63	50	0,043	2,510	0,294
Salvaguardi a della vita (SLV)	10	475	0,136	2,508	0,376
Prevenzion e dal collasso (SLC)	5	975	0,192	2,494	0,376

## Spettri di risposta

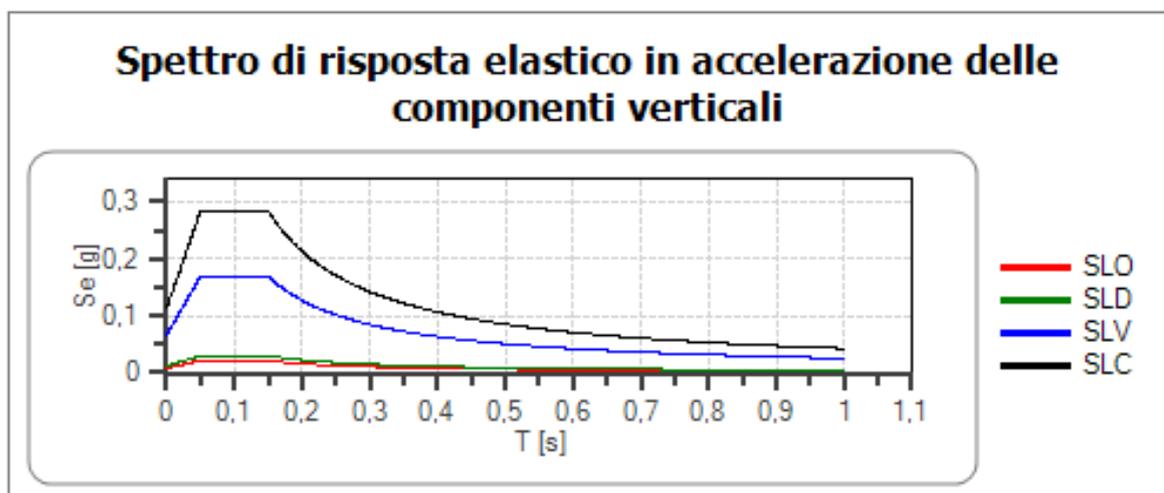
### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali e verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi = 5\%$

Fattore che altera lo spettro elastico  $\eta = 1,000$



	$\alpha_1$	$\alpha_g$ [g]	$F_0$	$T_c'$ [s]	$S_x$	$C_c$	$S_t$	$S$	$\eta$	$T_B$ [s]	$T_C$ [s]	$T_D$ [s]
SLO	1	0,034	2,493	0,254	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,085	0,254	1,736
SLD	1	0,043	2,510	0,294	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,098	0,294	1,771
SLV	1	0,136	2,508	0,376	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,125	0,376	2,142
SLC	1	0,192	2,494	0,376	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,125	0,376	2,369



	$\alpha_1$	$\alpha_g$ [g]	$F_0$	$T_c'$ [s]	$S_x$	$C_c$	$S_t$	$S$	$\eta$	$T_B$ [s]	$T_C$ [s]	$T_D$ [s]
SLO	1	0,034	2,493	0,254	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLD	1	0,043	2,510	0,294	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLV	1	0,136	2,508	0,376	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLC	1	0,192	2,494	0,376	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000

## VINCOLI AMBIENTALI (PAI-PARCHI)

Il territorio di Bisceglie rientra nella zona costiera della Regione Puglia, caratterizzata dalla presenza del rilievo delle Murge (etimologicamente terra pietrosa). La morfologia di quest'area è povera di rilievi e di corsi d'acqua per la natura idrogeologica del terreno, costituito da rocce carbonatiche fessurate, soggette al fenomeno carsico con il netto prevalere dell'infiltrazione sul ruscellamento delle acque meteoriche.

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.

L'analisi della Cartografia P.A.I., stilata dall'Autorità di Bacino della Puglia, ha permesso di escludere situazioni di pericolosità idraulica e geomorfologica nell'area oggetto di studio. Inoltre, la cartografia IGM e fotogrammetrica non riportano la presenza di un reticolo idrografico ad una distanza inferiore di 150 m dall'area in esame.

In riferimento a quanto prescritto dalle N.T.A. del Piano di Bacino (PAI), si precisa che l'area sede del fabbricato è esterna all'area di rischio idraulico e non rientra tra le aree di rischio di cui gli art. 6 e 10 delle NTA del PAI.

Inoltre, il terreno non rientra in zone di parco o di interesse ambientale ZPS e/o SIC.

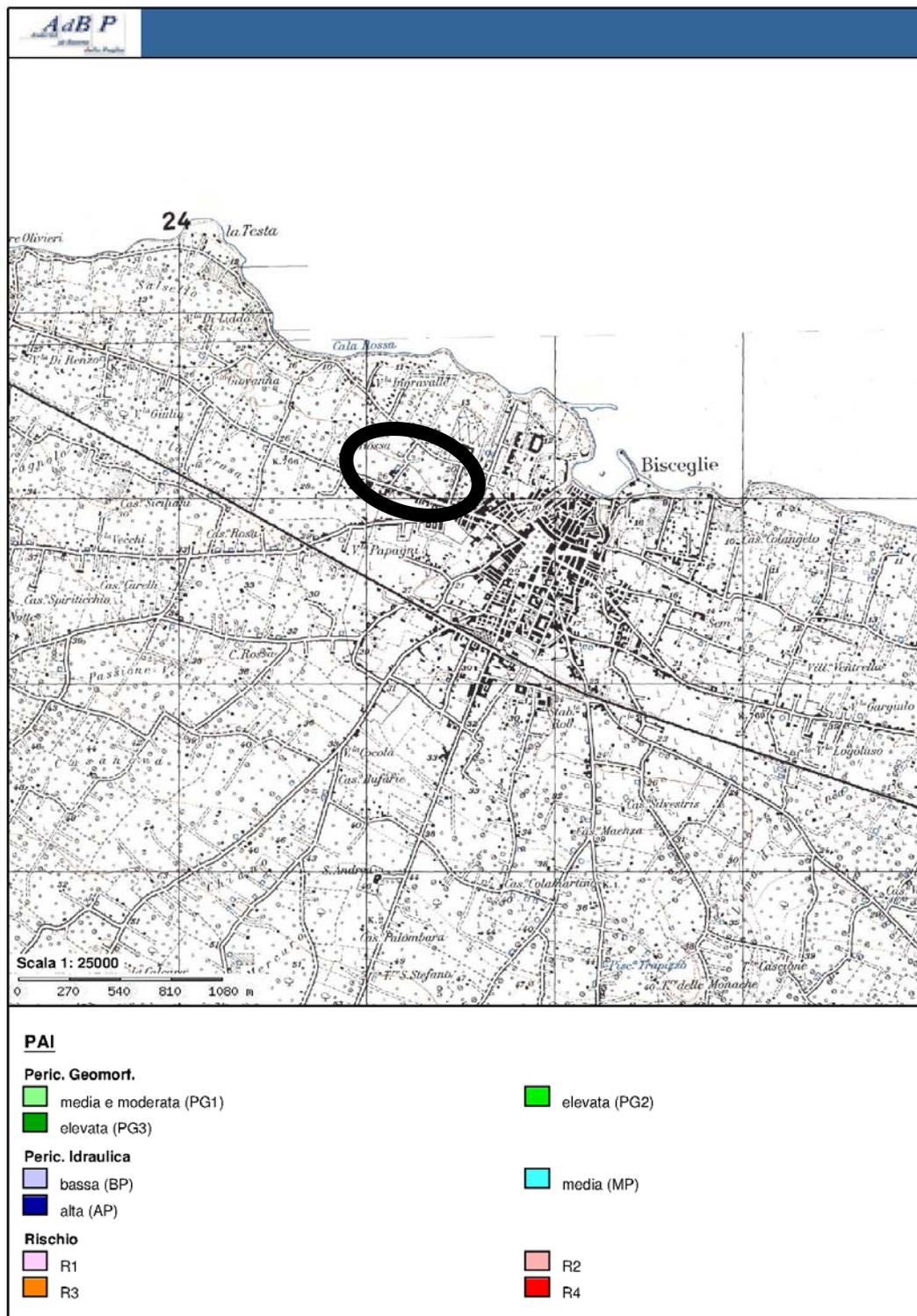
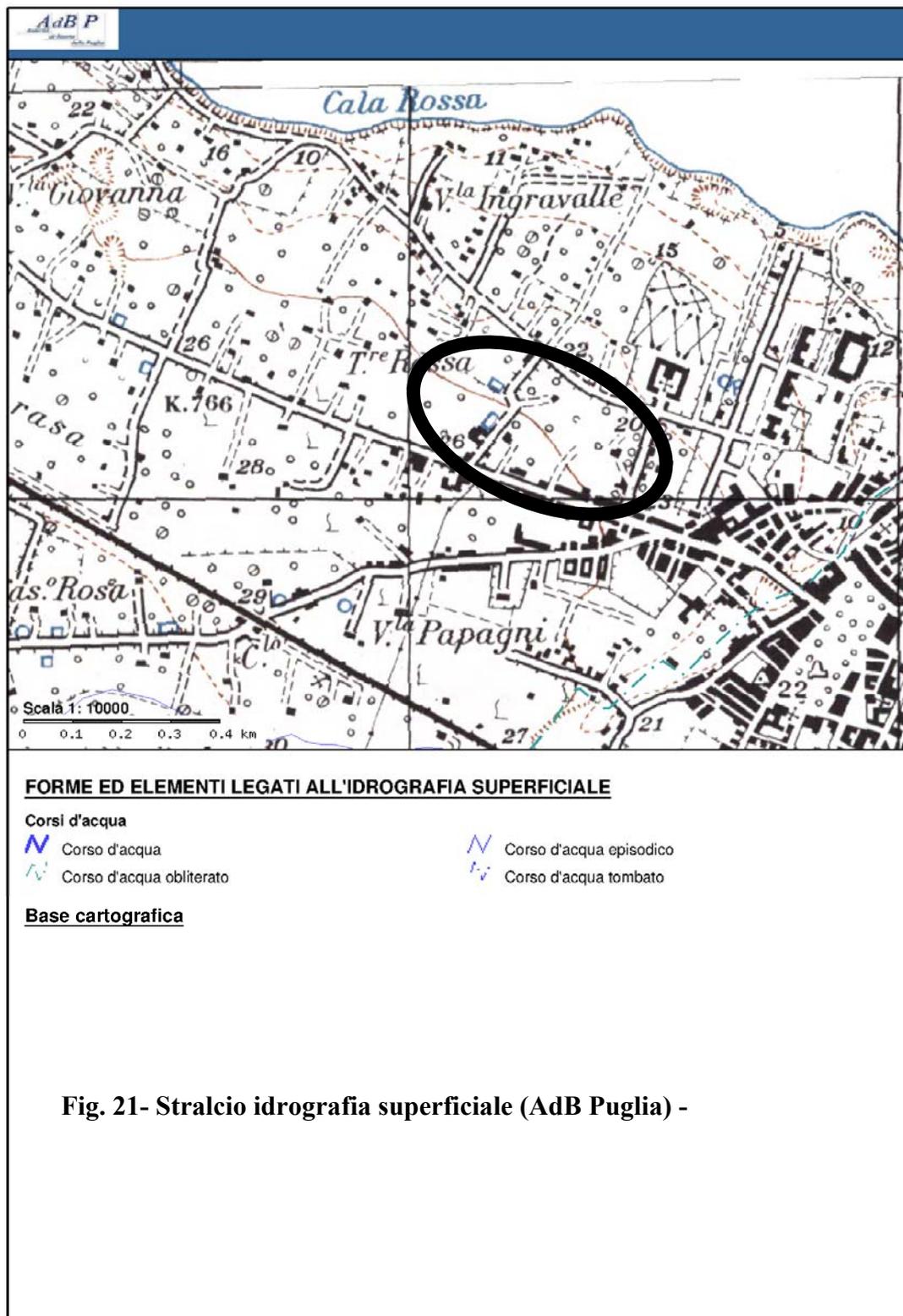
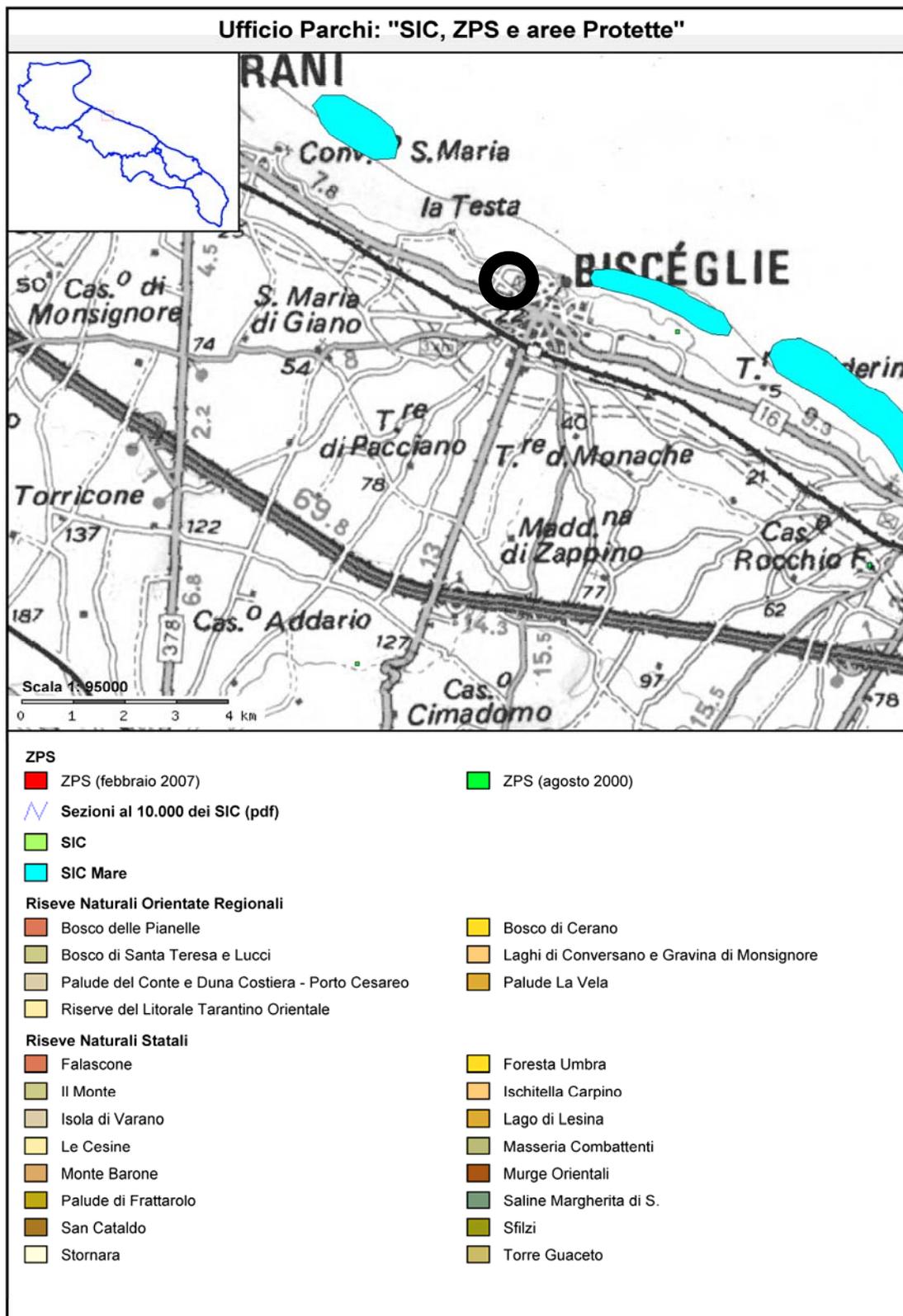


Fig. 20 – Cartografia P.A.I.







**Fig. 22 – Stralcio cartografia SIC, ZPS e aree Protette**

## CLIMA E PLUVIOMETRIA

L'area climatica della Puglia fa parte delle aree a climi marittimi temperati (o climi sub-tropicali a estate secca), ed è caratterizzata da un clima tipicamente mediterraneo, con inverni miti e poco piovosi ed estati calde e secche. Essa appartiene meteorologicamente ad una vasta area del Bacino mediterraneo sudorientale che comprende le terre della parte più settentrionali dell'Africa, la Sicilia, la Sardegna, le zone pianeggianti costiere dell'Italia centro-meridionale, la Grecia, la maggior parte dell'Anatolia, del Libano e della Palestina. Sulla terra lo stesso clima si ritrova sulla costa Californiana, nella zona ristretta della costa cilena, dell'Australia sud-occidentale e della parte estrema del Sud Africa.

La catena appenninica ad Ovest offre alla regione un riparo dai venti occidentali, mentre rimane esposta alle correnti atmosferiche che provengono dall'Adriatico e da Sud. Di conseguenza la Puglia è meno

interessata dagli eventi piovosi rispetto alle regioni del versante tirrenico, mentre i cambi di tempo atmosferico risultano spesso bruschi e repentini.

Il territorio di Bisceglie, rientra nella zona climatica "Murge basse" dove le aree più interne del territorio sono caratterizzate da clima medio temperato, mentre in prossimità della costa adriatica, soprattutto le aree pianeggianti, risentono dell'azione mitigatrice del mare che conferisce un clima tipicamente mediterraneo con inverni miti ed estati calde.

Nei mesi estivi il dominio delle masse d'aria calda e secca tropicale sul bacino del Mediterraneo favorisce la siccità del clima, mentre i mesi autunnali ed invernali presentano frequente nuvolosità e piogge relativamente copiose portate da venti sciroccali, alternati a periodi sereni ma freddi favoriti dallo spirare di venti settentrionali (talora di considerevole violenza). Infine, in primavera si intercalano correnti da SO di provenienza africana che apportano calori precoci ed aria soffocante.

Le temperature medie invernali si attestano attorno ai 7 °C mentre quelle estive attorno ai 24 °C. Durante la stagione primaverile possono verificarsi gelate per effetto delle notevoli escursioni termiche. La piovosità annua si aggira attorno ai 597 mm di pioggia ben distribuiti nel corso dell'anno.

### Temperatura.

La temperatura dell'aria dipende da numerosi fattori, quali la radiazione netta al suolo, la emissività della superficie del suolo, i parametri termici del suolo, la copertura vegetale, l'apporto di calore (advenzione) delle masse d'aria, il vapor d'acqua dell'atmosfera, ecc.

Lo studio dettagliato della Puglia mostra che la maggior parte della regione ha un temperatura media annua compresa tra 15° e 17°. Nel mese di Gennaio (generalmente il più freddo) la temperatura oscilla intorno ai 6°, mentre nel mese più caldo (Luglio) la temperatura di mantiene mediamente intorno ai 25°-26°. Le escursioni medie annue oscillano tra i 16° ed i 18°. I giorni "tropicali", con temperature medie superiori ai 30°, sono mediamente una trentina lungo la costa barese e nell'entroterra murgiano, mentre i giorni di "gelo", con temperature al di sotto dello 0°, sono meno di 15 all'anno.

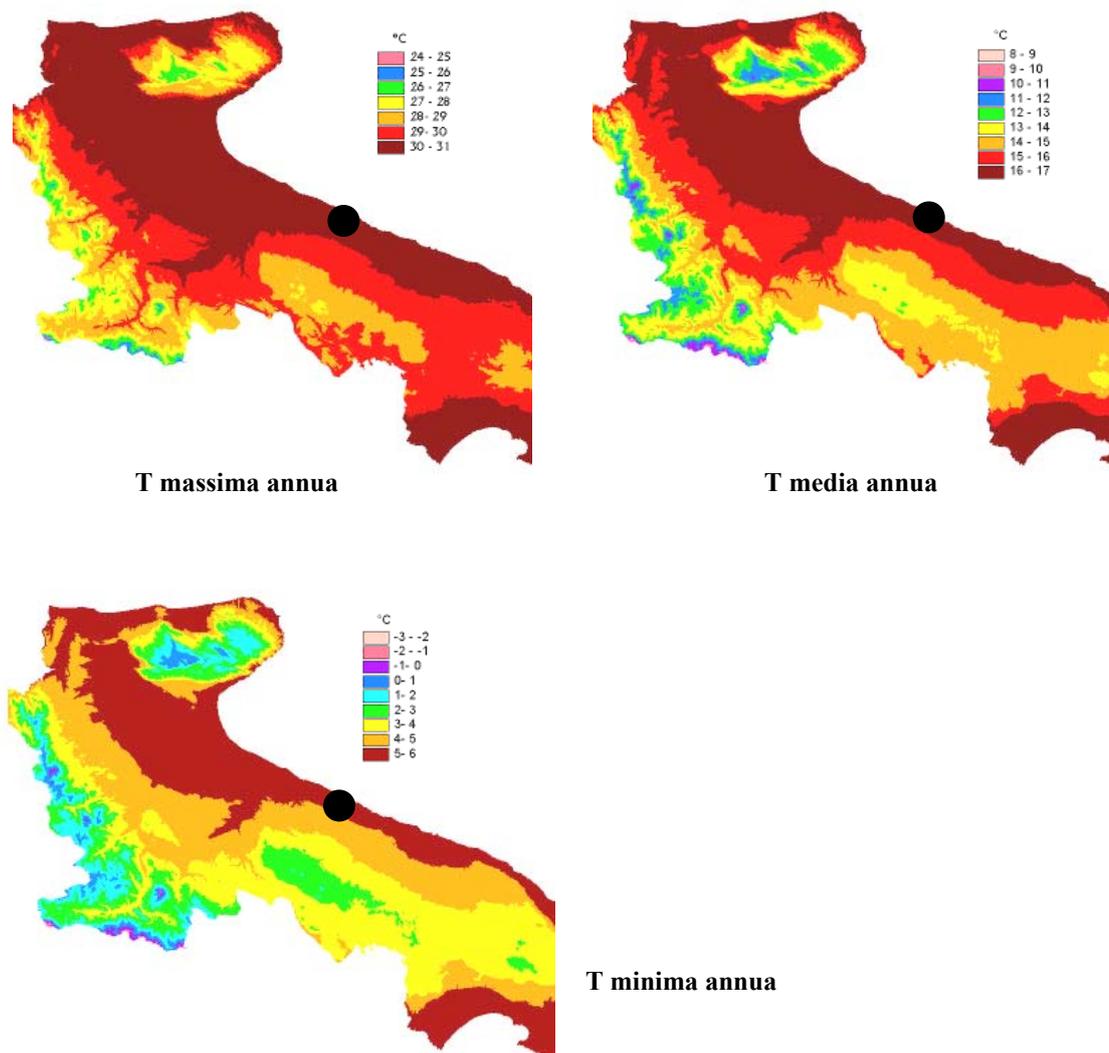


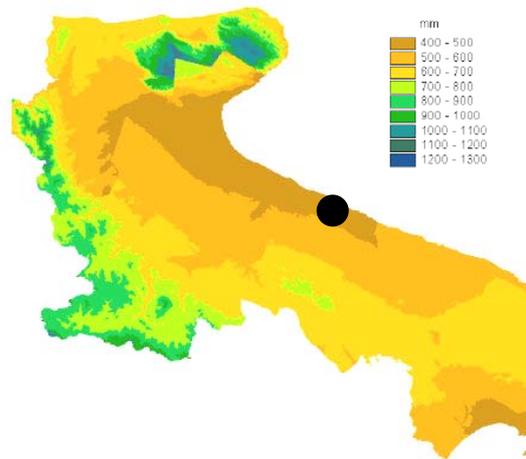
Fig. 23 – Temperature (da PTA)

### Precipitazioni.

La Puglia riceve annualmente poco più di 600 mm di pioggia, con massime precipitazioni concentrate sul Gargano (1100-1200 mm) e minime sul Tavoliere e nel tarantino (400 mm). Il Sub-appennino Dauno si avvicina a 1000 mm, mentre la maggior parte delle aree pianeggianti ha meno di 700 mm. Esse sono concentrate per il 60% nei mesi autunno-invernali (80% nel Salento). Il massimo di piovosità si registra o nel mese di Novembre o in Dicembre, mentre il picco minimo si segnala nel mese di Luglio.

La stagione estiva è caratterizzata da grande aridità in tutto il territorio, con precipitazioni scarse (inferiori a 50 mm) un po' ovunque (per

alcuni anni si è anche registrata la totale assenza di pioggia). Al contrario, non sono rari, specialmente negli ultimi decenni, le precipitazioni improvvise di breve durata ed elevata intensità, con punte di 30-50 mm in pochi minuti. Infine, i giorni di pioggia nell'anno sono scarsi, compresi tra 60 e 80, e rare le nevicate (eccetto per l'alto Gargano e il Sub-appennino Dauno).



**Fig. 24 – Precipitazione media annua (da PTA)**

### Curva pluviometrica

Il calcolo delle quantità meteoriche, che si raccolgono su tutte le superfici impermeabilizzate, si basa sull'analisi dei dati pluviometrici delle massime piovosità, registrate nella stazione meteorologica di Bisceglie nel periodo 1961 – 2000, in 1, 3, 6, 12 e 24 ore, disponibili presso il Servizio Idrografico della Regione Puglia, riportati nella tabella sottostante.

La valutazione degli eventi meteorici è stata basata sulle leggi di distribuzione probabilistica, idonea a rappresentare gli eventi estremi in idrologia.

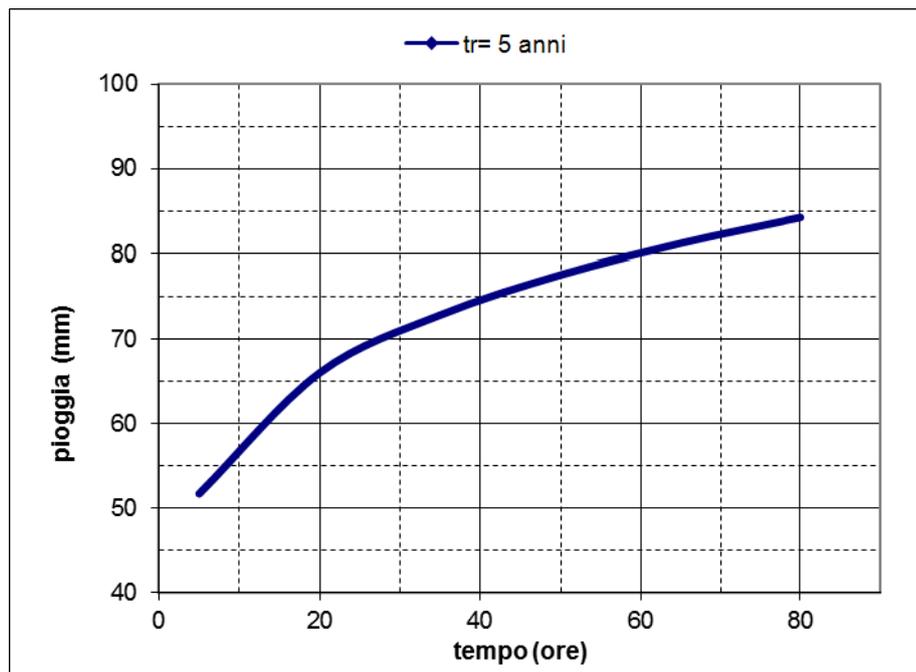
I dati riguardo le portate massime annuali giornaliere sono stati trattati secondo la legge di distribuzione di **Gumbel**:

$$\phi(z) = e^{-e^{-z}}$$

I risultati dell'analisi dei risultati dei test di adattamento hanno portato all'adozione della curva di segnalatrice di possibilità climatica riferita ad un tempo di ritorno ( $T_r$ ) di 5 anni. Tale curva è rappresentata dalla seguente formula:

$$h = 38,98 T^{0.176}$$

(dove  $h$  = mm di pioggia e  $T$  = tempo in ore).



**Fig. 25 – Curva di possibilità pluviometrica (stazione pluv. di Bisceglie)**

Sostituendo a  $t$  il valore temporale (in ore) dell'evento piovoso che si vuole ipotizzare, si ottiene l'altezza  $h$  di pioggia (in mm) da prendere statisticamente in considerazione. Quindi, considerando  $t = 1$  ora, si ottiene un'altezza critica di pioggia  $h$  pari a 38,32 mm, che corrisponde ad un parametro di portata di 0,0106 l/s mq.

$$I = \frac{38.98}{3600} = 0.0108 \text{ l/m}^2\text{s}$$

### Venti.

Il vento riveste una grande importanza nel caratterizzare il clima di una regione, essendo importante per l'evaporazione, per il trasporto del calore e per il rinnovamento delle masse d'aria al di sopra della superficie evaporante, per il trasporto e/o dispersione (diluizione) di inquinanti nell'atmosfera.

Generalmente, il territorio pugliese è esposto a correnti di aria fredda provenienti da nord e dai Balcani a est, mentre da sud l'esposizione è riferita a correnti d'aria calda e secca; i rilievi della catena appenninica offrono, generalmente, una copertura rispetto ai venti occidentali.

Nella seguente figura sono riportate le mappe eoliche elaborate dal CESI (centro ricerche ENEL), in collaborazione con il Dipartimento di Fisica dell'Università di Genova.

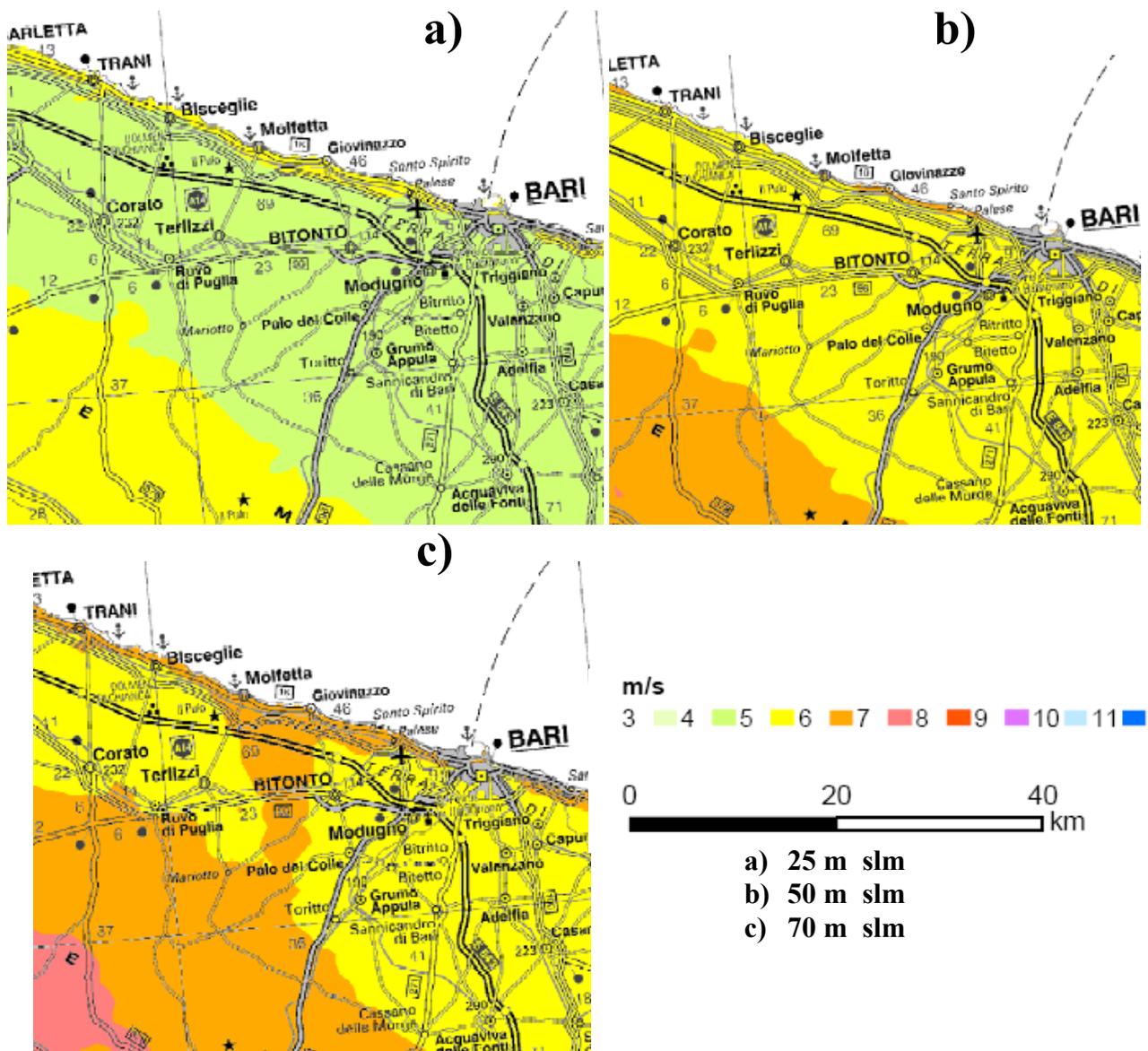
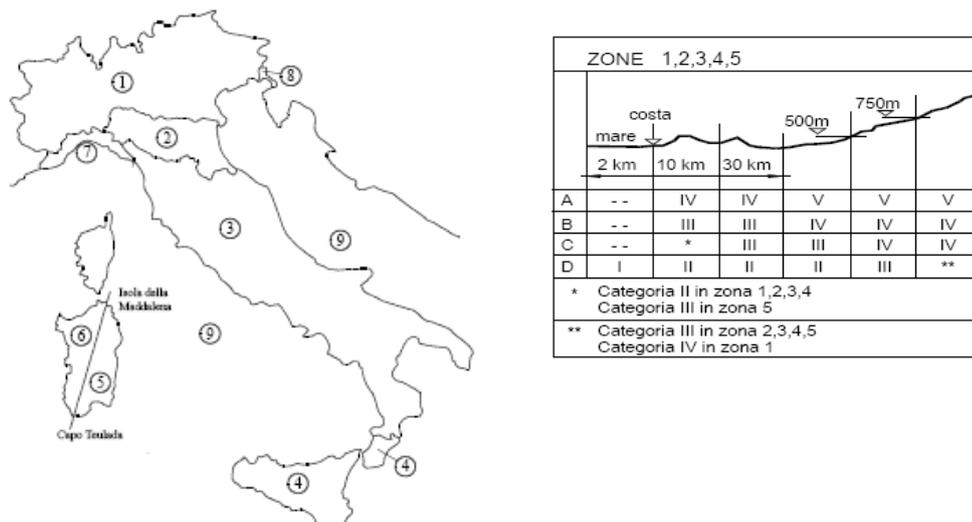


Fig. 26 – Mappa delle velocità dei venti



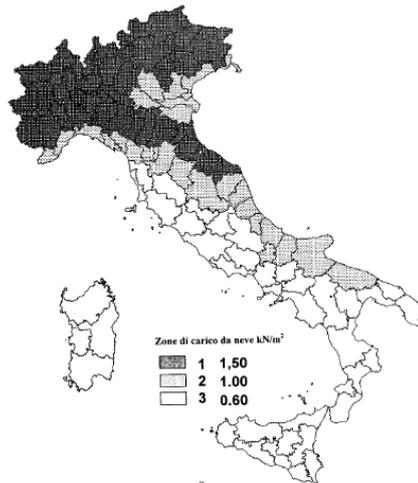
**Fig. 27 – Macrozonazione e categoria (DM 14.01.08)**

La macrozonazione, riportata nell'art. 3.3 del D.M. 14.01.08, individua la velocità di riferimento  $v_{ref}$ , definita come il valore massimo della velocità media su un intervallo di tempo di 10 minuti misurata a 10 m dal suolo, su un terreno di II categoria.

zona	regione	$v_{ref}$ (m/s)	$a_0$ (m)	$k_a$ (1/s)
3	puglia	27	500	0.020

La categoria da assegnare al sito è la III perchè:

- l'area in oggetto dista meno di 40 Km dalla costa, la categoria di esposizione è indipendente dall'altitudine del sito;
- il coeff. di topografia  $c_t=1$  perchè la zona è pianeggiante;
- la classe di rugosità rientra nella B (aree urbane)

Neve

La macrozonazione, riportata nell'art. 3.4. del D.M. 14.01.08, individua il carico provocato dalla neve sulle coperture in base all'espressione:

$$q_s = \mu_i + q_{sk} + C_E + C_t$$

dove:

$q_s$  = carico di neve sulla copertura  
 $\mu_i$  = coeff. di forma della copertura  
 $q_{sk}$  = carico di neve al suolo  
 $C_E$  = coeff. di esposizione  
 $C_t$  = coeff. termico

**Fig. 28 – Zone di carico da neve (DM 14.01.08)**

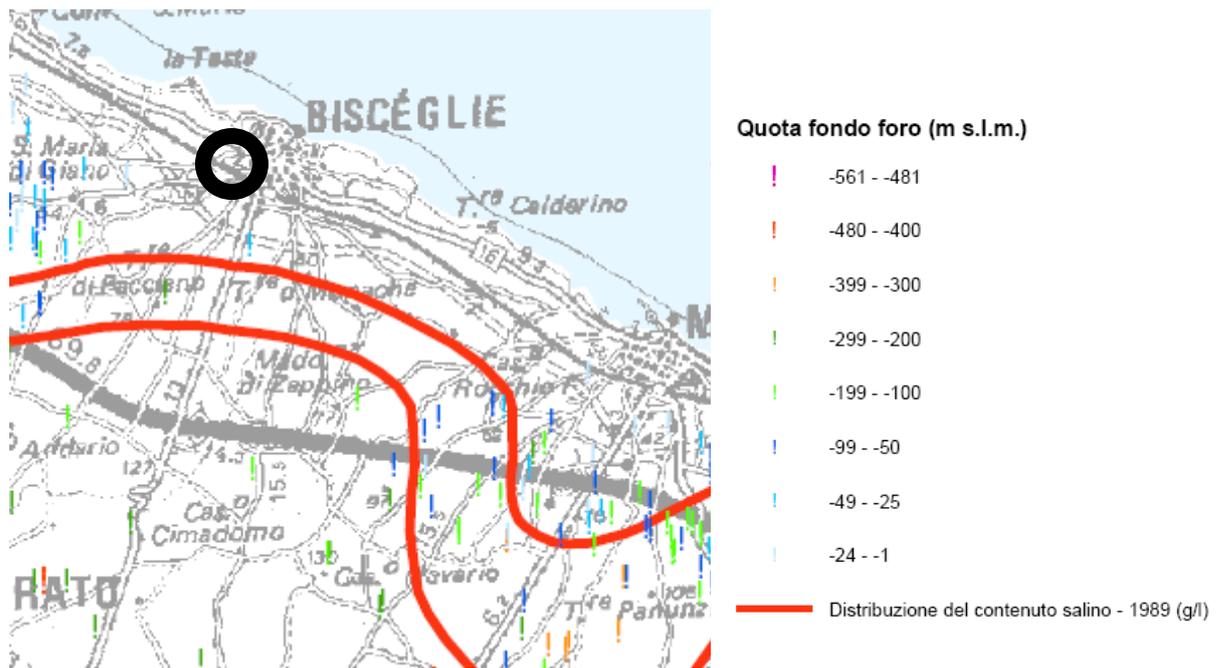
zona	regione	$a_s$ (m)	$q_{sk}$ (kN/m <sup>2</sup> )
II	puglia	$\leq 200$	1,00

## INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Generalmente la fascia adriatica delle Murge mostra un acquifero formato quasi esclusivamente da rocce carbonatiche estremamente permeabili per fratturazione, fessurazione e carsismo. 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'alto grado di fratturazione del substrato ha quindi creato un *acquifero artesiano* che tende a far confluire le acque verso mare.

Nelle zone costiere la *cadente piezometrica* è proporzionale alla densità dell'acqua di falda rispetto a quella marina, più densa, ed oscilla normalmente tra lo 0,1 e lo 0,2% (pari ad 1-2 metri di risalita della superficie di falda sul livello medio del mare per ogni chilometro di distanza lineare dalla linea di costa). Il Piano Regionale Risanamento Acque (PRA) ubica la *falda profonda* a livello marino (circa 20 m dal p.c.) ed è composta da acque con *contenuto salino* superiore a 2 g/l.



**Fig. 29 – Quote di attestazione dei pozzi e contenuto salino (da PTA)**

Il terreno in esame presenta una superficie subpianeggiante non interessata da scorrimenti superficiali concentrati ed un basamento calcarenitico con caratteristiche idrauliche generalmente poco permeabili.

Indagini geofisiche e meccaniche eseguite nella zona di indagine, escludono la presenza di falde acquifere che possono influire con le strutture portanti.

## CONCLUSIONI

In considerazione a quanto sopra esposto è possibile esprimere un parere qualitativo circa le condizioni geomorfologiche, geologiche, idrogeologiche e geotecniche della zona interessata dalla lottizzazione in riferimento al D.M. 11.3.88, DM 14.01.08, 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 nelle zone sismiche Z3.

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 a profondità maggiore del livello marino (>30 m), caratterizzata da acqua "dolce" solo per un piccolo livello superficiale e la mancanza di falde superficiali che possono interessare le strutture fondali dei fabbricati.

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.

L'area non è interessata da aree di emergenza idrogeologica o ambientale (PAI, ZPS, SIC).

La caratterizzazione geotecnica generale della zona ha evidenziato la presenza di un basamento carbonatico le cui caratteristiche geomeccaniche tendono gradualmente a migliorare con la profondità, con locali zone di fratturazione/alterazione sia orizzontali che verticali.

Restano pertanto valide a tutti gli effetti le disposizioni riportate da:

- punti H1 e H3 del D.M. 11.3.88, che dispone che prima della progettazione delle singole opere occorre verificare e documentare con relazione tecnica, la fattibilità dell'insieme dal punto di vista geologico e geotecnico;
- capitolo 6 del DM 14.01.08, che prevede la modellazione geologica e geotecnica, verifica della sicurezza e piano di controllo e monitoraggio.

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 lo scrivente ritiene verificata la compatibilità tra il piano di lottizzazione e le condizioni geomorfologiche, idrogeologiche e geotecniche della zona.

=====

Trani, marzo 2012

**dr.geol. Antonio De Napoli**